

UNAM
FAC. DE CIENCIAS



LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL: UN ANÁLISIS CRÍTICO

DON
21 FEB 2004
000220

TESIS QUE PRESENTA OCTAVIO MIGUEL PÉREZ MAQUEO
PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES

junio de 2003

T
P438M



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Resumen

Capítulo 1. Introducción

1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	6
1.2 Referencias.....	10

Capítulo 2. Visual programming languages as a tool to identify and communicate the effects of a development project evaluated by means of an environmental impact assessment.

Abstract.....	15
Introduction.....	16
Methods.....	18
Discussion.....	25
References	29

Capítulo 3. Propuesta metodológica para la realización de Manifestaciones de Impacto Ambiental para líneas de transmisión

3.1 Introducción a la propuesta.....	31
3.2 Objetivos.....	37
3.3 Descripción del Sistema Regional.....	42
3.4 Análisis de Impactos.....	67
3.5 Discusión.....	96
3.6 Referencias.....	105

Capítulo 4. Game Theory and Environmental Impact Assessments

Abstract.....	15
Introduction.....	116
Description of strategies that generate non cooperative behaviours.....	118
The role of EIA as a coercive tool to reach cooperation between proponents and society.....	123
Discussion.....	126
Literature Cited.....	132

Capítulo 5. Discusión

5.1 La modelación como estrategia para la realización de MIAs.....	137
5.2 Otras aplicaciones de la modelación dentro del campo del impacto ambiental.....	142
5.3 La cooperación y el manejo de los recursos comunes.....	143
5.4 Retos para el futuro.....	150

5.5 Referencias.....152

Anexo 1. Guia Para Elaborar La Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional de Proyectos de Generación, Transmisión y Transformación de Energía Eléctrica.....155

Anexo 2. Salida del modelo para las Líneas de Transmisión L.T. Manuel Moreno Torres – Juile, L.T. Juile – Cerro de Oro y L.T. Cerro de Oro Entq. – Temascal II/Juile; y Subestaciones Eléctricas: S.E. Juile Ampliación y S.E. Cerro de Oro Maniobrasa.....227

Resumen

Las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAs) fueron diseñadas para predecir y evaluar los impactos ambientales de los proyectos de desarrollo. Dada la importancia de este instrumento para la toma de decisiones, diferentes trabajos se han enfocado al análisis de los aspectos metodológicos y conceptuales que conciernen a la MIAs. El presente trabajo considera estos dos aspectos desde un punto de vista teórico con el cual se pretende dar mayor claridad para la solución de los problemas detectados en este instrumento. En primer lugar, se atienden los aspectos relacionados con los métodos utilizados para realizar MIAs. Al respecto, se concluye que tanto las guías como los métodos tradicionales (listados y matrices) carecen de un marco conceptual apropiado para ejecutar estudios de sistemas complejos como los que se realizan en una MIA. La propuesta que se hace al respecto es cambiar la forma de enfrentar estos sistemas complejos utilizando herramientas y paradigmas generados específicamente para esta clase de problemas. En este sentido, se propone que el enfoque de sistemas dinámicos es una herramienta sumamente útil como se comprobó en varias MIAs realizadas con esta aproximación. Los resultados de estas MIAs dieron origen a las propuesta metodológica que se presentan en los primeros Capítulos de la Tesis y en donde además se compara el enfoque adoptado con los métodos más comunes.

Por otro lado, los problemas generados en torno a la MIA como son la aversión al desarrollo de algunos proyectos y los conflictos que esto puede desencadenar dieron pauta para el otro tema central de la Tesis. Si bien se reconoce que hacer MIAs de calidad es un punto trascendental para su éxito, es necesario que esto se realice dentro de un ambiente de cooperación entre los involucrados en el problema (sociedad, proponentes y autoridad). El tema es abordado formalizando las conductas de las partes involucradas y utilizando como marco conceptual la teoría de juegos. Los resultados de este análisis permiten establecer el papel de diferentes herramientas como la vigilancia, los sistemas de control de calidad, los seguros ambientales, el arbitraje, la compensación y las propias MIAs para encontrar conductas de cooperación.

Finalmente, se integran los resultados encontrados durante el análisis de todos los Capítulos y se construye con base en ellos un modelo conceptual. El modelo presenta una visión dinámica de las MIAs en donde la modelación integral, participativa e interdisciplinaria tiene como fin la formalización de acuerdos de cooperación dentro de la sociedad.

1. Introducción

A partir de la segunda mitad del siglo pasado, la degradación del medio ambiente se ha constituido en punto focal de discusión dentro de foros políticos, sociales, económicos y científicos. Una de las cuestiones críticas que se tratan en estos foros ha sido la de encontrar los mecanismos adecuados que conduzcan hacia el uso sustentable de los recursos comunes o de libre acceso. Dentro del extenso número de trabajos que se han publicado con relación al tema, la Tragedia de los Comunes (Hardin 1968) destaca por la claridad con la cual se muestra que una de las causas que ha repercutido negativamente en el “bien común” es la preponderancia de la búsqueda de la ganancia individual que existe en el aprovechamiento no restringido de estos recursos. En su planteamiento Hardin propone que imaginemos una pastizal que esta abierto al uso para todos, de modo que cada pastor trata de mantener el mayor número de cabezas de ganado posible. El sistema funciona siempre y cuando las muertes y las migraciones, tanto del ganado como de las personas, se mantengan por debajo de la capacidad de carga el número de animales en el pastizal. La tragedia se presenta cuando esta capacidad de carga se abate, ya sea porque hay más pastores o porque cada pastor muestra una conducta “egoísta” agregando más animales. La tragedia puede abordarse como un problema demográfico, en el que el aumento de la población de pastores es el factor que hay que regular. Para fines de este trabajo, es la relación entre la conducta de los pastores y el manejo del recurso natural la que resulta interesante. De esta manera, la perspectiva de ganancia que trae consigo para cada pastor aumentar un animal a su ato tiene un componente negativo sobre la integridad del pastizal. Como la pastura es limitada y los efectos del pastoreo son compartidos por todos los pastores, aumentar un animal siempre es a costa del beneficio (real o potencial) de todos los demás.

El modelo de Hardin ha sido utilizado para analizar problemas tan variados como las hambrunas, la sobreexplotación de bancos pesqueros, la lluvia ácida, la contaminación o la saturación del Internet, por mencionar algunos (Ostrom 1999). De igual forma, la tragedia de los comunes resulta una metáfora apropiada para ejemplificar el problema fundamental que se genera con la implementación descontrolada de proyectos de desarrollo. En este sentido, si bien es cierto que estos proyectos productivos retribuyen en una serie de beneficios sociales y económicos, su introducción no regulada en una región determinada puede reducir la disponibilidad de una serie de recursos comunes como la biodiversidad o la calidad del aire, entre otros. Cómo equilibrar los beneficios de estos proyectos sin abatir los bienes y servicios ambientales que sostienen la vida y sustentarlos para generaciones futuras es uno de los retos que la sociedad actual se está proponiendo afrontar.

Una de las vías más utilizadas para evitar la tragedia de los comunes es hacer más atractiva aquellas conductas dirigidas a preservar el bien común por medio de la instrumentación de una coerción mutuamente acordada (Hardin 1968). Esta coerción está basada en mecanismos como la creación de impuestos y leyes punitivas. Así, una de las soluciones que inicialmente se establecieron para atender la problemática ambiental fue la formulación de medidas coercitivas que regulaban cuestiones referentes al agua, aire, ruido, tierra y químicos (Gilpin 1995). Estas medidas estaban dirigidas sobre todo a evitar un daño considerable directo en la salud del ser humano. Cuando la preocupación se extendió a otros elementos del medio natural como forma indirecta de daño al bienestar humano, al alterar la capacidad de los ecosistemas para suministrar los servicios ambientales que usufructúan las personas, como la flora y la fauna, fue necesario crear nuevas leyes para la protección de estos elementos. A su vez, surgieron actividades

paralelas como la creación de parques, reservas naturales e instrumentos preventivos dentro de los cuales destacan las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAs). El objetivo de las MIAs es identificar, predecir y valorar los impactos potenciales de proyectos de desarrollo. En el fondo, la intención de conocer las consecuencias de un proyecto es orientar a los tomadores de decisión para que puedan evaluar si los beneficios que se obtienen con el proyecto no contravienen de manera importante los intereses ambientales, económicos y sociales del resto de la sociedad. Por lo tanto, la creación de la MIA forma parte de una serie de obligaciones socialmente acordadas e inherentemente está ligada a atender la preocupación por conservar los recursos comunes.

Al parecer, las MIAs surgen en los Estados Unidos a partir de un requisito propuesto en la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act, NEPA) promulgada en 1970 y como respuesta a una serie de inquietudes sociales (Barrow 1997, Gilpin 1995, Westman 1985). Posteriormente, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente de Estocolmo celebrada en 1972, se presenta una discusión sobre el desarrollo de este instrumento y en 1987 con el reporte de la comisión Brundtland se reconoce a las MIAs como un componente esencial en la promoción del desarrollo sustentable (Gilpin 1995). La implementación de las MIAs en cada país quedó establecida dentro de los 27 principios de la declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo formulada en junio de 1992. A partir de entonces, el número de países en donde se utiliza el instrumento se ha ido incrementando, y según Barrow (1997) para 1995 probablemente cerca de la mitad de las naciones habían incluido dentro de su legislación la MIA. Cabe mencionar que la implementación de las MIAs, en muchos casos es condicionante para establecer tratados económicos entre naciones. Por ejemplo, dentro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el inciso "e" del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América de Norte obliga a cada uno de los gobiernos signatarios a evaluar los impactos

ambientales cuando proceda. Asimismo, las MIAs figuran como elemento importante dentro de las políticas para favorecer el desarrollo sustentable implementadas en la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, de la cual México es miembro desde mayo de 1994 (OECD 2001).

En México, aunque los estudios enfocados a evaluar los impactos producidos por los proyectos de desarrollo ya se hacían con anterioridad a su implementación legal (INE, 2000a), quedan formalmente establecidos en la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA) de 1982 (D.O.F, 1982). En 1988, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) invalidó la LFPA (D.O.F 1988) y se originaron diversos reglamentos entre los que se contaba con uno en materia de impacto ambiental (INE, 2000a). A partir de entonces, el proceso de evaluación de impacto ambiental ha pasado por una serie de cambios de tipo legal, administrativo y metodológico. Una revisión detallada sobre estos cambios puede consultarse en INE (2000a).

La creación de asociaciones, la aparición de publicaciones y la celebración de reuniones en los cuales se discute en torno a la MIA es cada día más amplia (IAIA 2003, Westman 1985_[MEZ1]). Uno de los objetivos de estas discusiones es tratar de resolver la problemática asociada al uso del instrumento. Una de las principales preocupaciones es establecer metodologías adecuadas para realizar estudios de impacto ambiental confiables. A diferencia de otros instrumentos preventivos como el análisis de riesgo o el manejo de recursos, las metodologías utilizadas en la realización de MIAs requieren de la consideración de un intervalo amplio y diverso de consecuencias que puede generarse con un proyecto (Suter 1993). Por lo anterior, se precisa que las MIAs se realicen preferentemente con equipos multidisciplinarios en donde los sistemas físicos, naturales y socioeconómicos sean analizados de manera integral. En este análisis se debe considerar la

extensión espacial y temporal de los efectos producidos por la introducción del proyecto y hacer una evaluación de cada uno de estos impactos. Si a lo anterior, añadimos que la naturaleza de los proyectos es muy variada, que el tiempo para realizar MIAs es usualmente muy corto y que las MIAs deben ser accesibles tanto para la autoridad como para el público en general resulta comprensible que exista tal preocupación por establecer metodologías apropiadas para realizar estos estudios.

Sin embargo, la problemática asociada a las MIAs va más allá de la cuestión metodológica. Si bien es cierto que una metodología adecuada favorece la toma de mejores decisiones, es importante considerar que estas decisiones son tomadas en un sistema social complejo. La diversidad de opiniones en favor y en contra de los proyectos hace que las decisiones sean controversiales y posibles generadoras de conflictos. Algunos de los casos conflictivos más conocidos en nuestro país son: el club de golf del Tepozteco, el nuevo aeropuerto de la Ciudad de México, el canal intra-costero y los segundos pisos de la ciudad de México. Estos conflictos se presentan a pesar de que en teoría, las MIAs son usadas para apoyar y oponerse públicamente a proyectos controversiales (Beattie 1995). Incluso, en gran parte de los países en donde se utilizan las MIAs existen apartados dentro de la legislación dirigidos a la participación pública en donde pueden exponerse las inquietudes con relación al proyecto. También existen trabajos que analizan mecanismos para promover este tipo de participación y propuestas metodológicas para facilitarla y hacerla más objetiva (Chaytor 1995, Webler *et al.* 1995). No obstante, la participación pública, generalmente en oposición al proyecto, suele darse por medios extralegales como marchas, desplegados en periódicos o cierres de carreteras entre otros (Anónimo 2000), originando en algunos casos enfrentamientos violentos como el acontecido recientemente con la propuesta para el Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México o en 1995 con el club de golf “El

Tepozteco”. En estos casos, el papel de la MIA como instrumento socialmente acordado para evaluar los impactos ambientales parece no ser eficiente. En muchos de los conflictos la argumentación detrás de la oposición es la falta de confiabilidad de la MIA. En consecuencia, se han propuesto una serie de herramientas que conjuntamente con las MIAs están dirigidas a incrementar la confiabilidad y objetividad de las decisiones. Dentro de estas herramientas destacan los instrumentos de evaluación de calidad de las MIAs (Lee y Colley 1991, 1992, Lee y Brown 1992), propuestas de participación pública (Stave 2003, Sinclair y Diduck 1995), programas de vigilancia (Canter 1998) y los mecanismos de mediación, arbitraje y compensación (Gilpin 1995, Canter 1998). Estas herramientas al igual que las MIAs resultan útiles en algunos casos y su éxito depende de las circunstancias en las cuales se pretende llevar a cabo el proyecto y de la posición de la sociedad con respecto al mismo.

1.1 Objetivos

De acuerdo con lo anterior, analizar el aspecto metodológico de las MIAs, así como las razones por las cuales se presentan los conflictos dentro de la sociedad puede ayudar no sólo a mejorar el papel del instrumento sino a promover un uso adecuado de los recursos y bienes comunes. En este sentido, el objetivo general de este trabajo es realizar un análisis crítico de las MIAs considerando estos dos aspectos, con el fin de proporcionar elementos teóricos que puedan incrementar su calidad.

Con relación al aspecto metodológico inicialmente uno de los objetivos de este trabajo era hacer una evaluación de las metodologías utilizadas en la realización de estudios de Impacto ambiental.

Una revisión preliminar de algunas de las MIAs realizadas en México permitió constatar lo que ha sido reportado en otros estudios (Bojórquez-Tapia y García 1998). En general las MIAs se realizan utilizando listados de revisión y matrices tipo Leopold . Las ventajas y desventajas de estos métodos se han discutido con detalle en diferentes trabajos (INE 2002, Holling 1978), y se analizan comparativamente con la propuesta de esta Tesis en el Capítulo 2. Por el momento es suficiente decir que en los listados de revisión se enuncian una serie de consecuencias que pueden producirse por la implementación de un proyecto y las matrices tipo Leopold además de enunciar estas consecuencias se hace una relación de éstas con las actividades del proyecto. Ambos métodos son útiles como una primera aproximación para identificar los impactos potenciales de un proyecto. Sin embargo, el ejercicio predictivo y de evaluación que se solicita en una MIA requiere de un análisis más profundo. Al respecto, gracias al avance teórico sobre el análisis de sistemas dinámicos y al desarrollo de herramientas computacionales hoy en día es posible atender parte de los problemas metodológicos que se mencionaban en párrafos anteriores. En el Capítulo 2 se propone con base en un caso de estudio utilizar como marco conceptual para la realización de MIAs la construcción de modelos de simulación.

Aunque en las MIAs la realización de modelos no es un asunto nuevo, el enfoque que se ha seguido ha sido principalmente para atender problemas particulares como dispersión de contaminantes, ruido, etc. A diferencia de este uso de los modelos, en este trabajo se presentan como una herramienta integradora en donde los distintos componentes naturales y socioeconómicos se analizan y evalúan de manera conjunta. La propuesta se puso a prueba durante la realización de una MIA para una central termoeléctrica en la cual se construyó un modelo que permitiera:

- 1) analizar las interrelaciones entre el proyecto y los sistemas natural, social y físico considerando la red de relaciones causales entre estos elementos.
- 2) establecer un medio de comunicación entre especialistas de distintas disciplinas,
- 3) realizar el análisis de las consecuencias potenciales del proyecto bajo distintos escenarios.

EL Capítulo 3 de la Tesis es una propuesta metodológica para la realización de MIAs para líneas de Transmisión utilizando como base las guías más recientes emitidas por la autoridad (INE 2000b, INE 2002). Durante el desarrollo de la propuesta se indican las ventajas de esta aproximación para atender a los requisitos señalados en estas guías. Como objetivo particular, el modelo tiene el propósito de vincular la etapa descriptiva de la MIA con el análisis de impactos y generar estimaciones numéricas que ayuden a la toma de decisión.

En cuanto al aspecto relacionado con el papel de las MIAs como instrumento de cooperación es necesario recordar que al inicio de este trabajo se argumentó que las MIAs forman parte de un marco legal socialmente acordado dirigido a procurar el bien común. Tomar este papel de la MIA como punto de partida para el análisis resulta útil ya que permite visualizar que en muchos casos los conflictos que se presentan con la realización de proyectos se originan por conductas dirigidas a maximizar el bien particular a costa del bien común. Una de las aproximaciones formales para analizar este problema es la Teoría de Juegos. Por ejemplo, el dilema del prisionero es un modelo en el cual se demuestra que en algunas ocasiones actuar a favor del interés individual produce resultados sub-óptimos para todos los participantes y que sin embargo actuar así es una actitud racional que optimiza la ganancia individual. Por esta razón la teoría de juegos ha sido útil para entender la evolución de la cooperación (Axelrod y Hamilton, 1981, Godfray 1992, Sigmund 1993) conflictos sociales y políticos (Axelrod 1986, Poundstone 1993) como carreras

armamentistas (Paulos 1990) y también dentro del contexto ambiental (Mäler 1989, Hanley y Folmer 1998, Kuismin 1998). En el Capítulo 4 de la tesis se usa la teoría de juegos como marco de referencia para describir y entender el resultado de conductas cooperativas y no cooperativas en la evaluación de proyectos de desarrollo. El punto clave es analizar porque las partes no cooperan y encontrar mecanismos que promuevan la cooperación con el fin de comenzar a construir un marco teórico con el cual entender y atender los motivos por los cuales se dan los conflictos en algunos proyectos de desarrollo.

Finalmente, el interés por predecir las consecuencias de un proyecto bajo el enfoque de sistemas dinámicos y el de encontrar mecanismos que promuevan la cooperación se retoman en la discusión general (Capítulo 5). En esta discusión ambos puntos se sitúan como elementos clave dentro del manejo sustentable de los recursos naturales. Por lo tanto, en ese Capítulo se señala el panorama que se vislumbra para el futuro dentro de este campo y las aportaciones de este trabajo en él, así como los retos que aún es necesario atender

1..2 Referencias

- Anónimo. 2000. La Sociedad Civil, el Sector privado y el Estado ante la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (CEMDA), Unión de grupos Ambientalistas I.A.P. (UGAM) y Centro de Estudios de Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), México, 119 pp.
- Axelrod, R. 1986. An Evolutionary Approach to Norms. *American Political Science Review* 80:1095-1111.
- Axelrod, R and W. D. Hamilton. 1981. The further evolution of cooperation. *Science* 211: 1390-1396.
- Barrow, C. J. 1997. Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction. John Wiley and Sons. E.U, 310 pp.
- Beattie, R.B. 1995. Everything you already know about EIA (but don't often admit). *Environmental Impact Assessment Review* 15(2):109-114.
- Bojórquez-Tapia, L.A. y García, O. 1998. An Approach for Evaluating EIAs Deficiencies of EIA in Mexico. *Environmental Impact Assessment Review* 18:217-240.
- Canter, L.W. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto, Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana de España.

Chaytor, B. 1995 The Potential of Environmental Impact Assessment Procedures to Enhance Public Participation in Trade Policy Decision-Making. *Environmental Impact Assessment Review* 15: 507-515.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F) 1982 Ley Federal de Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, lunes 11 de Enero de 1982. México, D.F.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F) 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, jueves 28 de enero de 1988. México, D.F.

Godfray, H.C.J. 1992. The evolution of forgiveness. *Nature* 355:206-207.

Gilpin, A.1995. Environmental Impact Assessment: Cutting Edge for the Twenty-first Century. Cambridge University Press, Cambridge,182pp.

Hanley, N. y H. Folmer. 1998. Game Theory and the Environment. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, 432pp.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* 162:1243-1248.

Holling, C. S. 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. John Wiley and Sons, New York, 377pp.

International Association for Impact Assessment (IAIA) 2003. Building Capacity for Impact Assessment. 23rd Annual Meeting of the International Association for Impact Assessment. Marrakech, Marruecos del 17 al 20 de junio de 2003.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector eléctrico, Modalidad Particular, 83p

Instituto Nacional de Ecología (INE) 2000a. La evaluación del impacto ambiental. Logros y retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. 160 pp.

Instituto Nacional de Ecología (INE) 2000b. Guía para la elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica. 38 p.

Kuismin, H. 1998. Environmental issue area and game theory. *The Environmentalist* 18:77-86.

Lee, N y Colley, R. 1991. Reviewing the Quality of Environmental Statements: review methods and findings. *Town Planning Review*. 62(2): 239-248.

Lee, N. y Colley, R. 1992. Reviewing the Quality of Environmental Statements. Occasional Paper 24, (segunda edición) Department and Landscape, University of Manchester.

Lee, N y Brown, D. 1992. Quality control in environmental assessment *Project Appraisal* 7(1): 41-45.

Mäler, K. G. 1989. The acid rain game. Pages 231-252 in *H. Folmer and E. van Ierland (eds.) Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economics*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 2001 Sustainable Development Critical Issues. OECD Publications Paris 487 pp.

Ostrom, E., J. Burger, C. Field, R. Norgaard and D. Policansky. 1999. Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges. *Science* 284: 278-282.

Paulos, J.A. 1990. *Innumeracy: Mathematical illiteracy and its consequences*. Vintage Books, New York, 180 pp.

Poundstone, W. 1993. *Prisoner's dilemma*. Anchor Books, New York, 294 pp.

Sigmund, K. 1993. *Games of Life: Explorations in Ecology, Evolution and Behaviour*. Oxford University Press, Oxford, 244 pp.

Sinclair, J y A. Diduck. 1995. Public Education: An undervalued component of the environmental assessment public involvement process. *Environmental Impact Assessment Review* 15: 219-240.

Stave, KA 2003. A system dynamics model to facilitate public understanding of water management options in Las Vegas, Nevada. *Journal of Environmental Management*, 67 (4): 303-313

Suter II, G.W. 1993. *Ecological Risk Assessment*. Lewis Publishers, Michigan, 538 pp.

Webler T., Kastenholz, H. y Renn O. 1995. *Public Participation in Impact Assessment: A social Learning Perspective*.

Westman, W.E. 1985. *Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning*. John Wiley-Interscience Publication. Nueva York. 523 pp.



Quantitative methods

Visual programming languages as a tool to identify and communicate the effects of a development project evaluated by means of an environmental impact assessment[☆]

Octavio Pérez-Maqueo*, Miguel Equihua,
Arturo Hernández, Griselda Benítez

*Departamento de Ecología y Conservación de Ecosistemas Templados,
Instituto de Ecología A.C., Km. 2.5 Antigua carretera a Coatepec, Jalapa 91000,
Veracruz, Mexico*

Received 1 June 2000; received in revised form 1 November 2000; accepted 1 December 2000

Abstract

One of the most important requisites in environmental impact assessments (EIAs) is that the evaluation and communication of impacts must be done with objectivity and transparency. Traditional methods as checklists, matrices, geographic information systems (GISs), and cause–effect diagrams fail to reach this objective because, in general, it is difficult to follow the assumptions and rationale behind the evaluation process. In this paper, we show how the use of visual programming languages (VPLs) is a useful tool that can enhance the quality of these studies. The pros and cons of this approach are evaluated based on a study case of a thermoelectric generation plant. © 2001 Elsevier Science Inc. All rights reserved.

Keywords: Modelling; Mexico; EIA; Public awareness; Thermoelectric power plant

[☆] All four authors work at the Instituto de Ecología A.C. where they have been heavily involved in the coordination and development of several environmental issues projects (including EIAs).

* Corresponding author. Tel.: +52-28-42-1802, +52-28-42-1823; fax: +52-28-18-7809.

E-mail address: maqueo@ecologia.edu.mx (O. Pérez-Maqueo).

1. Introduction

An environmental impact assessment (EIA) is a document prepared by an investor as a proponent of a project, in order to disclose the possible, probable, or certain effects of that proposal on the natural, social, and economic environment (Gilpin, 1995). The objective of an EIA is to give the environment issues its due place in the decision-making process by clearly evaluating the environmental consequences of a proposed activity before a development action is taken (UNECE, 1987). Consequently, they are considered as an essential tool to achieve sustainable development.

In almost all countries where EIAs apply, they are conducted according to guidelines designed by an environmental authority. The guidelines indicate the sequence of steps to follow during the EIA study. Within this process, the identification and prediction of impacts is the core of an EIA, in which it is essential to predict and evaluate in conjunction the negative and positive effects of the project. Several techniques have been devised to achieve this objective (Canter, 1998). The most popular approaches are checklists, impact matrices, cause–effect networks, geographic information systems (GISs), and simulation models. The advantages and disadvantages of the above techniques have been discussed elsewhere (see Holling, 1978; Julien et al., 1992; Lein, 1997; Canter, 1998 for a thorough review). For example, when done properly, a checklist allows an exhaustive coverage of the elements involved in a project evaluation. Nevertheless, because checklists are only a record of the environmental elements that can be potentially affected by a project, they are not suitable to properly establish the relation between causes and effects. Impact matrices partially overcome the limitation of checklists, relating project activities with environmental elements in a two-way matrix (Julien et al., 1992; Leopold et al., 1971). Unfortunately, it has been argued that two-dimensional matrices do not allow the consideration of the higher order (or indirect) impacts of a project (Julien et al., 1992). We also hypothesize that in some cases, direct and indirect impacts could be confused and misinterpreted when this technique is not adequately applied. GISs are computer-assisted systems where spatially referenced data can be captured, stored, recovered, analyzed, and displayed (Aronoff, 1991). The overlaid environmental (soil, geology, vegetation, land use, etc.) and project information produce a characterization where it is possible to visualize and identify the potential impact or the project incompatibilities with land use or other issues within the influence area (Zárate-Lomelí et al., 1996). Nevertheless, in general, the process behind the relationship between project activities and environmental impacts are hidden. Cause–effect networks can help to handle this difficulty. In essence, they are graphic approximations on how we think the system (project–environment) will behave. Cause–effect networks could also be enhanced by some approaches like the GSIM and KSIM models that enable users to build simulations of the interactions under review (Holling, 1978). Unfortunately, the assumptions behind these approaches limit their use and realism (Holling, 1978).

A modeling approach can be useful in EIAs since it forces to coherently organize the potential impacts of the project and the predictions can be corroborated by simulation. Furthermore, we consider that independently of the technique used in an EIA, there is always either an explicit or implicit model (mental, conceptual, spatial, or mathematical) that guides the identification and prediction of impacts. Considering that the quality of an EIA depends on a clear and unambiguous rationale that must underline the predictive process, an explicit modeling approach is advantageous because these requisites are available to anyone for critical analysis and examination (Frenkiel and Goodall, 1978).

Models have been focused mainly to predict the effects of isolated aspects that are acknowledged as impacts that could cause a great deal of damage in the environment (air dispersal and hydrodynamics models are usual examples). These models are also used because the science related with them is more or less well understood. Despite the importance of these analytical models, they do not analyze complex scenarios where economic, social, and ecological systems are interrelated. Although the use of synthetic models that simulate complex scenarios has been proposed in the past, the prerequisite of expertise to build them, the difficulty to obtain the data requirements, and the complexity to communicate their results (Holling, 1978) probably are the main reasons that prevent their wider use in EIA. This situation is changing significantly. Nowadays, the advent of high-speed computers, the development of user-friendly software, the availability of remote-sensing data, and the collection of large databases by governmental institutions, facilitates the generation of models at a broader extent. Consequently, the modeling approach has been incorporated in some research programs as a tool to integrate the knowledge and data sets available (EPA, 1998; Maxwell and Costanza, 1995; Voinov and Costanza, 1999).

Among these user-friendly softwares, visual programming languages (VPLs) or icon-based graphical modeling environments like STELLA (High Performance Systems), Model-maker (Cherwell Scientific), AME (Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh), Ithink (High Performance Systems), Powersim (Corporation and Corporate Headquarters), and Vensim© (copyright 1998, Graig W. Kirkwood etc.) have been developed to perform, in a relative easy way, formal models of complex systems. Although, these packages have been used to understand ecological and economic problems in the past (Costanza and Daly, 1992; Deal et al., 2000; Deaton and Winebrake, 2000; Costanza et al., 1998), as far as we know, they have not been used in EIA studies.

In this paper, we explore the use of such VPLs in order to identify, understand, and communicate the possible impacts of a project on the natural and social elements of the environment. We show how VPLs could be integrated with the other methodologies of EIA. We also discuss the pros and cons of this approach, and how it can be used to control the quality of the EIA process.

2. Methods

In order to describe how this approach was used and how the model was built, we show the case of an EIA conducted in Mexico to analyze the effects of a thermoelectric generation plant.

2.1. Project description

In Mexico, within the program of the Comisión Federal de Electricidad (CFE), it is planned to build a combined-cycle thermoelectric generation station (see Swanekamp, 1988, for a description of the technology used in this type of thermoelectric stations), named CT TUXPAN II PEE. The installed power of 495 MW of this station will supply electricity to the Gulf of Mexico region for at least 25 years. The CT TUXPAN II PEE will be built at the Municipality of Tuxpan, in the State of Veracruz on the Gulf of Mexico (20°50'28"N latitude and 97°14'26"W longitude). The station will require natural gas as the primary fuel source and diesel as an emergency supplementary source in case of a failure of the former. Natural gas will be transported by means of a gas pipe and diesel will be stored in a tank. Seawater will be used for cooling and for several processes and services within the power station. In addition, the design of the power station considers the construction of a road that allows its communication with the most important cities and highways within the area. A full description of the project can be consulted in the library of Instituto Nacional de Ecología (INE).

Complying with the Mexican legal procedure (DOF, 1996), we followed the steps showed in Table 1 to carry out the EIA. Although in the present study we will focus in the impact identification phase, the information on the other phases was used in the analysis as described below.

2.2. Description of the procedure followed for the impact identification phase

First, we identified all the actions associated with the project that could have an effect (detrimental or beneficial) on any of the relevant natural and societal elements during site preparation, construction, and operation stages. Although

Table 1
General phases in an EIA according to the procedure followed in Mexico

-
- I. Generalities (name, nationality, proponent's address, etc)
 - II. Description of the project
 - III. General description of the natural and socioeconomic environment where the project will be constructed
 - IV. Complying with the norms and land use regulations in the siting area
 - V. Identification and description of the environmental impacts expected to be produced by the project or its associated activities during the different stages
 - VI. Measures to mitigate and prevent the environmental impacts identified in each stage
-

this identification was based on the description of the project that was supplied by CFE, it was cross-checked with published checklists, bibliography, and the review of previous EIAs carried out for similar projects. The environmental elements potentially affected by the project were identified in a similar way, but expert opinion was also obtained. The main objective at that moment was to arrange all the relevant elements in two extensive checklists (one for the project actions and one for the environment). Second, these checklists were used to build a two-way matrix that was analyzed, modified, and validated by all the experts involved in the project. Here, it is important to note that the expert's opinion was supported by the information previously obtained during the descriptive phase of the EIA. Experts identified the cause–effect relationships between the actions of the project and environmental elements. They filled each matrix cell with either a “+” or a “–”, depending of the forecasted outcome of the impact. If it was considered that the action of the project could increment the amount of a given environmental element then a “+” was assigned to the cell, likewise when that amount was expected to decreased a “–” was assigned. It is important to stress that the resulting matrix was filled with “+” and “–” signs that did not represent a positive or a negative impact regarding a value-laden point of view, but an increased (+) or decreased (–) outcome.

2.3. Model construction

With the above information, a general meeting was organized with all the experts involved in the EIA study. In this brainstorming session, the whole causal relationship network potentially affected by the project activities was organized in thematic modules (vegetation, social, marine, etc.) and discussed in order to build the general model structure. Matrix information was used as a guide to identify those components of the system whose values varied in time (state variables) and represented the cause–effect relationships in a modeling context (Hugget, 1993). The model was built considering only those variables that were relevant from a systemic point of view. In other words, all the variables that could produce a change in any other variable (including indirect impacts) were included in the model. Those variables that did not meet the above requisite, but were considered as relevant, given their potential impact on the environment, were evaluated at the end of the EIA during the impact evaluation process (not addressed here). We decided to leave in the model all the relationships that were identified during the brainstorming session, independently if the data generated later on, during the EIA, indicated that some activity would have no impact. This decision allowed us to evaluate and communicate the whole logical structure of all the potential consequences of the project.

The model was built using the VPL STELLA 5.1 (High Performance Systems). STELLA implements Forrester's diagrams, which were designed to represent dynamic systems where several components interact (Forrester, 1961; Haefner, 1996). Here, we provide a general introduction of the structure and nomenclature of STELLA

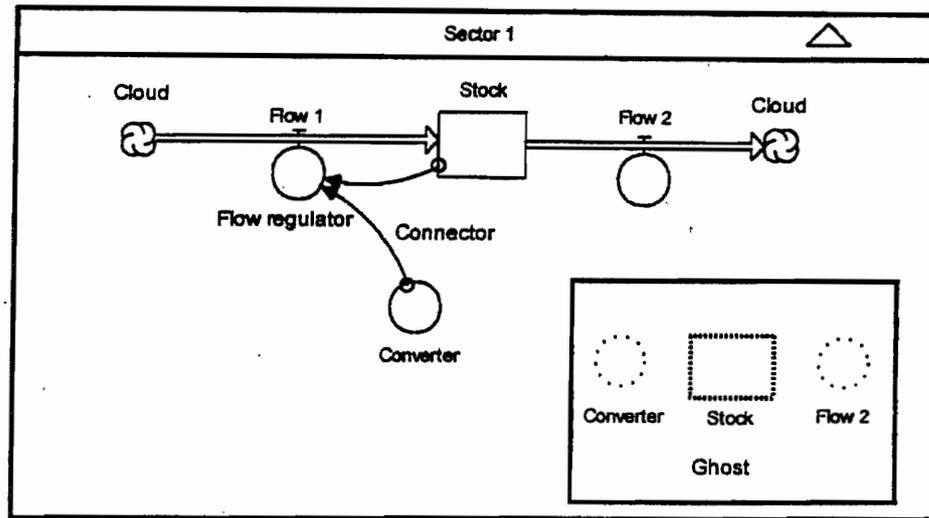


Fig. 1. The basic components of a STELLA model. When icons are drawn by a discontinuous line they represent ghosts.

language (Fig. 1). For a detailed explanation, the reader is referred to the manuals available from High Performance Systems (1996), specialized literature (Costanza, 1987; Deaton and Winebrake, 2000; Hannon and Ruth, 1994), and websites (<http://www.hp-sinc.com>, <http://sysdyn.mit.edu/road-maps/rm-toc.html#rm1>, and <http://ourworld.compuserve.com/homepages/telinges/demo.htm>).

The stocks or state variables are accumulations of anything of interest in the model, like population, vegetation, nutrients, dust, etc. They increase or decrease their values depending on the inflows and outflows associated with them. Accordingly, the flows fill or drain the stocks, depending on the direction of the arrowhead. The inflow or outflow rates are controlled by means of an algebraic expression that is entered into the flow regulator. The components of this algebraic expression are given by those elements associated with the flow regulator, which may themselves be flows, converters, or stocks. The converters are represented by circles and convert inputs into outputs, and unlike stocks, they do not accumulate. They can be constants, rates, switches, or functions (which can be input graphically). The clouds represent objects that are defined to be outside of the system and are considered as an unlimited source or sink for flows. The connectors are arrows that join the several components of the model. Components can be “ghosted” to duplicate them as needed (except connectors) to avoid crossing arrows and, in general, to enhance the readability and transparency of the model. In order to differentiate between the above elements of the model, in the case of the CT TUXPAN II PEE, we also used the nomenclature showed in Table 2.

The model produced consisted of eight environmental modules that were expected to be affected by the project and an additional module (project activities) that contained the several actions associated with the project (Fig. 2). A full description of how the vegetation sector was built is given as an

Table 2
Nomenclature used for the CT TUXPAN II PEE model

Element	Nomenclature
Stocks	name of the state variable
Flows	
Inflow	f + inc + name of the state variable
Outflow	f + dec + name of the state variable
Converters	
Constants, rates, and proportions	r + name of the converter + name of the state variable
Effects that would be present during different stages of the project	Ac + name of the converter
Calculus from different converters	c + name of the converter
Switch	Sw + name of the converter

Note: inc = increment, dec = decrement, r = rate, Ac = accumulated, c = calculation, Sw = switch.

example below. The whole model structure and the list of the equations used in it are given at www.ecologia.edu.mx/modelos.

Vegetation was divided into grassland and thorny shrubland. Because the model was the same for both types of vegetation, only the case of the thorny shrubland is described here as an example. First, we created a stock named “shrubland” that symbolized the percentage of this vegetation type in the area (Fig. 3A). In order to represent the increment of the thorny shrubland vegetation a flow (“f inc shrubland”) was connected to the above stock (Fig. 3B). It was assumed that the increment of the percentage of thorn community vegetation was regulated by the growth rate (converter “growth rate shrubland”) and the carrying capacity of the habitat (converter “r carrying capacity shrubland”) as it is shown in Fig. 3C.

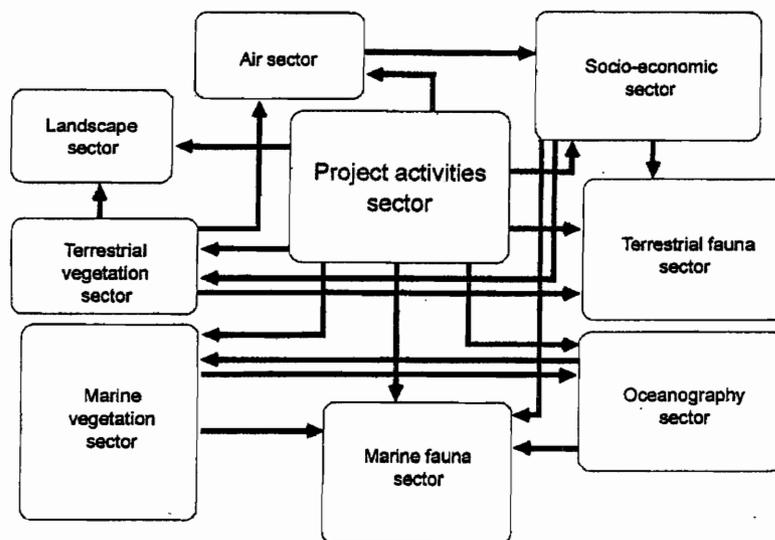


Fig. 2. Structure of the model for the CT TUXPAN II PEE. Arrows indicate the interrelationships between sectors.

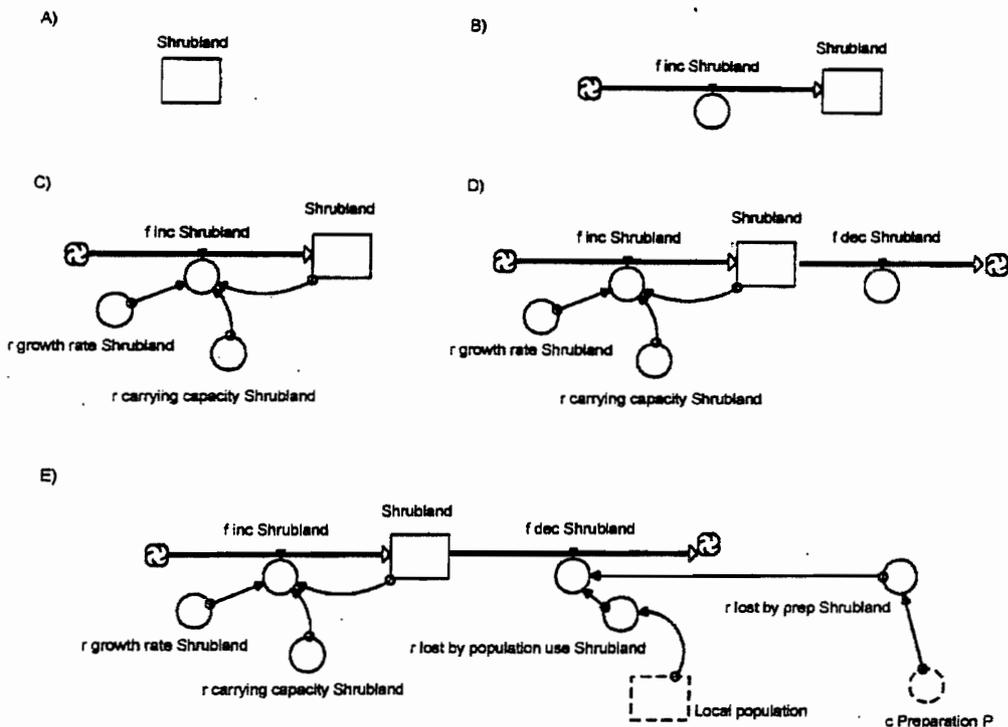


Fig. 3. Diagram of the steps followed to build the vegetation sector.

The decrement of the thorny shrubland was represented by the flow named “f dec shrubland” (Fig. 3D). It was anticipated a decrement in the abundance of thorny shrubland vegetation during the site preparation phase (indicated in Fig. 3E by the converter “r lost by prep shrubland”) and could also decrease if local population used it as firewood during the entire project (indicated by the converter “r lost by population use shrubland”). In the diagram, it is showed how both converters are connected to ghosted elements (see the broken line of the stock “local population” and the converter “c preparation P”). The values of each one of these elements were entered in a dialog box (not shown in the figures). For example, in the regulator of the flow “f inc shrubland,” the next equation was entered:

$$f \text{ inc shrubland} = \text{shrubland} \times r \text{ growth rate shrubland} (\text{shrubland} / r \text{ carrying capacity shrubland})$$

and the equation in flow “f dec shrubland” was specified as:

$$f \text{ dec shrubland} = r \text{ lost by prep shrubland} + r \text{ lost by population use shrubland.}$$

2.4. Calibration

Once the complete structure of the model was built, we established the initial values for the components of the model and entered the algebraic expressions in

the flows regulators. It is important to note that calibration was generally conducted in a qualitative way, because not much data were available to build the model in quantitative terms. In this sense, we were more interested in the shape of the responses rather than in their precise values. Thus, although in some cases, information for the initial conditions of the system was available (Table 3), in general, we specified reasonable initial values, as judged by the experts, for the state variables and for the other parameters of the model.

In the case of the converters (excepts those indicated in Table 3), their values were adjusted to represent the intensity of change on the state variables, assuming that the effects would occur within a radius of 5 km for the terrestrial system and 2 km for the aquatic system, and according to the experts opinion. Although these values were subjectively stated, we tried to arrange them considering the magnitude of each impact. For example, in the case of the terrestrial vegetation sector, if the experts stated that the impact of the site preparation would be higher than the impact caused by the use of the natural vegetation by the local population, a higher value was assigned to the former than to the latter. All the impacts were arranged in the same way. A value of 0 was entered in those converters originally identified as relevant but later on was found to be not affected given the information generated in the EIA.

Table 3
Quantitative parameters for the CT TUXPAN II PEE model

Sector	Element	Name	Value	Description
Socioeconomic	stock	local population	1340	total population of those towns nearest the site during the year of 1995
Socioeconomic	converter	r growth rate pop	-0.0011, 0.0011	monthly population growth rate in the nearest towns to the site during 1990–1995 and in the Municipality of Tuxpan, respectively
Terrestrial vegetation	converters	r carrying capacity grassland and r carrying capacity S vegetation	98	reduction of 2% of the initial area in both types of vegetation after the site preparation stage
Oceanographic	stock	pH	8	mean value obtained during the oceanographic description
Oceanographic	stock	temperature	25	mean value obtained during the oceanographic description
Project activities	converter	noise	65	expected value produced by the thermoelectric plant
Project activities	converter	ac workers acum	260, 600, 80	number of employers that would arrive to the site in each one of the stages (preparation, construction, and operation, respectively)

2.5. Simulations

The model was set to run over 300 months (25 years), showing different outcomes that allowed for the analysis of the project under different scenarios. For example, it was possible to simulate separately the effects of the project during the site preparation stage (Months 1 to 4), the construction stage (Months 5 to 16), and the operation stage (Months 17 to 300) or in conjunction. In the same way, the repercussions on each one of the sectors or all of them in conjunction could be analyzed. The outcome of the model that showed the behavior of the system considering that the project was not built was conducted assuming that variables would remain in an equilibrium state. Thus, under this scenario any simulation on any of the sectors did not give a change on the state variables (except for local population, in which official data indicated an expected decrement in the numbers of inhabitants). Users could also analyze the effectiveness of two broad mitigation measures that were introduced in the model.

The model was presented as a user-friendly graphical interface in an executable disk where interested people could consult the model and run simulations under the different scenarios. In this interface, we also provided explanations

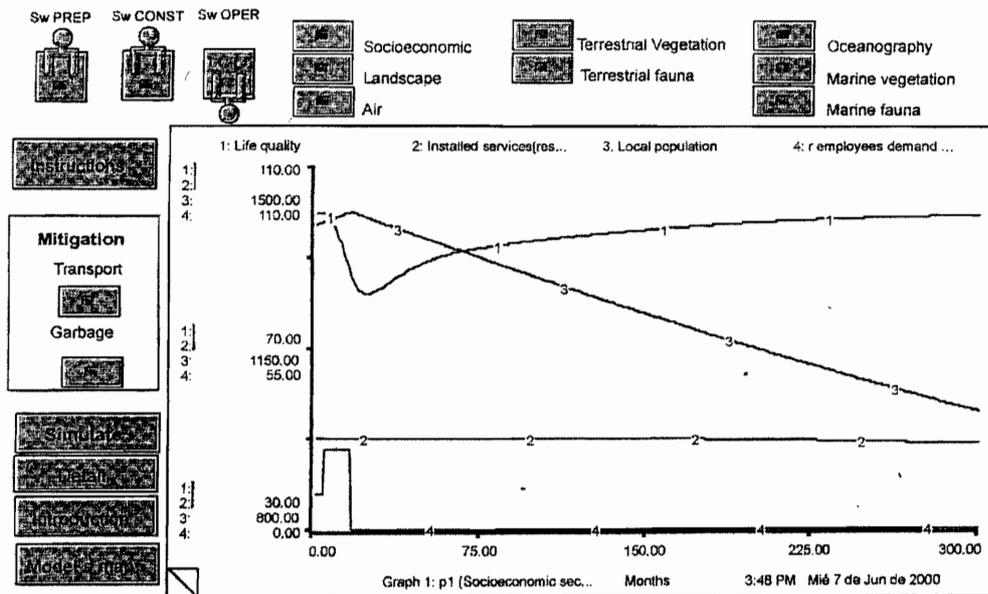


Fig. 4. Example of the simulation panel. The graph shows the behavior of some socioeconomic variables during the preparation and construction phases (note that the switch named Sw OPER is turned off). Values of the y-axis are qualitative, excepting those for the local population in which quantitative data were available (see text). Different graphs showing the behavior of other sectors can be displayed clicking on the lower triangle situated on the bottom left corner. Simulations considering the repercussion of each one, some, or all the sectors in conjunction can also be done by tuning on/off the push button switches.

about the assumptions of the models, its logical make-up, and explained how to run the several simulations (Fig. 4).

3. Discussion

EIAs are short-term studies, in which it is necessary to extract all the relevant consequences of a project and communicate them effectively using a well-established syntax, without jargon, to authorities and society. Although it has been stated that matrices are not predictive (Holling, 1978), they are still the most used technique to evaluate impacts, at least in the case of Mexico (Bojórquez-Tapia and García, 1998). Probably, this is because they are very easy to implement. Nevertheless, it is important to be careful about their usage because they could be erroneously filled. For example, during our experience in the EIA for TUXPAN II PEE, we found that in some cases, experts confused direct impacts with those that were caused by interactions of higher order.

In our case, the model-based approach was very helpful since it forced us to build an explicit representation of the various impacts, their interrelationships, and their magnitudes in time and space. This exercise also helped us to identify the gaps in information (available or not within the time frame of the study) and to clarify doubts about the project. Therefore, it was possible to have a general understanding of the complex web of potential effects that could be caused by the project. This understanding was also possible because the communication between experts was enhanced with the modeling approach. Also, it was possible to integrate the results of other simulation models that were built for specific issues. For example, we first created the models to simulate the dispersion of air pollutants and the shape and size of the thermal plume produced by the increment in temperature of water surrounding the discharge. These results were thereafter used to analyze their effect on related state variables (such as life quality and marine biota, respectively) from a systemic point of view.

The general understanding of the process and the easy communication between different disciplines derived from a common language allowed us to identify those activities that could cause secondary and higher order impacts in the elements of the social and natural environment. Also, although we only introduced two mitigation measures in the model, a complete simulation of the mitigation measures can also be done and evaluated. In this sense, once the sequence of effect is identified, then it is possible to propose mitigation measures for the initial impacts, and observe how secondary impacts could be reduced.

Certainly, other techniques, like the cause-effect networks, the KSIM and GSIM frameworks, and other qualitative and quantitative simulators models, can also be used to clarify the complex relationships in an EIA study. Holling (1978)

and Julien et al. (1992) have analyzed the advantages and disadvantages between some of these techniques. In the following section, we will emphasize some of the most relevant differences among these techniques and the use of VPLs.

In our study, cause–effect diagrams were very useful as a first approach to identify relationships of higher order. Also, after we identified direct impacts by means of a matrix, cause–effect diagrams allowed us to visualize the complex relationships between the project and the different sectors of the environment. Nevertheless, we could not represent the temporal dimension in the cause–effect diagrams in a thoroughly evident way. For example, a cause–effect diagram showed that a given action within the project would cause an impact, but it failed to represent when this impact would occur. In contrast, with the VPL, the temporal dimension was easily incorporated because the duration of each impact was established in the equations needed to build the model. Additionally, cause–effect diagrams are the connections between different elements, in which, the functional relations behind them are hidden. In a system modeling approach based on Forrester's diagrams, the functional relations are explicitly available to the user, since the several elements represented in the model are differentiated in a specific function that is defined by stocks, flows, and converters.

The KSIM and GSIM frameworks have been applied because, in general, their use allows a quick and easy evaluation of the project (Bojórquez-Tapia et al., 1998; Holling, 1978). Unfortunately, it has been stated that their intrinsic structure prevents the use of quantitative data, even when it might be available (Holling, 1978). Although the model for the CT TUXPAN II PEE was, in general, done in qualitative terms, it was possible to insert quantitative data in some sectors of the model. One characteristic of the KSIM and GSIM is that the user does not need to worry about the algorithm to conduct a simulation, because it is intrinsic to the approach. Even if the above characteristic facilitates the evaluation of the project it could be considered disadvantageous when the user wants to modify it. On the other hand, in VPLs, the user specifies both the structure and the algorithms that control the simulation. Thus, although VPLs require a more profound analysis of the problem they are more flexible to the user. Also, qualitative models based in either KSIM or GSIM approach can be easily built in VPLs, but the communication and the generation of different scenarios are more accessible in the latter.

In general, the main advantage of matrices, cause–effect networks, KSIM and GSIM frameworks, compared with VPL, is that they are notably more common than the latter, because they have been used in many EIAs. Therefore, decision-makers are more familiar with these approaches. Thus, an EIA conducted with these techniques should be evaluated more easily than an EIA based on VPLs. Nevertheless, our thesis is that a layperson can understand VPLs and if this approach is adopted in other EIAs a communication between involved parties can be enhanced with many advantages. For example, a further advantage is that STELLA has a routine to conduct sensitivity analysis (not done in the present study). In the sensitivity analysis, the effects of several values on the model's

performance can be examined and the most sensitive variables in the functioning of the system are identified (Lein, 1997). Sensitivity analyses are very helpful if it is desired to evaluate ranges of hypothetical data or those obtained by experimentation or in the field. Furthermore, STELLA has the possibility to include different kinds of functions in the model. Among these, it is possible to simulate random effects with specific statistical distributions. Therefore, if the user wants to represent the effects of a catastrophic accident (for example, the explosion of the diesel tank), it is possible to do so by incorporating a probabilistic function.

Until the development of VPLs, the structure of a model was difficult to explain and the results generated by simulations were difficult to communicate and share. Nowadays, models can be easily explained and almost anyone can understand the structure and the assumptions involved in them. However, with STELLA, it is even possible to distribute read-only versions of the model. The graphical user interface improves the communication of our findings to authorities and society as a whole. In the executable disk, these sectors of society can simulate the investor understanding of what could happen with and without the project and also criticize the model structure. Here, it is important to note that we also included the cause–effect diagrams in the report of the EIA in order to give information for those people that could not check the executable disk.

Dynamic simulation modeling has been criticized because it has been argued that it requires a fair amount of time, computer facilities, and expertise to develop the models (Holling, 1978). Nevertheless, if a clear course of action is established at the beginning of the EIA and experts are guided during this procedure, it is relatively easy to build a model in a few months or even weeks. In the case of the model CT TUXPAN II PEE, the joined application of checklists, matrices, and cause–effect networks was very helpful to guide the procedure and we did not require high mathematical and computer programming expertise to build it.

A frequent criticism to the model-based approach is that the outcome of simulations can be too easily believed by decision-makers (Holling, 1978). Nevertheless, this is not a problem of the method but rather a misunderstanding of what a simulation shows us. In this sense, it is important to clarify that models are never true and that they are a device on the formulation of hypothesis regarding the functioning of a system and as such, they assist in the decision-making process. The hypotheses can be corroborated by means of monitoring programs. Thus, in addition to the benefits that monitoring programs provide to detect negative environmental consequences, they are a source of information to model refinement.

4. How to control the quality of EIAs by means of a modeling approach?

It has been stated that many EIA generally lack the quality to assist the decision-making process (Treweek, 1996; Warnken and Buckley, 1998). For example, they

have been criticized because predictions are unclear, inaccurate, and performed without a formal analysis. In agreement with Beattie (1995), we state that the quality of an EIA must be supported by an explicit description of the assumptions and premises used in the evaluation of the impacts of the project. In this sense, although in general it is not recognized as such, behind any EIA study there is, at least, a mental model of the relationships between the activities of the project and their repercussion on the environment. Because in a model-based approach the logical structure is explicitly shown to evaluators and society, they can verify the quality of the EIA in the above terms. Thus, the more explicit and the clearer this model, the better the quality of the EIA could be and the easier its evaluation. The model-based approach also stimulates the participation of those sectors of society affected by the project, including authorities. Because all these groups can decide which are the important variables, the quality of models can be improved and, correspondingly, the decision process can be supported in a better way.

The new approaches that link different kinds of databases with GISs and modeling tools by means of a common and comprehensive language show various advantages (EPA, 1998; Maxwell and Costanza, 1995; Voinov and Costanza, 1999). We suggest that the EIA process as a whole can benefit from this approach. For example, it can enhance the communication links between authorities, proponents, and society, adopting models as an intercommunication language. The results of these models can be represented using different tools, such as GISs and VPL enabling a more accessible representation of impacts. Models can also be incorporated in decision support systems helping in the decision process by means of the consultation of different scenarios. Also, authorities can promote the generation of meta-databases conformed by reliable models and information, in order to regulate the quality of the information. The quality of each EIA can be improved and verified by means of such regulations.

Finally, the development of user-friendly programs shows that there is an increasing interest towards the opening of the modeling arena to a broader set of users. Different schools are also introducing VPL in their curricula at all educational levels, even as early as kindergarten. Thus, it seems that systems dynamic modeling will be a powerful tool to understand and communicate our relation with environment.

Acknowledgments

This study was supported by a grant from CONACYT (95012) and by program 90219 of the Instituto de Ecología A.C. We are grateful to all the participants in the EIA study and to the personnel of Comisión Federal de Electricidad for their valuable collaboration during the modeling process. We also thank David Zárate-Lomelí and Marisa Martínez for constructive comments on the manuscript.

References

- Aronoff S. Geographic information systems: a management perspective. Ottawa: WDL Publications, 1991.
- Beattie RB. Everything you already know about EIA (but don't often admit). *Environ Impact Assess Rev* 1995;15(2):109–14.
- Bojórquez-Tapia LA, García O. An approach for evaluating EIAs deficiencies of EIA in Mexico. *Environ Impact Assess Rev* 1998;18:217–40.
- Bojórquez-Tapia LA, Ezcurra E, García O. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *J Environ Manage* 1998;53:91–9.
- Canter LW. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, 1998.
- Costanza R. Simulation modeling on the Macintosh using STELLA. *Bioscience* 1987;37:129–32.
- Costanza R, Daly HE. Natural capital and sustainable development. *Conserv Biol* 1992;6(1):37–46.
- Costanza R, Duplisa D, Kautsky U. Ecological modelling and economic system with STELLA. *Ecol Modell* 1998;110:1–4.
- Deal B, Farello C, Lancaster M, Kompare T, Hannon T. A dynamic model of the spatial spread of an infectious disease: the case of fox rabies in Illinois. *Environ Model Assess* 2000;5:47–62.
- Deaton ML, Winebrake JJ. Dynamic modeling of environmental systems (modeling dynamic systems). Berlin: Springer-Verlag, 2000.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). México, DF: Diario Oficial de la Federación, viernes 13 de diciembre de 1996.
- Environmental Protection Agency (EPA). The BASINS version 2.0 user manual EPA, 1998 (EPA-823-B-98-006) USEPA, Office of Water, Washington, DC.
- Frenkiel FN, Goodall DW. Simulation modeling of environmental problems. Chichester: Wiley, 1978.
- Forrester JW. Industrial dynamics. Waltham, MA: Pegasus Communications, 1961.
- Gilpin A. Environmental impact assessment: cutting edge for the twenty-first century. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1995.
- Haefner JW. Modeling biological systems. Principles and applications. New York: Chapman & Hall, 1996.
- Hannon B, Ruth M. Dynamic modeling. New York: Springer-Verlag, 1994.
- High Performance Systems. An introduction to systems thinking. Hanover, NH: High Performance Systems, 1996.
- Holling CS. Adaptive environmental assessment and management. New York: Wiley, 1978.
- Hugget RJ. Modelling the human impact on nature. Systems analysis of environmental problems Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.
- Julien B, Ferves SJ, Small MJ. An environmental impact identification system. *J Environ Manage* 1992;36:167–84.
- Lein JK. Environmental decision making. An information technology approach. Malden, MA: Blackwell, 1997.
- Leopold LB, Clark FE, Hanshaw BB, Balsley JR. A procedure for evaluating environmental impact. Technical Report, Geological Survey Circular 645. Washington, DC: US Department of Interior, 1971.
- Maxwell T, Costanza R. Distributed modular spatial ecosystem modelling. *Int J Comput Simul: Spec Issue Adv Simul Methodol* 1995;5(3):247–62.
- Swanekamp R. Europe welcomes single-shaft CC units — in a big way. *Electr Power Int.* 1988;(Fall):34–6.
- Treweek J. Ecology and environmental impact assessment. *J Appl Ecol* 1996;33:191–9.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Application of environmental impact assessment: high-ways and dams. New York: UNECE, 1987.
- Voinov A, Costanza R. Watershed management and the web. *J Environ Manage* 1999;56:231–45.

Warnken J, Buckley R. Scientific quality of tourism environmental impact assessment. *J Appl Ecol* 1998;35:1–8.

Zárate-Lomeli D, Rojas-Galaviz JL, Saavedra-Vázquez T. La evaluación del impacto ambiental en México: recomendaciones para zonas costeras. In: Botello AV, Rojas-Galaviz JL, Benítez JA, Zárate-Lomeli D, editors. *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche, 1996, 571–586 (EPOMEX Serie Científica, 5).

3. Propuesta metodológica para la realización de Manifestaciones de Impacto Ambiental para líneas de transmisión

3.1 Introducción a la propuesta

Las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAs) se aplican en un gran número de países (Gilpin 1995, Barrow 1997). Su objetivo principal es identificar, evaluar, mitigar y comunicar las afectaciones que potencialmente puede producir un proyecto en los componentes ambientales (naturales, físicos y sociales) del entorno en donde se propone llevarlo a cabo. En México, la evaluación de impacto ambiental surgió con la promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente en 1982 y se fortaleció en 1988 con la expedición de la Ley General del Equilibrio Ecológico (LGEEPA) y el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (D.O.F 1988). En estas disposiciones se tipifican las actividades que requieren de estudios de impacto ambiental y en función de los impactos que pueden ocasionar se establecen distintas modalidades de estudio. Inicialmente, se consideraba la realización de cuatro tipos de estudios de impacto ambiental: informe preventivo y tres modalidades de MIA (General, Intermedia y Específica).

En 1996 se reformaron, derogaron y adicionaron diversas disposiciones a la LGEEPA (D.O.F 1996) y en mayo de 2000 se publicó un nuevo Reglamento con el fin de ajustarse a los cambios hechos a la Ley (D.O.F 2000). En este nuevo Reglamento, entre otras cosas se cambian las tres modalidades anteriores por las Modalidades Particular y Regional y con el fin de evitar la discrecionalidad por parte de la autoridad para adjudicar la modalidad, se especifica con mayor precisión el tipo de proyectos para los cuales aplica cada una de ellas (Cuadro 3.1)

Cuadro 3.1.- Comparativo de las dos últimas versiones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental ¹

	Reglamento de 1988	Reglamento de 2000
Guías	Nota: Indicaba la obligación de la Secretaría de considerarla para proceder a la evaluación.	Artículo 9.- La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para la presentación y entrega de la MIA. Se publicarán en la Gaceta Ecológica y D.O.F.
Información requerida	<p>Artículo 10 MIA modalidad general: I.- Nombre, denominación o razón social, nacionalidad, domicilio y dirección de quien pretenda llevar a cabo la obra o actividad II.- Descripción de la obra o actividad (...). III.- Aspectos generales del medio natural y socioeconómico. IV.- Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo. V.- Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto. VI.- Medidas de prevención y mitigación.</p> <p>Artículo 11 MIA modalidad intermedia: I.- Ampliación de los puntos 2 y 3 anteriores. II.- Descripción del posible escenario ambiental modificado.</p> <p>Artículo 12 MIA específica: I.- Descripción detallada y justificación de la obra o actividad proyectada. II.- Descripción del escenario ambiental, antes de la ejecución del proyecto. III.- Análisis y determinación de la calidad, actual y proyectada, de los factores ambientales en el entorno donde se realice el proyecto. IV.- Identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría el proyecto. V.- Determinación del posible escenario ambiental resultante. VI.- Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales.</p>	<p>Artículo 12 MIA modalidad particular: I.- Datos generales del proyecto, promovente y responsable del estudio. II.- Descripción del proyecto. III.- Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental. IV.- Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto. V.- Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales. VI.- Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. VII.- Pronósticos ambientales y en su caso alternativas. VIII.- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información.</p> <p>Artículo 13 MIA modalidad regional: I.- Datos generales del proyecto, promovente y responsable del estudio. II.- Descripción de las obras o actividades, y en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo. III.- Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables. IV.- Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región. V.- Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional. VI.- Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional. VII.- Pronósticos ambientales regionales y en su caso alternativas. VIII.- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la MIA.</p>

Cuadro 3.1.- Comparativo de las dos últimas versiones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental ¹

<p>Casos en los que se debe presentar cada modalidad</p>	<p>No se especificaba.....</p>	<p>Artículo 11.- 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>
---	--------------------------------	--

¹ Modificado de Anónimo (2000)

Las guías para realizar MIAs

Desde su inicio formal en 1988, las MIAs se han realizado utilizando las guías o instructivos que la autoridad ha creado para ese fin. No obstante que actualmente el uso de las guías no es obligado, según se aprecia en la LGEEPA y en el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (Cuadro 3.1), podrían considerarse como el marco tácitamente acordado con el cual deben hacerse estos estudios. Incluso, es difícil pensar que algún consultor realice una MIA sin la utilización de las guías, dado el riesgo que esto implicaría con respecto a la aceptación del estudio.

En la versión del Reglamento de 1988, las guías destacaban por el enfoque descriptivo con el cual se hacía el estudio de impacto ambiental. La descripción *detallada* que se solicitaba para el listado de los componentes físicos, naturales y socioeconómicos era en gran parte causa del número excesivo de volúmenes que se presentaban en algunos casos. Con los cambios en la Ley y el Reglamento fue necesario que la autoridad adecuara las guías a las dos modalidades y con el fin de sistematizar la información estas guías se emitieron por sector productivo o por tipo de proyecto. En las nuevas versiones es notable la inquietud por perfeccionar las guías anteriores y hacerlas cada vez más accesibles para los promoventes. Por ejemplo, en las guías para la modalidad Particular se ha hecho un esfuerzo por explicitar los criterios sobre los cuales el evaluador tomará la decisión con respecto a la factibilidad de ejecución de un proyecto y también se ha tratado de evitar el uso de terminología confusa. Por su parte, la guía modalidad regional destaca por la búsqueda de una mayor coordinación entre la descripción del entorno y el análisis de impactos, así como por el interés de considerar el proceso de alteración previo a la introducción del proyecto y por el enfoque funcional que se le pretende dar al estudio. Sin duda, estos son avances metodológicos y conceptuales importantes dentro del estudio de impacto ambiental que se realiza en México los cuales hay que subrayar. Cabe señalar que la autoridad tiene como plan que la emisión de guías sea un proceso dinámico en el cual cada vez surjan instructivos más acabados. De esta manera, a pesar de que la publicación de las guías para la modalidad particular es reciente (mayo de 2002), éstas ya están en un nuevo proceso de revisión para reemitirse y también están por publicarse las versiones actualizadas de la modalidad regional (INE 2002).

La descripción del entorno y el análisis de impactos

Dos de las etapas elementales dentro de la guía son la descripción del entorno en donde se desarrollará el proyecto y la identificación y evaluación de los impactos ambientales. En estas dos etapas el especialista hace una declaración formal de los aspectos que infiere son importantes de evaluar, de las consecuencias que se producirán con el proyecto y de la significancia de estas últimas en el funcionamiento del sistema. Es sobre la base de este análisis que la autoridad y la sociedad en general pueden juzgar la calidad de la manifestación y la factibilidad ambiental del proyecto. Estas dos etapas están contenidas respectivamente en los Capítulos IV y V de la guía (ver Anexo 1)). El Capítulo IV tiene como objetivo describir y analizar en forma integral el sistema ambiental que constituye el entorno del proyecto. Para ello, en primera instancia hay que delimitar el área de estudio del proyecto sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación. El siguiente paso es caracterizar y analizar el medio ambiente y finalmente con la información obtenida, hay que realizar un diagnóstico ambiental sobre el entorno donde se ubicará el proyecto. Por su parte, el Capítulo V tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos significativos que generará el proyecto sobre el sistema ambiental regional. Una vez realizado lo anterior, se delimita el área de influencia del proyecto y se propone el escenario posible si se llega a desarrollar éste.

En la literatura existen diferentes herramientas metodológicas tanto para describir el escenario en donde se realizará el proyecto como para identificar y evaluar los impactos. En el primer caso, se han propuesto varios índices y métodos basados en la sobreposición cartográfica que integran los datos de varios aspectos de los medios biofísico y socioeconómico (Canter 1993, INE 2002). Por

su parte, aunque la lista de métodos para la identificación y evaluación de impactos es mucho más amplia, es común el uso de listas de revisión, matrices tipo Leopold y diagramas de redes (INE 2000, INE 2002, Pérez-Maqueo *et. al* 2001).

A pesar de los ajustes al proceso de impacto ambiental y de que la autoridad sugiere el uso de las herramientas anteriores, en la práctica la realización de la MIA con las guías vigentes es complicada debido a deficiencias que se señalarán con mayor detalle en su oportunidad. Por el momento, se puede resumir que en particular la solicitud de información que se hace en algunos de los apartados de los Capítulos IV y V tiende a ser confusa y repetitiva. Probablemente, esto se debe a que no hay una declaración explícita del hilo conductor del estudio con el cual poder visualizar los resultados finales que se alcanzarán con el seguimiento de la guía en cada uno de los Capítulos. A lo anterior, hay que agregar que algunos de los conceptos y criterios sugeridos para evaluar el entorno y para calificar los impactos carecen de una definición operativa o existe poca articulación entre ellos.

Por otro lado, las líneas de transmisión tienen la peculiaridad de afectar a lo largo de su trazo zonas con características distintas. Entre otras cosas, estas zonas pueden diferir por la calidad de los servicios y bienes ambientales que proveen o por el interés desde el punto de vista antropocéntrico que se les atribuye a cada una de ellas (zonas de cultivo, áreas naturales protegidas, zonas prioritarias para la conservación, etc.). Desde la perspectiva de este trabajo se considera que en la descripción del entorno y en la evaluación de impactos se debe reconocer dicha heterogeneidad espacial. Por lo tanto, el análisis debe realizarse para cada una de las zonas o unidades ambientales por donde cruza el trazo de la línea, así como para el conjunto de ellas

con el fin de considerar la repercusión total del proyecto y de las afectaciones que operan aún en su ausencia.

3.2 Objetivos

Durante la ejecución de MIAs realizadas conjuntamente con un equipo de trabajo del Instituto de Ecología, A.C. (Instituto de Ecología, A.C. 2001a, 2001b, 2002) fue necesario ajustar algunos de los puntos de las guías tratando de superar las dificultades mencionadas. Con base en la experiencia obtenida en estos estudios se ha obtenido gradualmente un mayor entendimiento sobre los aspectos relevantes a considerar en los estudios de impacto ambiental para líneas de transmisión. En este sentido, el objetivo de esta sección de la Tesis es presentar una propuesta metodológica que atienda las limitaciones de las nuevas guías sin apartarse de los temas solicitados en las secciones que la componen. La propuesta, se centra en los Capítulos IV y V y en particular atiende a lo estipulado en los apartados IV.1 IV.2.4., IV.2.5 y V.1.3, V.2 y V.3 de la guía modalidad regional para líneas de transmisión, anexada a este documento (INE 2000). Cabe mencionar que aunque la propuesta fue desarrollada para este tipo de proyectos fácilmente puede adaptarse para proyectos de otros sectores o de la modalidad particular.

Descripción general de la propuesta

La Figura 3.1 esquematiza la idea general de la propuesta. En primer lugar, es indispensable tener un modelo conceptual y preliminar de las relaciones causales entre las acciones específicas que se llevarán a cabo durante la construcción y operación de la obra y sus efectos sobre los

componentes físicos, naturales y socioeconómicos. Este modelo se elabora a partir de la información presentada en la descripción del proyecto (Capítulo II) y de la consulta a fuentes bibliográficas y documentales para proyectos similares (por ejemplo, otras MIAs). Además, se debe contar con una revisión exhaustiva de los planes de desarrollo y de la legislación que norma al proyecto (NOMs, ordenamientos, áreas naturales protegidas, etc) Lo anterior, con el fin de conocer el desarrollo potencial de la zona (planes de desarrollo) y evitar la evaluación por duplicado de impactos que ya son regulados por estos instrumentos, los cuales por ley deben ser respetados por los promoventes. Al respecto hay que aclarar que una de las funciones de la MIA es precisamente atender aquellas consecuencias para los cuales o no existe una regulación o esta no es suficiente dada la complejidad de relaciones causales que se establece a la hora de ejecutar la obra. En este sentido, resulta muy útil valorar si las indicaciones y límites establecidos en los ordenamientos legales anteriores son razonablemente adecuados para conducir el proyecto en condiciones ambientalmente favorables. De ser así, bastará con conducir el proyecto en los términos de estos ordenamientos. De lo contrario, habrá que incluirlos en el análisis. Como se detallará en su momento, contar con esta revisión es sumamente útil durante todo el proceso de la propuesta.

La propuesta conduce el análisis hasta la obtención de una serie de valores (índices) con los cuales comparar la afectación que se produce en el sistema en donde se pretende realizar el proyecto. Los índices cuantifican los siguientes aspectos.

- La criticalidad o importancia de las unidades ambientales del entorno en donde se desarrollará el proyecto (índice: Importancia de la unidad ambiental).

- El potencial de afectación de estas unidades ambientales considerando su fragilidad, vulnerabilidad y reversibilidad (índice: Potencial de Afectación).
- La relevancia de los impactos en función de la extirpación potencial de especies en cada una de las Unidades Ambientales (índice: Extirpación de especies en cada unidad ambiental).
- La afectación relativa de las acciones del proyecto sobre los componentes que constituyen estas Unidades Ambientales (índice: Valor Relativo de Impacto).
- El impacto en cada componente ambiental producido por el conjunto de actividades del proyecto (índice: Impacto total para cada componente)
- El impacto producido por la totalidad de acciones del proyecto y sobre el total de Unidades Ambientales (índice: Impacto Total de Todo el proyecto).
- La relevancia de los impactos considerando la importancia de la unidad y la Magnitud del Impacto (índice Relevancia de Impacto en cada unidad ambiental)

Los índices están basados en una serie de conceptos teóricos que sustentan el razonamiento que se sigue en el análisis descriptivo del entorno y en la identificación y evaluación de impactos. Aunque en conjunto estos índices se articulan en una propuesta integral, es necesario con el fin de ganar claridad, separar la explicación de cada uno de ellos. En este sentido, el Capítulo presenta en los dos apartados siguientes: “Descripción del sistema ambiental regional” y “Análisis de Impactos” la explicación del marco conceptual utilizado, así como el procedimiento a seguir para su desarrollo. Al final del Capítulo se proporciona el esquema global que resume los pasos a seguir en la propuesta con el cual se pueden organizar las actividades para ejecutarla y darle

seguimiento. Finalmente, se discute sobre algunas consideraciones generales y se presentan las ventajas y desventajas detectadas en la ejecución de la propuesta.

Para ejecutar la propuesta además de los índices es necesario apoyarse en las siguientes herramientas metodológicas: sobreposición cartográfica por medio de un SIG, lista de revisión, matrices, diagramas de redes y modelo de simulación. En particular, hay que señalar que en el Capítulo 2 de la Tesis (Pérez-Maqueo *et al.* 2001) se discutió sobre las ventajas que ofrece el uso de modelos de simulación para identificar y comunicar los impactos ambientales. En esta sección, el modelo además de permitir incorporar la dimensión temporal y generar distintos escenarios tiene la función de darle estructura al estudio. Por otro lado, dadas las necesidades que surgieron durante la realización de MIAs con la guía referida, fue necesario tener una herramienta con la cual recabar en forma sistemática la información de campo para realizar el análisis. En consecuencia, se creó el “Manual del Prospector de Impactos”, el cual se suma a esta lista de herramientas metodológicas. El manual además de las instrucciones para su uso, está conformado por una serie de definiciones para realizar el análisis y el material necesario (imagen de satélite y formatos) con el cual cada uno de los equipos que visitan el sitio en donde se desarrollará el proyecto debe recabar la información. Durante el desarrollo del apartado “Descripción del sistema ambiental regional” se explica el uso que se le da a la información recabada.

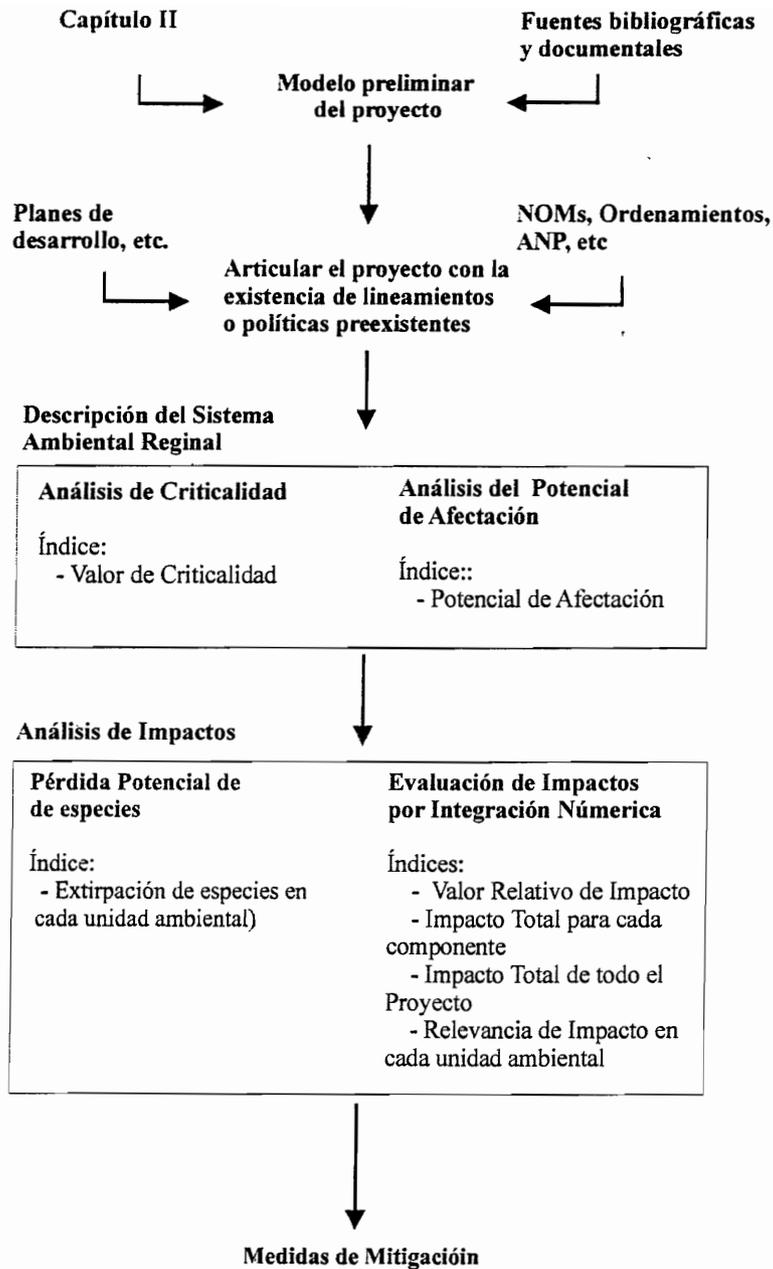


Figura 3.1.- Esquema general de la propuesta

3.3 Descripción del Sistema Ambiental Regional

Uno de los pasos elementales dentro de la MIA es hacer la descripción del entorno en donde se desarrollará el proyecto (Canter 1998). De acuerdo con el Consejo de Calidad Ambiental de los Estados Unidos (CEQ 1978) los dos propósitos principales de esta descripción son: 1) evaluar la calidad ambiental existente, así como los impactos ambientales de las alternativas que están siendo estudiadas, incluyendo las alternativa de no-actuación y 2) identificar los factores o las áreas geográficas ambientalmente significativas que podría excluir el desarrollo de una alternativa o alternativas dadas (es decir, “la identificación de cualquier “efecto funesto” en el emplazamiento del proyecto propuesto”). El CEQ (1978) también establece que:

“El Estudio de impacto ambiental describirá sucintamente el entorno de las áreas que serán afectadas o creadas por las alternativas bajo consideración. Las descripciones no serán más extensas de lo que sea necesario para entender los efectos de la alternativas, los datos y análisis del estudio serán proporcionales a la importancia del impacto, con la documentación menos relevante resumida, integrada o simplemente aludida. Las agencias evitarán el contenido superfluo en el estudio y concentrarán los esfuerzos y atención sobre las cuestiones de importancia. Las descripciones prolijas del entorno afectado no son en sí una medida de exactitud del estudio de impacto ambiental”.

En el caso de México, para describir el entorno ambiental, la guía contempla el cumplimiento de los puntos que se señalan en el Cuadro 3.2. Con relación a la determinación del área de estudio, además de los criterios que se indican en la guía, sería muy útil tener una idea de la propagación

espacial de los impactos producidos por las líneas de transmisión. Desafortunadamente hasta donde se sabe, no existe un trabajo que permita conocer la extensión de los impactos ocasionados por estos proyectos. Los trabajos existentes para proyectos lineales se centran principalmente en el efecto de caminos (Leclerc y Rodríguez-Chacón 1998). Estos autores proponen un modelo exponencial que predice el impacto perpendicular a 3 km producido por tala, agricultura, etc; en el trazo de caminos, brechas y veredas. A partir de esta referencia y previniendo que el proyecto pueda afectar mas allá de los 3 km, se propone aumentar 2 km más al área de posible impacto y proponer el mismo modelo exponencial. Así, se considera que el área de 5 km permite describir los componentes ambientales que pueden llegar a ser afectados por la línea. Otra de las propuestas sobre este punto es dividir el trazo de la línea en segmentos de análisis. El trazo se puede segmentar en función de diferentes criterios dependiendo del interés del estudio. Por ejemplo: división política, estado de conservación y conformación fisiográfica del entorno, etc.

Cuadro 3.2 Síntesis de los apartados solicitados en el Capítulo IV de la guía modalidad regional

IV.1 Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se deberán considerar las siguientes características del proyecto:

- Dimensiones.
- Distribución espacial de las obras y actividades del proyecto, incluyendo las asociadas y/o provisionales.
- Tipo de obras y actividades a desarrollar.
- Ubicación.

Si en el área de estudio existe un ordenamiento ecológico decretado, la información anterior se utilizará para identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto. El conjunto de unidades ambientales completas identificadas será el área de estudio.

Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado, se utilizará la información sobre las características del proyecto mencionadas anteriormente y se establecerán los límites a través de interrelacionar dicha información con los siguientes criterios:

- Rasgos geomorfoedafológicos.
- Límites políticoadministrativos.
- Tipos de vegetación.
- Regiones productivas.
- Cuencas hidrológicas
- Relaciones económicas entre municipios

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

Realizar la caracterización del medio abiótico, biótico, social, y económico, considerando un periodo que comprenda desde el momento que se inicia el proyecto, con una retrospectiva de 20 años. Para ello se tomará en cuenta, como mínimo, la información contenida en las tablas 11, 12, y 13 (ver Anexo 1). Si alguno o algunos de los elementos mínimos a considerar para la caracterización y el análisis de un componente ambiental no es aplicable por el(os) tipo(s) de proyecto(s) que se va a desarrollar o por el lugar donde se va a ubicar éste, el responsable del estudio de impacto ambiental podrá omitirlo del análisis. No obstante, será necesario que se justifique esa decisión. Asimismo, podrá incluir otros elementos además de los señalados en las tablas, si considera conveniente hacerlo.

IV.2.1. Medio físico (ver Anexo 1)

IV.2.2. Medio biótico (ver Anexo 1)

IV.2.3. Aspectos socioeconómicos (ver Anexo 1)

IV.2.4. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

A partir de la caracterización realizada en el apartado anterior, describir en forma cualitativa la estructura del sistema ambiental regional del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto. Poner énfasis en las principales interrelaciones detectadas y en los flujos principales. Asimismo, identificar aquellos componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas en el funcionamiento del sistema.

IV.2.5. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

Una vez identificados los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas del sistema ambiental, realizar un análisis de cada uno de ellos para determinar su potencial de afectación. El resultado de dicho análisis permitirá establecer la magnitud e importancia de los posibles impactos ambientales y los parámetros a utilizar para la construcción de escenarios predictivos.

IV.3. Diagnóstico Ambiental Regional

Realizar un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental regional. Éste debe presentarse por escrito y con apoyos gráficos. La cartografía deberá presentarse en escala 1:20 000 o mayor.

IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional.

Con apoyo en los resultados generados en el diagnóstico ambiental regional, identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensificación de las actividades productivas, considerando su comportamiento en el tiempo y el espacio.

IV.5. Construcción de escenarios futuros

Sobre la base de la información compilada y analizada en las secciones anteriores, formular y aplicar modelos predictivos de los escenarios posibles para la región de estudio, sin considerar el proyecto como una variable de cambio. Para la predicción se considerarán tres plazos: corto (hasta cinco años), mediano (de seis a 15 años) y largo (de 16 años en adelante): Para la presentación cartográfica se utilizará una escala 1:20 000 o mayor.

Por otro lado, la guía señala que en caso de existir Unidades de Gestión Ambiental (UGA) establecidas por el Ordenamiento Ecológico estas deberán ser consideradas en la identificación de las unidades ambientales que en conjunto delimitan el área de estudio. La presente propuesta incluye además de la consideración de estas áreas lo señalado en la NOM-113-ECOL-1998 y la NOM-114-ECOL-1998. En apego a la filosofía que sugieren estas NOMs que delimitan la forma como deben llevarse a cabo los proyectos de construcción de líneas de transmisión eléctrica y subestaciones eléctricas en zonas “habitadas”, se caracteriza el territorio de estudio en dos tipos de zonas según el uso del suelo y de acuerdo con las definiciones que contienen las citadas NOM: 1) “habitadas” que comprende sitios con uso de suelo urbano, suburbano, rural, agropecuario, industrial, de equipamiento urbano o de servicios y turístico y 2) “naturales” que son sitios con bosques, terrenos forestales, selvas, desiertos, sistemas ribereños, costeros y lagunares donde sus características ecológicas naturales y biodiversidad no hayan sido alteradas, áreas consideradas como zonas de refugio y de reproducción de especies migratorias, áreas que sean el hábitat de especies consideradas como raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-ECOL 1994¹ y aquellas zonas que están consideradas como áreas naturales protegidas en términos del artículo 46 y demás relativos de la LGEEPA.

En los sitios definidos como “habitados” se aplican los lineamientos establecidos en la NOM-114-ECOL-1994 y en la NOM-113-ECOL-1998. Este enfoque se basa en la consideración de que los elementos contenidos en este tipo de sitios ya han sido alterados y por lo tanto no contendrán elementos ambientales relevantes o críticos de consideración. Por tanto se considera necesario

¹ Cabe aclarar que la versión más reciente de la NOM-059-ECOL se publicó en 2001

conducir el proyecto de acuerdo con los lineamientos que especifica esta NOM, los que constituyen una guía base para minimizar las afectaciones ambientales que producirá el proyecto.

En el caso de sitios “naturales” se considera que todos los tipos de vegetación presentes en el trazo de la línea son relevantes. Lo anterior, debido a que cada uno de ellos son sistemas ecológicos que proveen de una serie de servicios ambientales, son sitios de interés desde el punto de vista social para la conservación y además son utilizados por los habitantes de los alrededores.

Para fines prácticos, en la propuesta la unidad ambiental se considera como un territorio definido por atributos de vegetación semejantes y contiguos. En este sentido, los sitios naturales son etiquetados por el tipo de vegetación dominante y definido como unidad ambiental. Las unidades ambientales están constituidas por componentes ambientales. Los Componentes Ambientales se definen como entidades biológicas que constituyen la unidad ambiental, en este caso se tomaron los órdenes (desde el punto de vista taxonómico para fauna) en los diferentes tipos de vegetación.

El siguiente paso es caracterizar y analizar el medio ambiente y finalmente con la información obtenida, hay que realizar un diagnóstico ambiental sobre el entorno donde se ubicará el proyecto. Un aspecto importante de señalar del enfoque de la guía es que contrario a algunas propuestas para elegir las variables utilizadas en el análisis del entorno, primero se describen los componentes ambientales (apartado IV.2, Cuadro 3.2) y posteriormente se identifican cuales de ellos son importantes (críticos o relévanes), como se aprecia en el apartado IV.2.4 (Cuadro 3.2). El problema con este enfoque es que en sistemas complejos, como los que se analizan cuando se quiere evaluar de manera integral la repercusión de un proyecto, la descripción detallada y aislada de los componentes del sistema es inútil (Di Castri 1992). Para evaluar el sistema es necesario

que la recolección de datos se haga de manera selectiva a partir de una hipótesis de trabajo (Di Castri 1992). De lo contrario, el resultado son MIAs enciclopédicas, poco articuladas en la formulación de relaciones de causa efecto y crípticas con relación al hilo conductor de la propuesta que ofrece este instrumento.

De hecho, con las nuevas guías prácticamente poca de la información descriptiva que se recaba previamente es útil para el análisis que se solicita en los apartados posteriores. Esto puede desencadenar en al menos dos tipos de análisis. En el primero de ellos, es probable que el consultor presente para el apartado IV.2.4 una reiteración de la descripción de las variables que se consideraron en el inventario, tal vez con alguna conexión entre ellas. En el segundo tipo de análisis, el consultor está obligado además de reportar el inventario previo, a obtener otra serie de datos complementarios con el fin de cumplir con lo señalado en los nuevos apartados de la guía.

La elección de las variables para el análisis es un problema detectado ya con anterioridad en otros trabajos. Suter (1993) plantea que a diferencia del análisis de otros riesgos (como por ejemplo, el de la salud), el que se realiza en sistemas ecológicos presenta dificultades en la definición de objetivos y procedimientos específicos. En general, existe incertidumbre sobre si el análisis debe hacerse considerando propiedades a nivel ecosistema tales como producción o diversidad, o centrarse en especies representativas, o con valor comercial o estético. Desafortunadamente, dada la diversidad del mundo biológico y social y los múltiples valores puesto en ella por la sociedad, no hay una lista universal de estas variables (Suter 1993). Suter (1993) considera que para el análisis de riesgo hay cinco criterios que cualquier variable de interés debe satisfacer y que podríamos retomar como una primera aproximación para el caso de las MIAs. Los cinco criterios son:

- relevancia social,
- relevancia biológica,
- una definición operacional sin ambigüedades,
- accesibilidad a predicción y medición y
- susceptibilidad al agente dañino.

Para identificar aquellas variables que son importantes (críticas o relevantes) quien realiza la MIA puede consultar el Glosario (incluido en el Apéndice X de la guía, Anexo 1) y elegir las de acuerdo con los siguientes criterios:

Componentes ambientales críticos. Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Aunque en los criterios de la guía se omite la definición de algunos conceptos como fragilidad y vulnerabilidad y tienden a ser circulares con lo requerido en el apartado IV.2.4, en lo general, concuerdan con lo establecido por Suter (1993). No obstante, en el presente trabajo se plantea que

además de estos criterios, es necesario hacer más explícita la postura desde la cual se realiza el análisis. Al respecto, recientemente los trabajos de Daily (1997) y Costanza *et al.* (1997) han destacado la importancia de reconocer a los ecosistemas como proveedores de servicios y bienes para el ser humano y así determinar la relevancia de su consideración en la toma de decisiones. De acuerdo con esta postura, en este trabajo se considera que uno de los propósitos fundamentales del análisis de impacto ambiental es la determinación de las afectaciones a los servicios ambientales que genera la estructura y función del sistema ambiental. Como se verá, los servicios y bienes ambientales tienen importancia desde las vertientes de análisis que solicita la guía y quedan integradas bajo un mismo concepto.

Servicios ambientales

La noción de “servicios ambientales o servicios del ecosistema” desarrollada por Daily (1997) tiene hoy en día buena aceptación dentro de foros académicos y una amplia difusión incluso fuera de ellos (Salzman 1998). *Los servicios del ecosistema son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman sostienen y satisfacen la vida humana*” (Daily 1997). Dentro de los servicios ambientales están las funciones de soporte de vida tales como: reciclaje, limpieza y renovación y también están contemplados la producción de *bienes del ecosistema* como alimento, forraje, madera, combustible, fibras naturales productos farmacéuticos, etc, así como beneficios intangibles estéticos y culturales (Daily 1997). El Cuadro 3.3 presenta un desglose de algunos de estos servicios.

Cuadro 3.3 Servicios ambientales según Mooney y Ehrlich (1997)

- Mantenimiento de una biblioteca genética
- Reciclaje de materiales (purificación y descomposición de desechos)
- Composición de la atmósfera
- Regulación del clima
- Control de inundaciones y sequías
- Mantenimiento de pesquerías
- Formación de suelo
- Retención del suelo
- Mantenimiento de la fertilidad del suelo
- Control de plagas
- Polinización por insectos [y otros organismos]

Uno de los aspectos que mayor interés y controversia ha originado el paradigma de los servicios ambientales es su valoración. La inquietud de asignarle un valor a estos servicios surge de la preocupación de varios investigadores quienes percibían una falta de apreciación pública de la dependencia que tiene la sociedad con los ecosistemas naturales (Daily 1997). En consecuencia, Costanza *et al.* (1997) estimaron el valor económico de 17 servicios del ecosistema en 16 biomas basados en estudios publicados. Estos autores además del valor total de la biosfera que en promedio sería de 33 trillones de dólares americanos (con un intervalo de 16 a 54 trillones) estiman el valor por hectárea de cada uno de los biomas analizados. Costanza *et al.* (1997) discuten que un uso importante para los datos que reportan sería en la apreciación de proyectos, en donde la pérdida de servicios del ecosistema debe ser pesada contra los beneficios de la actividad a desarrollarse. Además argumentan que debido a que los servicios del ecosistema están fuera del mercado son frecuentemente ignorados o desvalorizados, llevando al error de construir proyectos en los cuales los costos sociales son mucho más importantes que sus beneficios.

Las estimaciones realizadas por Costanza *et al.* (1997) hacen atractiva la idea de valorar la importancia del entorno en donde se desarrollará el proyecto tomando como parámetro un valor

monetario para cada una de las hectáreas afectadas. Sin embargo, la propuesta de estos investigadores ha sido objeto de críticas sobre todo en relación con los métodos usados para adjudicar el precio a cada uno de los servicios ambientales (Sagoff www.puaf.umd.edu/IPPP/NATURE.HTML). Estas críticas dejan ver que el asunto de poner precio a los servicios ambientales no está totalmente resuelto, y mucho menos acordado. Incluso, hoy en día no existe un marco legal que reglamente su instrumentación, por lo cual sería inapropiado adjudicarle un precio a las áreas en función de los servicios ambientales dentro de la MIA. Dado lo anterior, en la propuesta metodológica que se presenta se utiliza el concepto de servicios ambientales como un indicador de la importancia (criticalidad) del entorno en donde se desarrollará el proyecto, pero se reserva la adjudicación de un valor en términos monetarios.

Por otro lado, actualmente se reconoce que la gama de pérdida de servicios ambientales tras la pérdida de especies puede fluctuar desde lo trivial hasta lo catastrófico, obviamente dependiendo de la magnitud de la afectación y del grado de control que las especies afectadas ejercen sobre el sistema (Mooney y Ehrlich 1997, Ehrlich y Mooney 1983). Este razonamiento apunta a que la integridad biótica del sistema es un elemento fundamental en el análisis. Sin embargo, es prácticamente imposible contar con información completa y confiable sobre la biodiversidad como para hacer un análisis de esta naturaleza en forma detallada. Un auxiliar viable para hacerlo es recurrir al uso de la relación biodiversidad/área (Rosenzweig 1997), que ha sido razonablemente documentada en la literatura especializada y que permite establecer pronósticos sobre el grado de afectación a la biodiversidad en general que cabría esperar. De hecho, en gran parte este mismo enfoque ha sido usado repetidamente en la literatura especializada para la estimación del riesgo de pérdida de la riqueza biológica. La forma como la biodiversidad puede influir en el aprovisionamiento de bienes y servicios ambientales es un tema activo de

investigación en ecología. Tilman (1997) explora ésta relación y encuentra que muchos aspectos de la estabilidad, el funcionamiento y la sustentabilidad del ecosistema dependen de la biodiversidad. Esta dependencia está relacionada con el mayor número de papeles funcionales distintos que son posibles en un ecosistema que contiene más especies. Obviamente, la complejidad de las interacciones imposibilita el desarrollo de una relación precisa entre área, pérdida de especies y valor económico. Sin embargo, es claro que existe una relación positiva entre el área de una unidad ambiental natural y su valor económico, así como en la magnitud de servicios ambientales que se pueden usufructuar. Al ser el área una variable operacional es posible, como veremos con mayor detalle en el apartado 3.4 referente al análisis de impactos, realizar la evaluación de impactos con un menor grado de subjetividad.

Análisis de Criticalidad

El hecho de no adjudicarle un precio a cada una de las áreas que potencialmente pueden ser afectadas por el proyecto obliga a incluir otros criterios de valoración. En este sentido, la importancia de las unidades ambientales en función de los servicios del ecosistema se realiza en el análisis de criticalidad de las áreas potencialmente afectadas por el proyecto y se establece con el cálculo del índice denominado Importancia de la Unidad Ambiental (IUA).

$$IUA_i = RF_i \times CH_i \quad (1)$$

IUA_i = Importancia de la unidad ambiental i como proveedora de hábitat para la

fauna

RF_i = Riqueza de fauna.- Número de especies identificadas en el la unidad ambiental i

CH_i = Calidad del hábitat que brinda la vegetación en la unidad ambiental i

Este índice está conformado por dos parámetros. El primero de ellos cuantifica la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que se estimó alberga cada unidad ambiental. Como se señaló, la riqueza biológica es un indicador importante en la evaluación de los servicios ambientales provistos por los ecosistemas. El otro componente del índice IUA valora cada una de las zonas susceptibles a ser impactadas considerando la provisión que éstas hacen como hábitat para las especies contenidas en ellas (lo que a su vez se correlaciona con el control de la erosión y la regulación micrometeorológica entre otros servicios ambientales).

Con lo anterior, se admite que la totalidad de los servicios ambientales de los cuales se mencionaron algunos ejemplos en párrafos anteriores no está incluida dentro del índice que se propone. No obstante, el sentido de la propuesta es el de incorporar en la medida de lo posible estos servicios, lo cual se logrará conforme la disponibilidad de datos y modelos aplicables se incrementa.

La calidad del hábitat (CH_i) se evalúa tomando en cuenta la complejidad estructural de la vegetación, la que a su vez se considera un indicador de la disponibilidad de sitios de refugio y recursos para cada clase faunística. Se considera a la calidad de hábitat como las condiciones que incrementan la sobrevivencia y la reproducción de un individuo. Esta variable se cuantifica de acuerdo con la cobertura relativa de cada uno de los estratos de cada tipo de vegetación (y_{ij}) presente en el área obtenida de la descripción de la vegetación (ver ejemplo de estos valores en el Cuadro 3.4) y una medida de la importancia que cada estrato tiene para cada grupo faunístico

(E_{ij}). Para calcular y_{ij} (ecuación 2) se eligen sitios de muestreo de la vegetación que, dadas sus características estructurales, sean considerados representativos de las unidades ambientales identificadas en el área y afectadas por el proyecto.

SITIO**	1	3	4	7	22	19	29	31
Árboles	3.15	0.99	1.28	4.21	0.9	2.4	3.84	1.74
Arbustos	0.77	1.79	0.79	1.2	0.06	0.07	0.22	2.43
Hierbas	0.292	0.657	0.119	0.865	0.43	0.051	1.112	0.335

*Valores totales tomados de los parámetros estructurales presentados en el apartado de Vegetación de la MIA Modalidad Regional Líneas de Transmisión (L.T.) Manuel Moreno Torres – Juile, Juile – Cerro de Oro, Cerro de Oro Entq.-Temascal II/Juile y de las Subestaciones Eléctricas (S.E.) Juile Ampliación y Cerro de Oro Maniobras.

** El número del sitio sólo es una etiqueta de identificación.

Por otra parte, la importancia (E_{ij}) se calcula de acuerdo con los puntajes que se obtienen con base en la opinión de expertos, a quienes se pide distribuyan tres puntos para calificar la importancia de los estratos de vegetación para la sobrevivencia de cada grupo faunístico. El Cuadro 3.5 muestra un ejemplo de estos puntajes.

Clase	Estrato		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Anfibios	0	1	2
Reptiles	0	3	0
Aves	2	1	0
Mamíferos	2	1	0

Nivel de importancia: 0= mínima, 1= baja, 2=media, 3= alta

Así, el cálculo de CH_i se realiza de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CH_i = \sum_i \sum_j E_{ij} y_{ij} \quad (2)$$

Por otro lado, la valoración de un ecosistema también depende del tipo de especies que lo conforman. En la práctica, es justificado hacer grandes desembolsos para salvar algunas especies. En estos casos, el valor de las especies viene a ser sustituto del valor del ecosistema. Estas especies generalmente se encuentran catalogadas dentro de listados de protección como la NOM-059-ECOL, en sus diversas variantes 1994 a 2001. Frecuentemente estos listados contienen a aquellas especies de orden mayor en la cadena trófica, las que al tener mayores requerimientos son indicativas de la salud del ecosistema entero (Goulter y Kennedy 1997). Por lo tanto, la inclusión de las especies NOM como un parámetro de valoración de cada una de las áreas resulta indispensable en el análisis de criticalidad que se realiza en la propuesta. En este sentido, para cada unidad ambiental la estimación se basa, para cada especie, en dos aspectos: el estatus de conservación (*s*), y la confiabilidad de su presencia en el área (*c*). En primer lugar, se pondera el status en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo a la siguiente escala: En peligro de extinción = 4, Amenazada = 3, Rara = 2 y Sujeta a protección especial = 1. La información relacionada con el método de identificación de la especie se utiliza como una medida de la confiabilidad en la determinación de la especie. Así, si los individuos fueron colectados, observados u oídos en el estudio se considera altamente confiable y se le asigna un valor de 4. Si la presencia de la especie fue determinada por métodos indirectos en el sitio (huellas, excretas, rascaderos, o echaderos) se considera información confiable y se le asigna un valor de 3. Para las especies que han sido capturadas u observadas en otros estudios en la zona se les asigna el valor 2. Finalmente, si la especie sólo ha sido reportada con distribución potencial en el sitio por CONABIO u otra fuente bibliográfica se califica con 1. Con las calificaciones del estatus y la

confiabilidad en la determinación de la especie se calcula el índice de importancia por especies NOM (VN):

$$VN_j = \sum_i S_i C_{ij} \quad (3)$$

donde S_i es el coeficiente asociado con el estatus de la especie i y C_{ij} es la confiabilidad de la ocurrencia de la especie i en la unidad ambiental j .

El interés de los grupos sociales para la conservación es otro aspecto importante que debe ser considerado. Dicho interés puede incorporarse en el análisis como una función dentro del área ocupada por el trazo del proyecto, de la superficie de la unidad ambiental (j) contenida en la propuesta (i) para la conservación (A_{ij}), ponderado por el nivel de compromiso logrado (O_i vale 2 si el área ha sido legalmente decretada y 1 si sólo está propuesta formalmente y está siendo activamente considerada para su posible reconocimiento oficial). Para normalizar el estimador se emplea el área total ocupada por el proyecto (AT_j) de la unidad ambiental que contiene al área de protección.

$$VIC_j = \frac{\sum_i A_{ij} O_i}{AT_j} \quad (4)$$

donde VIC_j es el valor de importancia para la conservación de la unidad ambiental j .

También es importante contabilizar la superficie efectiva que figura en las propuestas de conservación. En ocasiones ocurre que las propuestas de conservación se traslapan unas con otras en algún grado. Así, este estimador valora exclusivamente la magnitud de la superficie de interés para la conservación, eliminando los posibles traslapes. La variable AI_{ij} es la superficie cubierta por la propuesta de protección i no considerada en la propuesta $i-1$, dentro de la unidad ambiental j . Nuevamente, para normalizar el estimado se emplea el área total ocupada por el proyecto, AT_j , de la unidad ambiental que contiene al área de protección.

$$AC_j = \frac{\sum_i AI_{ij}}{AT_j} \quad (5)$$

Valor de Criticalidad

Finalmente, con el objetivo de obtener un solo valor de criticalidad (VC) de las unidades ambientales analizadas, los índices anteriores se normalizan, suman y extrapolan a las unidades ambientales dentro de la zona de estudio. El Cuadro 3.6 muestra los valores de criticalidad para el ejemplo que se ha venido mostrando.

Cuadro 3.6 Resumen de Índices calculados, valores normalizados y valor de criticalidad (VC) para cada unidad ambiental								
Segmento	1			2		3		
Unidad ambiental	ABTP	BTP	BQP	ABTP	BTP	ABTP	BTP	BQP
IUA_i	749.21	2110.85	580.66	369.40	2110.85	1525.78	1870.56	467.69
VN_i	539.00	549.00	161.00	539.00	549.00	539.00	549.00	161.00
VIC_i	1.78	1.46	1.00	2.03	1.97	0.00	1.00	0.00
AC_i	1.00	1.00	1.00	0.81	1.00	0.00	1.00	0.00
Normalizados								
IUA_i	0.35	1.00	0.28	0.18	1.00	0.72	0.89	0.22
VN_i	0.98	1.00	0.29	0.98	1.00	0.98	1.00	0.29
VIC_i	0.88	0.72	0.49	1.00	0.97	0.00	0.49	0.00
AC_i	1.00	1.00	1.00	0.81	1.00	0.00	1.00	0.00
SUMA	3.21	3.72	2.06	2.97	3.97	1.70	3.38	0.51
VC	0.81	0.94	0.52	0.75	1.00	0.43	0.85	0.13

ABTP = acahual de bosque tropical perennifolio, BTP =bosque tropical perennifolio, BQP = bosque de *Quercus* perturbado.

Con lo anterior, se puede generar un mapa de criticalidad que muestre las diferencias entre las zonas analizadas.

Por otro lado, en la propuesta se considera que el valor de criticalidad estima la relevancia de las zonas. Por tal razón, los resultados de esta sección son retomados en la sección de impactos como se indicará en el apartado 3.4 “Análisis de Impactos”.

Análisis del Potencial de Afectación

En esta parte de la propuesta se presenta el análisis del potencial de afectación de las unidades ambientales del apartado anterior. El análisis se realiza con la información obtenida en campo utilizando el “Manual del Prospector de Impactos”. En este manual cada grupo registra con base en las instrucciones que se describen a continuación la información sobre las amenazas y las

condiciones de fragilidad, vulnerabilidad y reversibilidad de cada sitio. El procedimiento es el siguiente:

1) En la Imagen de Satélite del área de estudio que se le proporciona a cada grupo (fauna y vegetación), estos deben anotar con un código de identificación; el segmento (si el proyecto es dividido) , el tipo de vegetación y la ubicación de los sitios en donde se realizaron los muestreos.

2) Para cada uno de los sitios se elabora el análisis de potencial de afectación utilizando la matriz de interacciones “impactos y amenazas” vs. “componentes relevantes” (Figura 3.2). Se construye una matriz para cada uno de los sitios de análisis.

SEGMENTO SITIO	IMPACTOS						AMENAZAS										
	PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
COMPONENTES RELEVANTES	Desmonte	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Presencia de torres y cables	Uso de vehículos	Presencia de personal	Control de vegetación y maleza								

Figura 3.2 Ejemplo de formato de matriz de interacciones

3) Se identifican las amenazas (factores de tensión ambiental ajenos al proyecto) presentes en el sitio.

4) Se establecen las relaciones entre amenazas e impactos con los componentes relevantes (fauna y vegetación), señalando con una cruz la celda de interacción.

5) Para cada uno de los componentes relevantes se llena la ficha que se ilustra en la Figura 3.3 de la siguiente forma.

- b) *Componente.*- Se anota el nombre del componente relevante que está siendo analizado. Por ejemplo aves residentes, pequeños mamíferos, en las unidades ambientales.
- c) *Descripción de amenazas e impactos.*- Se elabora una descripción breve que analiza de que manera las amenazas y los impactos del proyecto pueden afectar al componente relevante en cada sitio. Los elementos que se usan para esto fueron principalmente: abundancia, riqueza de especies, patrones de distribución y movilidad.
- d) *Grado de fragilidad y vulnerabilidad.*- Se indica en una escala de cuatro niveles (nula = 0, baja = 1, media = 2 o alta = 3) el grado de fragilidad y vulnerabilidad del sitio. Para esto la fragilidad es definida como una característica intrínseca del sitio. La pregunta guía para la evaluación de la fragilidad es: independientemente de si están presentes o no las fuentes de disturbio ¿qué tanto esfuerzo es necesario aplicar para destruir el tipo de unidad ambiental en una hectárea? De modo semejante, para evaluar la vulnerabilidad, el prospector considera si los elementos potenciales para generar una afectación están presentes al momento de la evaluación, en las inmediaciones del sitio.

Con base en la información reunida con este formato (ver ejemplo en Cuadro 3.7) y la matriz de amenazas, se hace el análisis de potencial de afectación de los sitios identificados.

Cuadro 3.7 Ejemplo de información recabada con el Manual del Prospector

Sitio 1: 1 Km a SE de El Zapote, Frente a la Presa Chicoasén, Mpio. Chicoasén, Chiapas

Ficha: 2 de 2

Componente: Fauna. Reptiles, anfibios, aves y mamíferos medianos

Descripción de amenazas. Existe quema clandestina, así como cacería furtiva por los habitantes de la comunidad, aunado a la presencia de fauna domestica (perros y gatos). La apertura de caminos puede permitir un libre acceso para personas externas, que también pueden capturar diferentes especies de aves tanto para subsistencia como para comercio.

Descripción de impactos. *Desmante en sus tres modalidades:* Pérdida de hábitat para especies con poca movilidad como anfibios y reptiles, principalmente los que habitan los estratos bajos; ésta actividad provoca de igual manera muerte directa por atropellamiento con la maquinaria a utilizar durante el desmante. Reducción en el número de sitios de refugio y alimentación para todos los grupos; posible muerte directa de crías y/o juveniles por atropellamiento, desplazamiento de adultos a otros sitios. *Presencia de personal:* Colecta y/o cacería furtiva por trabajadores indiferenciada a los 4 grupos de vertebrados. Esto deriva en que algunos individuos de felinos (ocelote y/o yaguaroundi), así como algunas especies de aves de plumaje colorido sean presa fácil. *Control de maleza y vegetación:* Destrucción del recurso alimenticio y cobertura de protección; los individuos que se desplazan a sitios con mejores condiciones, dejan a los sitios perturbados con una reducción en el número de especies de la zona. *Operación y mantenimiento:* Electrocuaciones y colisiones de aves de estratos altos tanto residentes como migratorios provocadas al momento de la operación de las líneas.

Fragilidad		Vulnerabilidad		Reversibilidad	
Nula (0)		Nula (0)		Nula siglos (3)	
Baja (1)		Baja (1)		Baja años (2)	x
Media (2)	x	Media (2)		Media meses (1)	
Alta (3)		Alta (3)	x	Alta semanas (0)	

Cada sitio es calificado de acuerdo con los puntajes asignados a fragilidad y vulnerabilidad en la escala de nula = 0 a alta = 3, además de un dato adicional estimado de la literatura que mide la capacidad de regeneración del sitio (meses = 0, años = 1, décadas = 2 y siglos = 3). Para el cómputo del Índice de Potencial de Afectación (IPA) se suman los puntajes y se dividen entre 9, lo que produce un índice que fluctúa entre 0 y 1. El Cuadro 3.8 presenta un ejemplo de los resultados obtenidos para la MIA Modalidad Regional Líneas de Transmisión (L.T.) Manuel Moreno Torres – Juile, Juile – Cerro de Oro, Cerro de Oro Entq.-Temascal II/Juile y de las

Subestaciones Eléctricas (S.E.) Juile Ampliación y Cerro de Oro Maniobras (Instituto de Ecología, A.C. 2002).

Cuadro 3.8 Índice de Potencial de Afectación (IPA) promedio para los sitios críticos					
SEGMENTO	SITIO*	Fragilidad	Vulnerabilidad	Reversibilidad	IPA
1	3	2	3	2	0.78
	4	2	3	2	0.78
	7	2	3	3	0.89
2	7	2	3	3	0.89
	22	2	3	2	0.78
3	19	2	3	2	0.78
	29	1	2	2	0.56
	31	2	3	3	0.89

*El número del sitio sólo es una etiqueta que identifica los sitios que se analizaron en la MIA Modalidad Regional Líneas de Transmisión (L.T.) Manuel Moreno Torres – Juile, Juile – Cerro de Oro, Cerro de Oro Entq.-Temascal II/Juile y de las Subestaciones Eléctricas (S.E.) Juile Ampliación y Cerro de Oro Maniobras.

Los Cuadros 3.9 y 3.10 muestran las amenazas encontradas para la vegetación y la fauna del ejemplo antes citado.

Cuadro 3.9 Amenazas para la Vegetación							
SEGMENTO	SITIO*		AMENAZAS				
			Apertura para cultivos o ganadería	Obtención de madera	Incendios	Uso diverso por lugareños	Extracción de especies
1	3	BQP	X	X	X		
	4	ABTP	X	X			
	7	BTP	X	X			
2	7	BTP	X	X			
	22	ABTP	X				
3	19	BQP	X		X	X	
	29	ABTP	X				
	31	ABTP	X		X		X

*El número del sitio sólo es una etiqueta que identifica los sitios que se analizaron en la MIA Modalidad Regional Líneas de Transmisión (L.T.) Manuel Moreno Torres – Juile, Juile – Cerro de Oro, Cerro de Oro Entq.-Temascal II/Juile y de las Subestaciones Eléctricas (S.E.) Juile Ampliación y Cerro de Oro Maniobras
 BTP = bosque tropical perennifolio, ABTP = acahual de bosque tropical de perennifolio, BQP = bosque de *Quercus* perturbado.

Cuadro 3.10 Amenazas para la Fauna						
SEGMENTO	SITIO		AMENAZAS			
			Apertura para cultivos o ganadería	Obtención de madera	Fauna doméstica o nociva	Cacería
1	1	Reptiles y anfibios	X	X	X	X
		Aves	X	X	X	X
		Mamíferos medianos	X	X	X	X
	3	Reptiles y anfibios	X	X		
		Aves	X	X		
		Mamíferos medianos	X	X		
	4	Reptiles y anfibios	X	X		
		Aves de estratos altos	X	X		X
		Mamíferos medianos	X	X		
		Mamíferos pequeños (murciélagos)	X	X		
	7	Mamíferos pequeños (murciélagos)	X	X		
	9	Aves de estratos altos	X	X	X	X
		Mamíferos pequeños (murciélagos)	X			
	2	7	Mamíferos pequeños (murciélagos)	X	X	
22		Aves	X			
		Mamíferos medianos	X			
3	17,18 y 19	Reptiles	X	X	X	X
		Aves	X	X	X	X
		Mamíferos pequeños (murciélagos)	X	X		
		Mamíferos medianos	X	X	X	X
	29	Reptiles	X			
		Aves	X			
		Mamíferos	X			
	31	Reptiles y anfibios	X			
		Aves	X			
		Mamíferos pequeños (murciélagos)	X			
		Mamíferos medianos	X			

*El número del sitio sólo es una etiqueta que identifica los sitios que se analizaron en la MIA Modalidad Regional Líneas de Transmisión (L.T.) Manuel Moreno Torres – Juile, Juile – Cerro de Oro, Cerro de Oro Entq.-Temascal II/Juile y de las Subestaciones Eléctricas (S.E.) Juile Ampliación y Cerro de Oro Maniobras

3.4 Análisis de Impactos

La evaluación de los impactos ambientales constituye otra de las partes más importantes dentro del estudio de impacto ambiental, ya que decidir si un proyecto es ambientalmente aceptable o no depende del análisis que se hace en esta etapa. El objetivo de la valoración de impactos es clasificar las afectaciones que producirá cada acción del proyecto sobre los componentes ambientales y destacar aquellas que son consideradas relevantes o significativas. A lo largo de la evolución de las MIAs como instrumentos de apoyo a la decisión, se han desarrollado diferentes técnicas para evaluar los impactos ambientales. Dentro de las más utilizadas destacan las basadas en el empleo de matrices (Leopold *et al.* 1971), índices (Dee *et al.* 1973, Battelle Columbus, 1977, Bojórquez-Tapia *et al.* 1998) redes (Sorensen 1971, 1974) y sistemas difusos (Kung *et al.* 1993). Sobre la descripción de estos métodos, sus ventajas y desventajas se han escrito varios trabajos (Barrow 1997, Ortolano y Shepherd 1995). Cabe mencionar que aunque existe discusión sobre las técnicas más apropiadas y la definición de los conceptos a utilizarse durante el análisis, en general, los trabajos coinciden en que la comunicación explícita y transparente de cómo se realiza la evaluación es un requisito indispensable dentro de las MIAs.

Al respecto, Treewek (1996) discute sobre el grado de subjetividad que puede ser aceptable para calificar cada uno de los atributos de un impacto y menciona que es necesario desarrollar métodos objetivos para medir y evaluar impactos y clarificar las interpretaciones de términos como “magnitud”, “significancia” e “importancia”. Actualmente, es necesario que en la evaluación de los impactos ambientales se haga un desglose de los criterios utilizados (INE 2000, ver Anexo 1). Por ejemplo, en México se solicita que la caracterización y la evaluación de los

impactos ambientales se realice a partir de los siguientes criterios de calificación: naturaleza del impacto (benéfico o adverso), magnitud (masivo o localizado), duración (por ejemplo, permanente o temporal), reversibilidad (afectación reversible o irreversible) y la necesidad de aplicación de medidas correctoras e importancia. Además se solicita incluir la definición de los conceptos utilizados, las categorías y las escalas de medición. Algunas de las metodologías propuestas para valorar impactos (Bojórquez-Tapia *et al.* 1998, Dee *et al.* 1973) permiten incorporar de manera sistemática estos y otros criterios. El procedimiento se basa en asignar calificaciones a cada uno de los criterios que evalúan el impacto y posteriormente estas calificaciones se sintetizan, mediante un índice que pondera de manera relativa el peso de los criterios utilizados. La sistematización de estos métodos favorece la transparencia de la evaluación obligando a una formulación explícita de los juicios de valor acerca de una interacción. Sin embargo, criterios que implican un juicio de valor como la importancia del componente quedan amalgamados con aquellos inherentes al impacto como su duración temporal y espacial o magnitud y que de alguna manera pueden ser medidos. Incluso, aquí se propone que existe una relación entre ellos que puede ser expresada matemáticamente.

Por otro lado, uno de los objetivos de la propuesta metodológica que comprende este Capítulo de la tesis es integrar la evaluación de impactos desde la etapa descriptiva del entorno. En el apartado 3.3 se presentó el método de análisis para esta etapa descriptiva y aquí se retoman alguno de los resultados y se vinculan con la evaluación de impactos. Uno de los aspectos sobre los cuales se enfatizó en ese apartado fue la necesidad de evaluar el impacto del proyecto sobre los servicios ambientales que proveen los ecosistemas. Ahí se mencionó que ante la falta de un conocimiento completo de la biodiversidad de una zona la relación especies /área podía atender a las necesidades del análisis.

El objetivo principal de esta sección es presentar los métodos de evaluación de impactos ambientales y de extirpación de especies mediante una serie de índices que permiten tener mediciones cualitativas pero numéricas de la repercusión global de un proyecto. Para ambos métodos se construyó un modelo de simulación con el programa denominado Stella Research Versión 6.0 para Windows (Stella Research High Performances Systems, 1997), el cual suministra una plataforma de programación con la que se pueden llevar a cabo simulaciones cuantitativas y cualitativas de sistemas complejos y dinámicos. El modelo simula la pérdida de área ocasionada por el desmonte en cada una de las unidades ambientales. También con el modelo se hace la estimación de la extirpación (reducción de especies dentro del área de análisis) potencial de especies ocasionada por el desmonte, la presencia de personal, el uso de maquinaria y vehículos y la presencia de las torres. Los detalles sobre la construcción y las memorias de cálculo para las Líneas de Transmisión (L.T.) Manuel Moreno Torres – Juile, Juile – Cerro de Oro, Cerro de Oro Entq.-Temascal II/Juile y de las Subestaciones Eléctricas (S.E.) Juile (Ampliación) y Cerro de Oro Maniobras (Instituto de Ecología, A.C. 2002) que se utiliza como ejemplo se pueden consultar en el Anexo 2. La versión ejecutable de del modelo se anexa en el disco compacto que acompaña la Tesis.

En consideración de la importancia que constituye presentar completa la propuesta para la sección de análisis de impactos a continuación se proporciona el procedimiento previo a la descripción de los métodos anteriores (Construcción del Modelo).

Procedimiento

Con el fin de identificar los posibles impactos que puede generar el proyecto es importante consultar previamente literatura relacionada con el tema, MIAs hechas con anterioridad sobre proyectos similares, listas de revisión, páginas en Internet, etc: A partir de esta información seleccionar aquellos impactos que potencialmente pueden presentarse, dadas las características del proyecto. Una vez documentada esta información, hay que incorporarla dentro del manual del prospector con el fin de que cada grupo de trabajo identifique en campo cada uno de los impactos potenciales. Es importante relacionar cada una de las actividades del proyecto con las acciones generadoras de impacto como se ejemplifica en el siguiente Cuadro.

Cuadro 3.11 Ejemplo de descripción de las obras, actividades y acciones para las L.T. Manuel Moreno Torres – Juile, L.T. Juile – Cerro de Oro y L.T. Cerro de Oro Entq.- Temascal II/Juile		
ETAPA	ACTIVIDADES	ACCIONES
Preparación del sitio	Apertura de brecha de maniobras y patrullaje Localización de estructuras	Desmante, uso de vehículos y maquinaria, presencia de personal
Construcción	Excavación Plantillas de concreto Acero de refuerzo Concreto en cimentaciones Relleno y compactado Montaje de estructuras Instalación de sistema de tierras Vestido de estructuras Tendido y tensionado cable de guarda Tendido y tensionado cable conductor	Uso de vehículos y maquinaria, presencia de personal
Operación	Mantenimiento y operación de la línea	Transmisión de electricidad, presencia de torres y cables, uso de vehículos y maquinaria, presencia de personal, podas

Perturbaciones ocasionadas por las fuentes de cambio

Las relaciones entre las fuentes de cambio y las perturbaciones que ocasionará el proyecto se organizan en una matriz de impactos potenciales (Cuadro 3.12). Las filas de esta matriz indican los componentes ambientales y las columnas las acciones del proyecto.

Cuadro 3.12 Ejemplo de Matriz de Impactos Potenciales

FACTORES		ELEMENTOS Y PROCESOS AMBIENTALES AFECTADOS	ACCIONES									
			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
			Desmonte	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Presencia de torres y cables	Uso de vehículos	Presencia de personal	Control de vegetación y maleza	
FÍSICOS	AIRE	Calidad del aire (NO _x , PST, SO ₂)		N		N			N			
	RUIDO	Incremento en los niveles de ruido		N		N			N			
	SUSTRATO GEOLÓGICO	Desprendimiento de rocas		A		A						
	SUELO	Erosión		A	A		A		A			
		Compactación			A		A			A		
		Contaminación			A	A	A	A		A	A	
AGUA	Afectación a cuerpos de agua		A									
BIOLÓGICOS	UNIDADES AMBIENTALES	Bosque de <i>Quercus</i> perturbado	R								R	
		Acahual de bosque tropical perennifolio	R								R	
		Bosque tropical perennifolio	R								R	
	RIQUEZA DE ESPECIES	Anfibios		R	R	R	R	R		R	R	R
		Reptiles		R	R	R	R	R		R	R	R
		Aves		R		R			R			
		Mamíferos		R	R	R	R	R		R	R	
Plantas		R		R		R		R	R			
SOCIOECONÓMICOS	Afectación a terrenos agrícolas		A									
	Afectación a zonas arqueológicas					A						

Con el fin de identificar los efectos primarios, secundarios o de orden mayor de las interacciones del Cuadro 3.12 es útil hacer un diagrama que sintetice las interacciones entre las actividades del proyecto (acciones causales) y los elementos bióticos, físicos y socioeconómicos que pueden ser afectados. Se hace una diferenciación sobre el tipo de efecto (primario, secundario, terciario) estableciendo flechas de distinto color para cada uno de ellos. Los signos al final de cada flecha indican si al presentarse la interacción, el componente ambiental aumentará (+) o disminuirá (-). En el Cuadro 3.13 se ejemplifica la descripción de las interacciones.

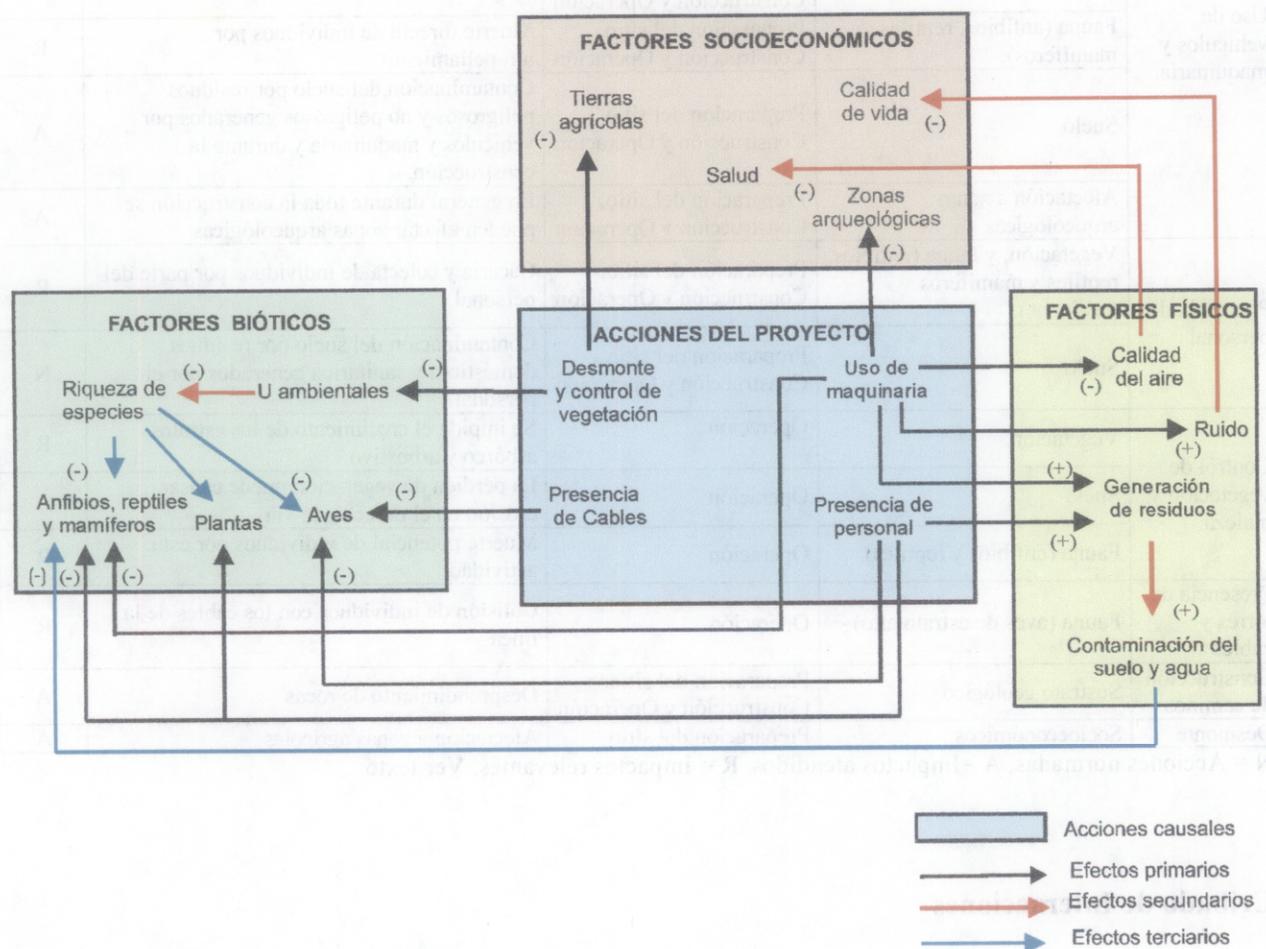


Figura 3.4 Ejemplo de relaciones causales entre las actividades del proyecto y los factores ambientales

Cuadro 3.13 Ejemplo de los impactos que se presentarán por las líneas de transmisión y subestaciones eléctricas

Acciones	Elemento ambiental	Etapas	Descripción del Impacto	Tipo
Desmante	Unidades ambientales	Preparación del sitio	Pérdida de área	R
	Riqueza de especies de vegetación y fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).	Preparación del sitio	Pérdida de plantas, pérdida de hábitat, perchas, sitios de anidación y alimentación.	R
	Vegetación y Fauna	Preparación del sitio	Eliminación de individuos bajo estatus de protección conforme a la NOM-059-ECOL-1994	N
	Suelo	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Procesos de erosión sobre todo en terrenos con ladera pronunciada	A
Uso de vehículos y maquinaria	Aire	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas de polvo.	N
	Ruido	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Disminuye la calidad de vida	N
	Fauna (anfibios, reptiles y mamíferos).	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Muerte directa de individuos por atropellamiento	R
	Suelo	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Contaminación del suelo por residuos peligrosos y no peligrosos generados por vehículos y maquinaria y durante la construcción.	A
	Afectación a zonas arqueológicas	Preparación del sitio, Construcción y Operación	En general durante toda la construcción se pueden afectar zonas arqueológicas	A
Presencia de personal	Vegetación, y fauna (anfibios, reptiles y mamíferos medianos).	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Cacería y colecta de individuos por parte del personal.	R
	Suelo	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Contaminación del suelo por residuos domésticos y sanitarios generados por el personal.	N
Control de vegetación y maleza.	Vegetación.	Operación	Se impide el crecimiento de los estratos arbóreo y arbustivo	R
	Suelo	Operación	La pérdida de vegetación puede causar erosión en el derecho de vía	A
	Fauna (anfibios y reptiles)	Operación	Muerte potencial de individuos por esta actividad.	R
Presencia de torres y cables	Fauna (aves de estrato alto)	Operación	Colisión de individuos con los cables de la línea	R
Construcción de caminos	Sustrato geológico	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Desprendimiento de rocas	A
Desmante	Socioeconómicos	Preparación del sitio	Afectación a zonas agrícolas	A

N = Acciones normadas, A = Impactos atendidos, R = Impactos relevantes. Ver texto

Cribado de Interacciones

En esta etapa se hace una diferenciación entre impactos relevantes y no relevantes de acuerdo a las siguientes consideraciones.

Para algunos de los impactos identificados (por ejemplo, emisiones de contaminantes, ruido y desechos de residuos), la legislación ambiental (NOM's, reglamentos, etc) establece el grado de afectación permisible y las medidas que se deben tomar para cumplir con los límites señalados. Si se considera que la regulación es suficiente para evitar una afectación sobre el componente ambiental, la celda con la interacción de los Cuadros 3.12 y 3.13 se etiqueta con una "N" que indica que se trata de una acción normada (reglamentada). Por otro lado, la construcción y operación de las líneas puede producir otra serie de impactos que ya han sido atendidos en el diseño del proyecto, lo cual puede consultarse en el Capítulo II de la MIA. Ahí se menciona de qué manera estos impactos pueden ser prevenidos, reducidos o mitigados durante el proceso constructivo. Estos impactos se etiquetan como impactos atendidos ("A" en Cuadros 3.12 y 3.13). Ambos tipos de impacto (normados y atendidos) son considerados como "no relevantes". No obstante, estos impactos se pueden retomar en las medidas de mitigación del Capítulo VI de la MIA, considerando la normatividad vigente y recapitulando las medidas de atención propuestas en el Capítulo II. El resto de los impactos se consideran como relevantes (etiquetados con "R" en los Cuadro 3.12 y 3.13). El análisis de estos impactos es más detallado debido a que en comparación con los impactos normados y los atendidos, tendrán relativamente mayores consecuencias sobre el entorno. El Cuadro 3.14 muestra la matriz cribada de estos impactos.

Cuadro 3.14 Ejemplo de Matriz cribada de Impactos Relevantes										
		ACCIONES								
		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
FACTOR	COMPONENTES AMBIENTALES	Desmonte	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Presencia de torres y cables	Uso de vehículos	Presencia de personal	Control de vegetación y maleza
U ambiental	BTP	R								R
	ABTP	R								R
	BQP	R								R
Riqueza de especies	Anfibios	R	R	R	R	R		R	R	R
	Reptiles	R	R	R	R	R		R	R	R
	Aves	R		R		R	R		R	
	Mamíferos	R	R	R	R	R		R	R	
	Plantas	R		R		R			R	R

R = Impactos relevantes

Construcción del modelo

Pérdida de cobertura de vegetación

Para cuantificar la pérdida de área con vegetación de cada una de las unidades ambientales se siguió el siguiente procedimiento:

- cuantificar por medio del Sistema de Información Geográfica el área de los polígonos de cada unida ambiental considerando 5 km a cada lado de la línea.
- Identificar los tipos de desmonte (matarrasa permanente, desmonte temporal a matarrasa y desmonte selectivo) que se efectuaran con la obra, así como la tasas con las que se llevaran a cabo (información obtenida del Capítulo 2).
- Establecer una tasa de regeneración por medio de la consulta a expertos para aquellas zonas en donde el desmonte sea temporal (desmonte temporal a matarrasa).

- Construcción del modelo siguiendo el esquema general que se presenta en la siguiente Figura.

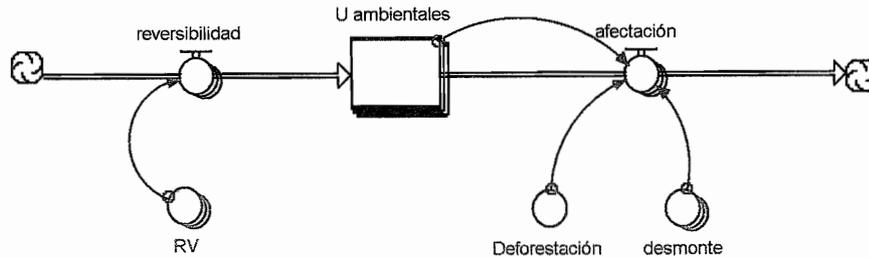


Figura 3.5 Esquema general del modelo para la pérdida de vegetación en cada unidad ambiental

En la Figura 3.5 se muestra además la afectación potencial producida por la deforestación ajena al proyecto que puede ser incluida en el análisis en caso de ser necesario como se detallará más adelante.

Pérdida de especies por la introducción del proyecto

La estimación de la pérdida de especies se realiza considerando las siguientes acciones del proyecto: desmonte, presencia, de personal, presencia de maquinaria y vehículos y presencia de los cables. Cada una de estas acciones pone en riesgo la riqueza biológica dentro de la zona de diferente manera. El desmonte ocasiona la reducción del área (hábitat) en donde se localizan las especies de cada unidad ambiental y las otras actividades ponen en riesgo a los individuos que conforman a las especies de cada grupo (anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas) ya sea por atropellamiento, cacería o recolecta y por posibles colisiones con los cables.

Para modelar el riesgo de extirpación de especies por la pérdida de área se utiliza la relación especies/área que predice que el número de especies se puede representar como una función del área de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = cA^z \quad (6)$$

En donde S es el número de especies, A es el área (en nuestro caso de cada unidad ambiental) y “z” y “c” son constantes. En la evaluación que se realiza para las líneas de transmisión y subestaciones el valor de “c” es igual a uno; mientras que a “z” se le asignan dos valores (0.25 y 0.9) para poder analizar los escenarios que se describen más abajo. Lo anterior debido a que el valor de “z” que mejor predice el número de especies en sistemas insulares y por lo tanto el más utilizado es igual a 0.25 (Rosenzweig 1997), mientras que en otros trabajos (Prance 1977, Findley y Wilson 1983, Fleming *et al.* 1987, Rosenzweig 1997) se ha encontrado que la relación especies área en muestras intercontinentales de selva tropical es casi lineal (valores de “z” cercanos a 1).

Con base en la relación especies/área se calcula el cambio en el número relativo de especies presentes en cada unidad ambiental atribuible a la pérdida de área ocasionada por el desmonte de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$S_{areai} = 1 - \frac{A_0^z - (A_0 - A_t)^z}{A_0^z} \quad (7)$$

S_{area_i} = Número relativo de especies presentes de los grupos i (anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas) en cada unidad ambiental.



A_0 = Área inicial de cada tipo de unidad ambiental

A_t = Área de cada tipo de unidad ambiental al tiempo t.

En la relación especies/área no está incluida la pérdida de especies que puede ocasionarse por otros factores como la cacería, la recolecta, los atropellamientos y las colisiones. Desafortunadamente, no existen datos numéricos específicos sobre la extinción de especies que puedan ser aplicados a este tipo de actividades. Una manera de subsanar lo anterior, es tratar de identificar cuál es la fracción de especies que pueden perderse por estas actividades realizando un análisis sobre el riesgo de extinción que inducen a cada una de estas actividades. Para realizar este análisis es necesario conocer dos datos: la velocidad o tasa de extinción de cada grupo y la posibilidad de ser afectados por los impactos ocasionados por el proyecto.

Tasas de extinción

Para obtener las tasas de extinción se propone obtener datos sobre el número de extinciones registradas dentro de cada grupo entre los años 1600 y 2000, según varios autores (Baillie y Groombridge 1997, Walter y Gillett 1998, May *et al.* 1995, Reid 1992). Con esta información se calcula una tasa de extinción anual para cada grupo de acuerdo con la siguiente ecuación. El Cuadro 3.15 muestra los resultados de estos cálculos.

$$\mu_i = \frac{E_i}{400} \quad (8)$$

μ_i = Tasa de extinción anual de especies del grupo i

E_i = Extinciones ocurridas del grupo i desde 1600

Cuadro 3.15 Estimación de tasas anuales de extinción (μ) de cada grupo			
Taxa	E_i	años	μ_i
Anfibios	5	400	0.0125
Reptiles	21	400	0.0525
mamíferos	110	400	0.275
Aves	103	400	0.2575
Plantas	396	400	0.99

Riesgo de pérdida de especies por las actividades del proyecto

Se asume que el riesgo de perder especies dentro de cada grupo, por las actividades del proyecto depende del número de especies que se encuentren con algún grado de amenaza y de la posibilidad de los individuos a verse afectados por atropellamientos, cacería, recolecta y colisiones. El número de especies con algún grado de amenaza se obtiene de la lista de especies catalogadas por la NOM-059-ECOL. Por lo tanto, se asume que las especies que están contenidas en este listado presentan una mayor probabilidad de riesgo por cualquiera de las acciones del proyecto identificadas como impactos (atropellamiento, cacería, recolecta y colisión). La

posibilidad de afectación por cada una de estas acciones se puede obtener de fuentes bibliográficas o por la opinión de expertos como se señala en el Cuadro 3.16.

Cuadro 3.16 Actividades con posible impacto en diferentes grupos de plantas y animales de acuerdo a características específicas de cada grupo

Impacto	Grupo afectado	Características	fuentes
Colisión	Aves	Especies con poca habilidad de vuelo (ej. patos), muy grandes (ej. garzas y grullas), con hábitos de uso de las estructuras eléctricas (rapaces)	Janss (2000) Harness y Wilson (2001)
Cacería y recolecta	Mamíferos Reptiles Aves Plantas	Mamíferos con muchos años de vida, bajo número de crías y largos tiempos generacionales. Además importantes como fuentes de proteínas, por ejemplo el armadillo, pecaríes, para mamíferos e iguanas para reptiles. Por su piel, p.ej, felinos como el ocelote y el puma Especies que tienen el mito de ser dañinas para el hombre, ej. víboras como las nauyacac y los falsos coralillos. Especies que son apreciadas por su valor de ornato o como mascotas, Ej. pericos y tucanes en el caso de las aves, monos para los mamíferos, palmas y cícadas para las plantas	Bodmer <i>et al.</i> (1997) Robinson y Redford (1991)
Atropellamiento	Mamíferos Reptiles	Especies que utilizan a los caminos como sitios de tránsito como son los zorrillos, además de algunas serpientes. Especies que utilizan los caminos para mantener la temperatura de su cuerpo, como son las lagartijas y serpientes	Opinión de expertos

Con base en esta información (especies NOM en la zona y posibilidad de afectación) se hace un cribado del listado de especies potenciales en cada unidad ambiental. Con el fin de construir los escenarios que se describen posteriormente, el cribado se realiza de dos formas. En la primera de ellas se considera el total de las especies contenidas en la NOM-059-ECOL-1994 y se le

denomina escenario de “riesgo alto”. En el segundo escenario denominado de “riesgo bajo” solamente se cuantifica a las especies catalogadas en peligro de extinción (los valores para ambos escenarios están contenidos en el Anexo 2). El número de especies resultante en cada escenario se divide entre el total de especies potenciales y se obtiene un valor de riesgo de pérdida de especies (R) en cada grupo.

La pérdida de especies para cada actividad se calcula de la siguiente manera:

$$P_{acti} = R_i \mu_i \quad (9)$$

en donde:

P_{acti} = Extirpación de especies del grupo i para cada una de las actividades.

R_i = Riesgo de pérdida de especies en cada grupo por cada una de las actividades

μ_i = Tasa de extinción anual de especies del grupo i

Finalmente, la extirpación de especies de cada grupo en cada unidad ambiental se calcula considerando la pérdida por reducción del área de la unidad ambiental debida al desmonte (especies/área) y la pérdida ocasionada por las otras actividades de la siguiente manera:

$$Ext_i = S_{area_i} - P_{acti} \quad (10)$$

Ext_i = Extirpación de especies dentro de cada unidad ambiental.

Para cada grupo dentro de cada unidad ambiental se propone construir los escenarios indicados en el Cuadro 3.17.

Cuadro 3.17 Descripción de escenarios				
Parámetros	Escenarios			
	1	2	3	4
z	0.25	0.25	0.9	0.9
R	Riesgo bajo	Riesgo alto	Riesgo bajo	Riesgo alto

Técnica para evaluar los impactos ambientales

La evaluación de los impactos se realiza con base en los resultados obtenidos con el modelo de simulación tanto para la pérdida de área como para la extirpación de especies de cada grupo dentro de las unidades ambientales. Los resultados en la versión ejecutable del modelo se presentan como una serie de gráficas que muestran el funcionamiento hipotético de cada uno de las áreas y grupos evaluados, considerando las acciones del proyecto. Es importante señalar que las “características” indicadas en la guía (Anexo 1) para calificar los impactos del proyecto (duración, reversibilidad y magnitud²) son variables necesarias en la construcción del modelo y por lo tanto, están incluidas en los resultados. Por ejemplo, la línea continua de la Figura 3.6a

² Las definiciones de estas variables son las siguientes:

Magnitud del impacto. Medida relativa del cambio que experimenta cada componente relevante al ejecutarse el proyecto con relación al valor que presenta dicho componente en el área de influencia.

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por las acciones del proyecto sobre algún componente ambiental puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Duración. El tiempo de permanencia del impacto expresado en años.

muestra uno de los resultados obtenidos con la simulación, referente a la pérdida de área del bosque de *Quercus* perturbado del segmento 1 ocasionada por el desmonte al inicio de la obra (Instituto de Ecología, A.C, 2002). Como se indica, la duración del impacto queda representada explícitamente en los resultados de esta simulación. De igual forma, la reversibilidad ha sido incorporada en el análisis, sin embargo no es visible en la gráfica porque el grado de regeneración es relativamente muy pequeño. Considerando lo anterior, se procede a valorar cada uno de los impactos generados sobre los componentes (áreas y grupos).

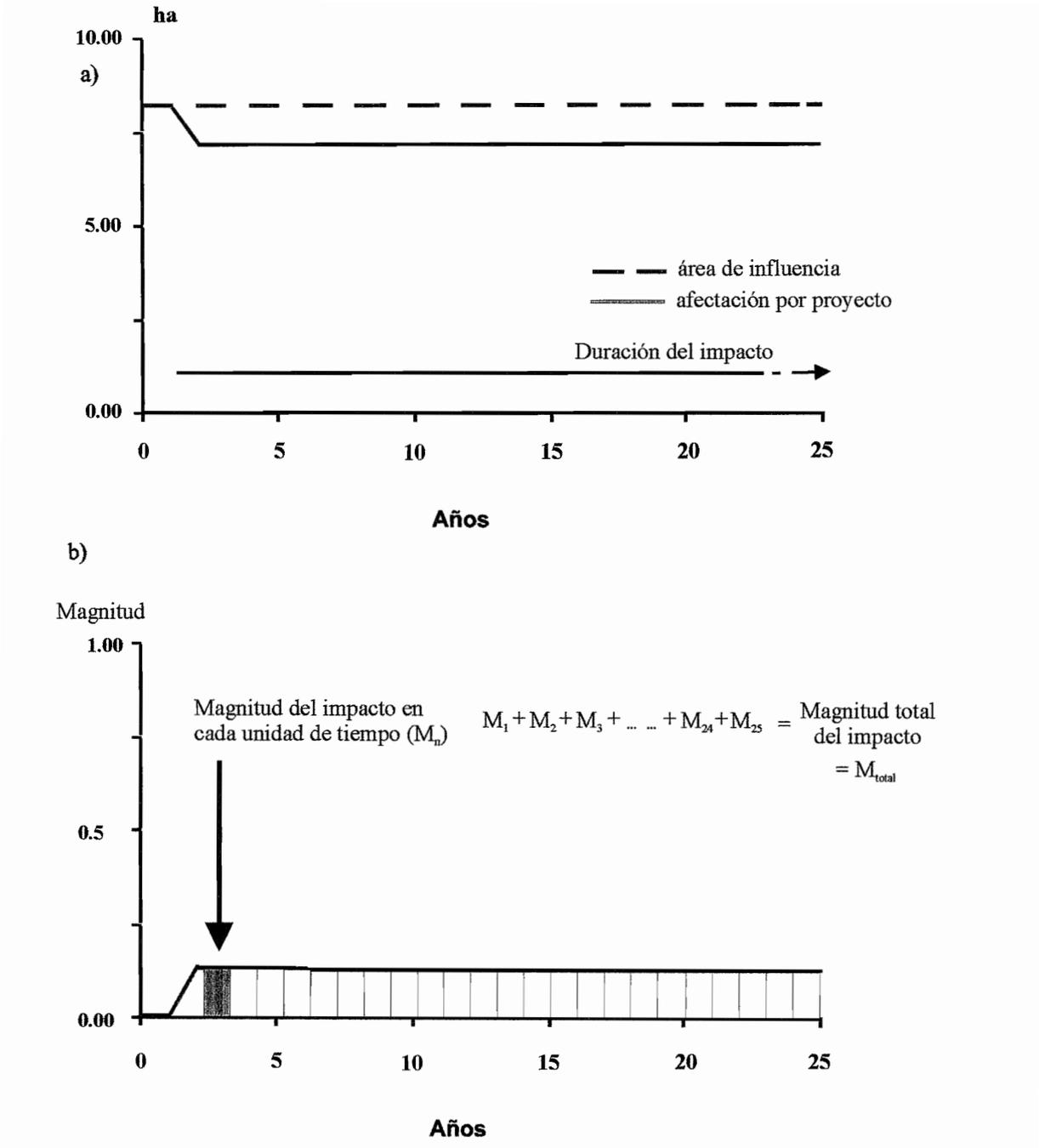


Figura 3.6 Ejemplo de resultado obtenido con el modelo de simulación para el Bosque de *Quercus* perturbado del segmento 1.

En la 3.6a además del valor de cobertura del bosque de *Quercus* perturbado por la afectación del proyecto (línea continua) está señalado el valor de esta unidad ambiental en el área de influencia (línea punteada). Con ambos valores se calcula la Magnitud del Impacto (M_i) por cada unidad de tiempo de acuerdo con la siguiente expresión:

$$M_{i,t} = 1 - (C_{p,t} / C_{a,t}) \quad (11)$$

en donde:

$M_{i,t}$ = Magnitud del impacto en el componente i (unidad ambiental o grupo) en el tiempo t

$C_{p,t}$ = Valor del componente con la ejecución de la actividad del proyecto (por ejemplo, desmonte) en el tiempo t .

$C_{a,t}$ = Valor del componente en el área de influencia en el tiempo t .

La Figura 3.6b muestra la gráfica correspondiente a las magnitudes de impacto obtenidas para el ejemplo. Posteriormente, se obtuvo el valor de la “magnitud total del impacto (M_{Total})” sobre cada componente. Este valor, como se esquematiza en la 3.5b, resulta de sumar cada una de las magnitudes de impacto obtenidas a lo largo del tiempo (25 años). Lo anterior puede resolverse analíticamente mediante cálculo integral o encontrarse numéricamente por medio de iteración. El método de iteración resulta más práctico cuando el grado de complejidad que pueden llegar a presentar las respuestas funcionales del sistema es alto, razón por la cual es elegido en esta propuesta. Por lo tanto,

$$M_{total,i} = \sum_{t=1}^{25} M_{i,t} \quad (12)$$

en donde:

$M_{total,i}$ = **Magnitud Total de Impacto de cada Componente**

Para la caracterización de los impactos se calcula el Valor Relativo de Impacto³ (VRI) con el cual es posible conocer la repercusión proporcional de cada acción (desmonte, presencia de trabajadores, uso de maquinaria y vehículos, presencia de cables de las torres) sobre todos y cada uno de los componentes ambientales identificados y determinar cuál es, proporcionalmente, el componente ambiental mayormente afectado por todas y cada una de las acciones del proyecto.

Las expresiones que representan lo anterior son las siguientes:

$$M_{global} = \sum_{i=1}^n M_{total,i} \quad (13)$$

$$VRI_i = M_{total,i} / M_{global} * 100 \quad (14)$$

en donde:

M_{global} = **Valor Global de Impacto**

n = **Número de componentes analizados y**

VRI_i = **Valor Relativo de Impacto**

³ El VRI no puede ser calculado para el caso de las áreas de las unidades ambientales, ya que la única acción que las afectará será el desmonte.

Para evaluar la repercusión global del proyecto se calcula el Índice de “Impacto Total del Proyecto” (IIT_p)⁴. Conceptualmente, el “ IIT_p ” puede entenderse de la siguiente manera: “El mayor impacto que puede presentarse teóricamente en cualquier componente ambiental es igual a la destrucción inmediata y total del mismo sin posibilidad de recuperación a lo largo del tiempo”. De acuerdo con esto y con la ecuación (11) el valor de la magnitud del impacto en cualquier tiempo tendería a un valor de “1”. Por consiguiente, la magnitud total del impacto (ecuación 12) para cada componente sería igual al resultado que se obtuviera de la sumatoria de I_s (o sea 25, ya que el modelo considera la afectación en 25 años). Si se consideran todos los componentes ambientales, el máximo Valor Teórico de Impacto (VTI) es la sumatoria de las magnitudes de impacto de todos los componentes⁵. Este valor teórico equivale a la pérdida absoluta de todos los componentes relevantes y puede representarse como el 100 por ciento de afectación. Considerando lo anterior, se calcula El Índice de Impacto Total para cada componente (IIT_i) de la siguiente manera.

$$IIT_i = M_{total} / VTI * 100 \quad (15)$$

en donde:

IIT_i = Índice de Impacto Total para cada componente

VTI = Valor Teórico de Impacto Máximo = 200

Y el Índice de Impacto Total de todo el Proyecto igual a la sumatoria de todos los IIT

⁴ El índice de Impacto Total del Proyecto solo fue calculado para las unidades ambientales y no para los grupos. Lo anterior con el fin de poder retomar los valores de criticidad del apartado 3.3 y obtener la relevancia de los impactos asociando ambos valores como se describe más adelante. En el caso de la pérdida de especies dentro de los grupos se hizo un análisis de la pérdida potencial de especies después de 25 años. Este análisis se detalla posteriormente.

⁵ El VTI para el caso de las unidades ambientales es = 200 porque se analizan tres unidades ambientales en los segmentos 1 y 2 y dos (BTP y ABTP) en el segmento 2. Como el análisis se hace para 25 años, entonces $25 * 8 = 200$.

$$IIT_p = \sum_{i=1}^n IIT_i \quad (16)$$

IIT_p = Índice de Impacto Total de todo el proyecto

Para evaluar la importancia de cada unidad ambiental se retoman los valores de criticalidad obtenidos en el Apartado 3.3 (Cuadro 3.6). Con estos valores y con los resultados del IIT_i se calcula un valor de relevancia de la afectación para cada componente de la siguiente manera.

$$R_i = IIT_i * VC_i \quad (17)$$

en donde:

R_i = Relevancia de impacto en la unidad ambiental i , y

VC_i = Valor de criticalidad de la unidad ambiental i

El riesgo de pérdida de especies después de 25 años de operación del proyecto se calcula a partir de los valores de Magnitud Total (ecuación 12) obtenidos para cada uno de los grupos en cada unidad ambiental. Este valor se divide entre el número total de especies potenciales en cada unidad ambiental que se registraron en los apartados de flora y fauna del estudio y se presenta porcentualmente. También se obtiene un valor de pérdida potencial de especies para toda la zona de análisis. En este caso se utiliza el valor global de impacto y el número total de especies registradas en todo el trazo que comprende a las líneas y a las subestaciones.

A continuación se presentan algunos de los resultados de los índices propuestos para la línea de transmisión que se ha utilizado como ejemplo.

Cuadro 3.18 Valor Relativo de Impacto (VRI) para los cuatro escenarios analizados				
Acciones	Escenario			
	1	2	3	4
Desmante	99.8376	98.0280	99.9533	99.4251
Uso de maquinaria y vehículos	0.0000	0.0008	0.0000	0.0002
Presencia de personal	0.0059	0.0167	0.0017	0.0049
Presencia de cables	0.1565	1.9545	0.0450	0.5698
Total	100.000	100.000	100.000	100.000

El Cuadro 3.18 muestra el resumen de los valores relativos de Impacto (VRI) en los cuatro escenarios analizados (ver escenarios en Cuadro 3.17) para cada uno de las acciones que se realizarán con las líneas de transmisión y las subestaciones eléctricas.

En los cuatro escenarios analizados, el desmante será la actividad que proporcionalmente tendrá la mayor repercusión en la riqueza de especies. En mucho menor grado, se espera que las colisiones de aves por la presencia de los cables tenga un efecto en la riqueza biológica de toda la zona. Finalmente, se estima que la cacería y la colecta de individuos por parte del personal y los atropellamientos por el uso de maquinaria y vehículos casi no tendrán un efecto en esta riqueza.

Selección y descripción de los impactos significativos

El Cuadro 3.19 muestra los valores de relevancia de los impactos ocasionados por el proyecto. El valor máximo de relevancia⁶ que se podría alcanzar con la metodología realizada es de 12.5 y el mínimo de 0. Teóricamente, el 12.5 representaría que la unidad ambiental más crítica (con valor de VC igual a 1 en Cuadro 3.6) es afectada totalmente durante los 25 años de permanencia del proyecto. Por su parte un valor de 0 denotaría una afectación nula o una unidad ambiental por completo irrelevante.

⁶ El valor de IIT tiene un intervalo de 0 a 12.5 y el de VC de 0 a 1, por lo tanto el valor de R_i varía entre 0 y 12.5

En los resultados que se obtuvieron, el bosque de *Quercus* perturbado del segmento 1 será la unidad ambiental en donde los impactos serán relativamente más importantes ($R_i = 0.772$). Como se observa en el Cuadro 3.19 el valor de relevancia es el más alto calculado, sobre todo a consecuencia del impacto que recibirá esta unidad ambiental ($II T_i 1.485$). Este valor alto se debe a que las áreas cubiertas con este tipo de vegetación son escasas en esta porción del trazo y el desmonte afectará relativamente más en esta unidad que en las unidades ambientales restantes.

Cuadro 3.19 Evaluación de la relevancia de los impactos en cada unidad ambiental (i) e impacto total del proyecto (IIT_p)				
Segmento	Unidad ambiental	IIT_i	VC_i	R_i
1	BQP	1.485	0.519	0.772
	ABTP	0.083	0.810	0.067
	BTP	0.002	0.937	0.002
2	ABTP	0.075	0.748	0.056
	BTP	0.019	1.000	0.019
3	BQP	0.196	0.130	0.025
	ABTP	0.024	0.429	0.010
	BTP	0.010	0.851	0.009
IIT_p		1.894		

Las unidades de bosque tropical perennifolio (incluyendo acahuales) resultaron con un valor de relevancia de impacto bajo, ya que dentro de los 10 km de análisis la extensión de este tipo de vegetación aún es alta. Sin embargo, en comparación con el bosque de *Quercus* perturbado estas unidades son más críticas.

Por otro lado, los datos que se presentan en el Cuadro 31.9 son el resultado de simulaciones en las que se considera solamente la presión ejercida por el proyecto. Sin embargo, en el caso del ejemplo la zona está expuesta a una serie de amenazas ajenas al proyecto (principalmente deforestación por distintas causas) que ponen en riesgo a las unidades ambientales. El desmonte que se realizará con el proyecto se acumula a la presión ejercida por la deforestación presente en la zona. Si consideramos esta deforestación, la relevancia de la afectación a las unidades ambientales es diferente. En el Cuadro 3.20 se describen 3 escenarios que consideran las dos tasas de deforestación encontradas en la literatura (Vázquez *et al.* 2001) y el Cuadro 3.21 presenta los resultados de relevancia considerando estos escenarios.

Cuadro 3.20 Descripción de escenarios que analizan el impacto acumulativo del proyecto considerando dos tasas de deforestación para la zona		
Escenario	Desmonte del proyecto	Tasas de deforestación
A	Si	0
B	Si	0.80%
C	Si	2%

Cuadro 3.21 Valores de relevancia (R_i) en los tres escenarios analizados				
Segmento	Unidad ambiental	A	B	C
1	BQP	0.772	1.338	2.064
	ABTP	0.067	1.050	2.309
	BTP	0.002	1.145	2.609
2	ABTP	0.056	0.964	2.128
	BTP	0.019	1.237	2.800
3	BQP	0.025	0.181	0.381
	ABTP	0.010	0.533	1.204
	BTP	0.009	1.047	2.378

Pérdida proporcional de especies

Los escenarios presentados en el Cuadro 3.22 indican que después de 25 años de operación de las líneas de transmisión y de las subestaciones eléctricas están en riesgo de extirpación dentro de la zona, entre el 0.5 y el 2 % de las especies (ver total en Cuadro 3.22) considerando todos los impactos identificados (desmonte, uso de maquinaria y vehículos y presencia de trabajadores y de cables). Si tomamos como número base el total de especies potenciales para la región (953), estos porcentajes representan a 5 y 19 especies respectivamente. Sobre estos resultados es necesario aclarar lo siguiente. Primero, los resultados dan una idea del grado de riesgo en el que se encuentran la riqueza biológica de la zona y no son una aseveración de pérdida de especies como tal. En segundo lugar, hay que enfatizar que la información se refiere solamente al área de análisis (5 km a cada lado de la línea) y por lo tanto, no se está considerando un riesgo de extirpación de especies más allá de ella.

Una vez aclarado lo anterior, es posible analizar más detalladamente los resultados del Cuadro 3.22, e identificar aquellas unidades ambientales y los grupos que estarán en mayor grado de riesgo de perder especies localmente. El Bosque de *Quercus* Perturbado del Segmento 1 y en menor grado el del segmento 3 serán las unidades ambientales que localmente pueden perder un porcentaje mayor de especies (entre el 2 y el 7 % para el segmento 1 y entre el 0.26 y el 0.93 para el segmento 3, dependiendo del escenario). Dentro de estas unidades y las de acahual de bosque tropical perennifolio, los grupos más afectados serán los reptiles y los anfibios (ver celdas sombreadas). En las unidades de bosque tropical perennifolio el porcentaje de extirpación de aves y plantas tiende a ser relativamente alto.

Cuadro 3.22 Pérdida potencial de especies (%) en cada unidad ambiental para los 4 escenarios después de 25 años

Segmento	Unidad ambiental	Grupos	Escenario			
			1	2	3	4
1	BQP	Reptiles	2.599%	2.599%	8.969%	8.969%
		Anfibios	3.713%	3.713%	12.813%	12.813%
		Aves	1.733%	1.749%	5.979%	5.996%
		Mamíferos	1.591%	1.592%	5.491%	5.491%
		Plantas	1.753%	1.733%	5.999%	5.979%
			2.057%	2.056%	7.086%	7.085%
	ABTP	Reptiles	0.085%	0.085%	0.305%	0.306%
		Anfibios	0.160%	0.160%	0.576%	0.576%
		Aves	0.035%	0.043%	0.120%	0.128%
		Mamíferos	0.077%	0.077%	0.277%	0.277%
		Plantas	0.036%	0.036%	0.130%	0.130%
			0.057%	0.060%	0.202%	0.205%
	BTP	Reptiles	0.001%	0.001%	0.003%	0.003%
		Anfibios	0.002%	0.002%	0.008%	0.008%
		Aves	0.001%	0.018%	0.004%	0.021%
Mamíferos		0.001%	0.001%	0.004%	0.004%	
Plantas		0.007%	0.001%	0.010%	0.004%	
		0.002%	0.005%	0.005%	0.008%	
2	ABTP	Reptiles	0.077%	0.077%	0.276%	0.276%
		Anfibios	0.145%	0.145%	0.520%	0.520%
		Aves	0.032%	0.040%	0.109%	0.117%
		Mamíferos	0.070%	0.070%	0.251%	0.251%
		Plantas	0.033%	0.033%	0.118%	0.118%
			0.051%	0.054%	0.183%	0.186%
	BTP	Reptiles	0.009%	0.009%	0.033%	0.033%
		Anfibios	0.024%	0.024%	0.086%	0.086%
		Aves	0.011%	0.028%	0.039%	0.056%
		Mamíferos	0.011%	0.011%	0.041%	0.041%
Plantas		0.018%	0.011%	0.048%	0.041%	
		0.013%	0.016%	0.044%	0.047%	
3	BQP	Reptiles	0.329%	0.329%	1.179%	1.179%
		Anfibios	0.470%	0.470%	1.684%	1.684%
		Aves	0.219%	0.236%	0.786%	0.802%
		Mamíferos	0.202%	0.202%	0.722%	0.722%
		Plantas	0.240%	0.219%	0.806%	0.786%
			0.265%	0.264%	0.935%	0.934%
	ABTP	Reptiles	0.025%	0.025%	0.088%	0.088%
		Anfibios	0.046%	0.046%	0.166%	0.166%
		Aves	0.011%	0.020%	0.036%	0.044%
		Mamíferos	0.022%	0.022%	0.080%	0.080%
		Plantas	0.010%	0.010%	0.038%	0.038%
			0.017%	0.020%	0.059%	0.062%
	BTP	Reptiles	0.005%	0.005%	0.018%	0.018%
		Anfibios	0.013%	0.013%	0.046%	0.046%
		Aves	0.006%	0.023%	0.021%	0.038%
Mamíferos		0.006%	0.006%	0.022%	0.022%	
Plantas		0.012%	0.006%	0.029%	0.022%	
		0.008%	0.010%	0.024%	0.027%	
		0.521%	0.527%	1.802%	1.809%	

3.5 Discusión

Diferentes trabajos enfocados al aspecto metodológico de las MIAs concluyen que no existe un método “universal” para llevar a cabo estos estudios (Barrow 1997, Canter 1998). Al respecto, hay que aclarar que no obstante la amplia variedad de estrategias utilizadas el resultado que se persigue en cada estudio siempre es el mismo. Mediante la MIA se busca elaborar una serie de hipótesis sobre los escenarios futuros que se pueden producir considerando la ejecución del proyecto, así como la tendencia que seguiría el sistema si éste no se llevara a cabo. Con este propósito en mente, es casi ineludible formularse las siguientes preguntas: ¿cuáles son los elementos del escenario ambiental que son importantes de evaluar?, ¿cuál es la situación actual de estos elementos? ¿cuáles son las acciones tanto de la obra como las ajenas a ella que los modificarán? y ¿cuál será el efecto que producirán dichas acciones?.

La propuesta que se presentó en este Capítulo articula varias de las herramientas metodológicas para realizar MIAs (SIG, matrices, listados, modelo de simulación, manual de prospector e índices) y da respuesta a las preguntas anteriores a través de estimaciones numéricas. Por ejemplo, en el caso de las Líneas de Transmisión en donde se implementó la propuesta se pudo diferenciar la importancia de las zonas por donde cruza el proyecto (Cuadro 3.6). También se encontró mediante el Valor Relativo de Impacto que la consecuencia más relevante que se esperaba con la ejecución de la obra sería la pérdida de vegetación ocasionada por el desmonte y que dicha afectación variaría en cada unidad ambiental. Identificar las unidades ambientales sobre las cuales el impacto del proyecto sería más relevante (Cuadro 3.19) permitió puntualizar

para este proyecto los sitios en donde se debería adjudicar un mayor esfuerzo para implementar las medidas de mitigación pertinentes. El Índice de Impacto Total del Proyecto (IITp) reportado para estas líneas indicó que dicho proyecto después de 25 años de operación habrá afectado en el 1.89 % a las unidades ambientales comprendidas en los 5 km a ambos lados de todo el derecho de vía del trazo de las líneas (Cuadro 3.19). Por otro lado, con la estimación del riesgo de extirpación potencial de especies se pudo concluir que en el escenario más crítico era predecible una posible afectación al 1.8 % de las especies comprendidas dentro del área de estudio. Cabe señalar que este valor no refleja un incremento en la probabilidad de invasión de especies de zonas aledañas al trazo de las líneas, ya que la estimación de este fenómeno no fue posible incluirlo en el análisis. Por otro lado, aunque las consecuencias de la pérdida de especies en la zona son menos predecibles, el valor anterior es una medida relativa del costo ambiental del proyecto y que implica una posible reducción proporcional de los servicios ambientales suministrados por el sistema.

La evaluación cuantitativa ha estado expuesta a una serie de críticas por algunos autores (Hollick 1981, Lawrence 1993 entre otros). Algunas de ellas señalan que a pesar de la claridad y objetividad que proclaman los postulantes del enfoque cuantitativo, en la práctica dichas virtudes son debatibles. En general, las críticas aplican a aquellos métodos de evaluación en los cuales se amalgaman varios criterios en un valor y que efectivamente “esconden” el modelo mental que se produce al asignar los valores que lo conforman. En estos métodos, para cada impacto los datos crudos son convertidos en un valor estandarizado o medida de valor. Se escoge un valor para cada atributo del impacto el cual es proporcional a su importancia. Se aplica un regla de decisión que pesa cada función de valor y se calcula un indicador único (Lawrence 1993). Cabe señalar que el proceso de asignación de peso a los atributos del impacto puede ser impreciso e incluso

cambiar con el tiempo o con el contexto dentro del cual se efectúa el estudio. La confiabilidad de los valores asignados a su vez está en función del estado de ánimo de los participantes y puede verse alterado por circunstancias como cansancio, aburrimiento o simplemente por falta de comprensión del ejercicio.

En la propuesta que aquí se presentó también existen elementos de subjetividad los cuales son inevitables en la realización de estudios de esta naturaleza. Esta subjetividad se presenta desde el momento mismo de la elección de los criterios de valoración de las unidades ambientales, en la identificación de relaciones, sí como o en la parametrización de algunos valores (por ejemplo el de calidad del hábitat). Sin embargo, en la propuesta se ha tratado de explicitar con el mayor detalle la línea de argumentación que se sigue para la obtención de cada uno de los valores de los índices. En particular, a diferencia de otros métodos, el método de evaluación por integración numérica que se propuso, y del cual se derivan los índices, no depende de la valoración interna que hacen los participantes para calificar los atributos de los impactos (magnitud, duración, importancia, etc).

Por otro lado, a partir de la experiencia que se tuvo con la realización de las MIAs con base en la propuesta metodológica presentada se puede resumir lo siguiente. En primer lugar, se facilitó el procedimiento para ejecutar cada una de las secciones que comprenden el estudio. Tener una idea precisa sobre los resultados que se persiguen por medio del análisis permitió incorporar de manera sistemática aquellos elementos que se consideran relevantes para el mismo y descartar la información superflua. La consulta previa y exhaustiva de la legislación aplicable al proyecto, así como la revisión minuciosa del proceso constructivo y operativo propuesto por el proponente (Capítulo 2) permitió centrarse en el análisis de los impactos relevantes. Una vez reconocidos

estos impactos fue posible centrar el esfuerzo en el análisis para evaluar la importancia de las zonas que en potencia van a ser desmontadas por el proyecto. Evaluar la importancia de estas zonas desde el punto de vista antropocéntrico en donde la pérdida de servicios y bienes ambientales y la afectación a grupos de interés son considerados como aspectos críticos permitió explicitar el propósito del análisis. Finalmente, con el enfoque numérico se ha tenido la capacidad de comparar impactos entre proyectos similares, ya que si se sigue el mismo procedimiento para otras obras se puede establecer el grado de afectación relativo de cada una de ellas.

Obviamente, aún quedan puntos por afinar en la propuesta. Dentro de ellos está el tema de los servicios y bienes ambientales. Uno de los objetivos que se tiene en mente es poder incorporar una lista mayor de estos servicios y bienes. Desafortunadamente, en la propuesta no fue posible establecer métodos de evaluación operativos para estos servicios. Por consiguiente, se optó por sólo considerar la pérdida potencial de hábitat y la riqueza de especies. El tema sobre la relación entre servicios y bienes ambientales y riqueza de especies está aún en desarrollo y los resultados que se obtengan al respecto potencialmente podrán ser retomados en la propuesta. Al respecto, Salzman (1998) sugiere que la necesidad de información crea un mercado para bases de datos y modelos científicos en el cual la ley ambiental puede ser un promotor importante. Así, en la medida en que la identificación y valoración de servicios ambientales sea un requisito a considerar dentro de la MIA la falta de información será cada vez menor.

Otro de los puntos pendientes es la simulación del escenario sin la presencia del proyecto y con la instrumentación de medidas de mitigación. Este vacío en el análisis se debió principalmente a la falta de tiempo y de planeación que se tuvo en las primeras versiones de la propuesta. No obstante, con las últimas adecuaciones en los tiempos de ejecución y al mayor entendimiento que

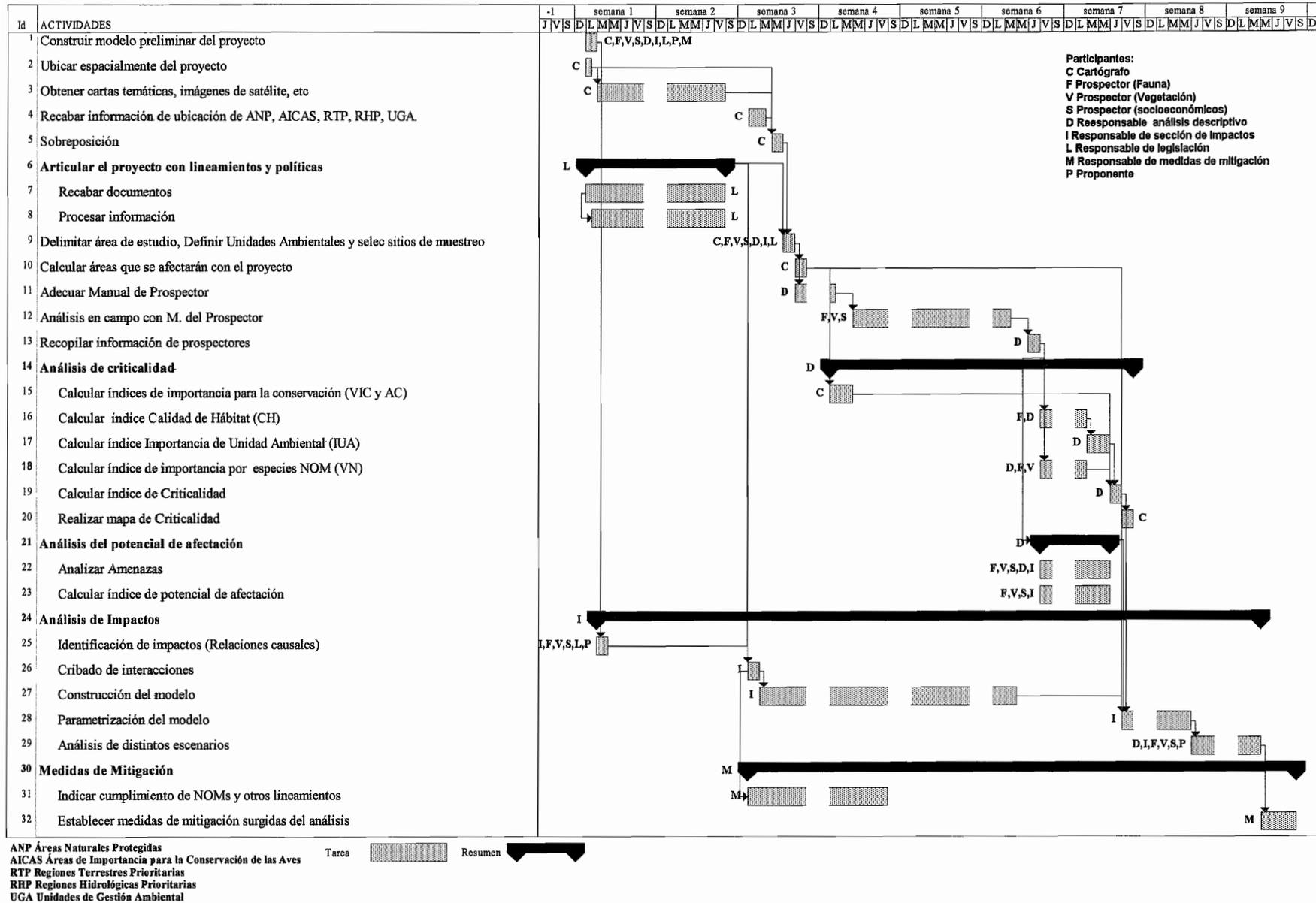
se tiene para abordar el problema, ambos escenarios pueden ser fácilmente considerados en MIAs posteriores. Cabe señalar que en la construcción del escenario sin la ejecución del proyecto, la información que se recaba en campo a través del manual del prospector es sumamente útil y deberán hacerse los ajustes pertinentes con el fin de obtener datos que favorezcan la evaluación numérica de las amenazas ajenas al proyecto. Otra fuente de información potencial en este sentido es la establecida en programas y planes de desarrollo para la zona. Actualmente, la consulta a programas y planes de desarrollo es solicitada dentro de la guía con el fin de manifestar si el proyecto es acorde a lo establecido en estos planes. Si bien lo anterior es pertinente, también es posible utilizar los datos contenidos en dichos planes y programas como fuente de información para crear escenarios futuros. De esta manera, la MIA tendría una mayor articulación y un uso más eficiente de la información. Sin duda, la información proporcionada por INEGI, CONABIO y otras dependencias también deberá incorporarse en la construcción de los escenarios.

Otra de las inquietudes que se tuvo desde el inicio de la construcción de la propuesta fue la inclusión explícita dentro del modelo de los resultados del análisis del potencial de afectación. Como se recordará, uno de los propósitos de este análisis es obtener valores cualitativos de la fragilidad y vulnerabilidad de las unidades ambientales por donde cruzan las líneas de transmisión. La fragilidad representa una característica inherente de los ecosistemas que si bien es difícil de cuantificar puede ser medida cualitativamente y realizar estimaciones para cada una de las unidades ambientales. En la elaboración del modelo, la relación entre fragilidad y afectaciones (impactos y amenazas) quedó implícita en las tasas con las cuales se presentan estas últimas. No obstante lo anterior se decidió reportar los valores cualitativos de la fragilidad de las

unidades ambientales como un elemento más de análisis y actualmente se trabaja sobre su incorporación dentro del modelo.

Finalmente, es probable que una de las razones que dificulten adoptar esta propuesta sea la aparente complicación que tiene su ejecución. Sin duda, el trabajo que hay que realizar para obtener la información y procesarla debe hacerse con una organización previa. La Figura 3.7 presenta en términos generales el plan de trabajo que se desarrolló para ejecutar todos los pasos que aquí se describieron. En este diagrama están indicadas las responsabilidades que tienen parte de los participantes en la MIA y el tiempo aproximado que se puede llevar al ejecutar la propuesta.

Figura 3.7 Diagrama de Gantt para la Propuesta



Experiencia para otras guías

Incluso con limitaciones anteriores, la propuesta tiene una serie de ventajas que pueden ser retomadas en el desarrollo futuro de las guías para las MIAs. Algunas de estas ventajas ya fueron discutidas en el Capítulo 2 de la Tesis (Pérez-Maqueo et al. 2001). De hecho, dados los beneficios que se encontraron en ese trabajo y en atención a las inquietudes que surgieron en el desarrollo del mismo se originó la propuesta que aquí se presentó. Con lo obtenido en los dos trabajos y en respuesta a la tendencia que se vislumbra seguirá la MIA es posible pensar en la instrumentación de guías basada en la construcción de modelos explícitos. No obstante que en la discusión final de la Tesis se retoma este tema es importante señalar aquí algunos puntos específicos.

La aspiración de la autoridad por emitir guías que faciliten la ejecución de MIAs coherentes y de calidad parece ser más factible mediante la construcción de modelos explícitos. Hoy en día, realizar un estudio siguiendo cada uno de los pasos que se indican en la guía resulta muy complicado. La sensación de estar reportando información repetitiva es frecuente, así como lo es preguntarse de qué manera el evaluador integrará toda la información para tomar una decisión. Es claro que la evaluación de la MIA no puede basarse solamente en el cotejo de los incisos que conforman la guía. Inevitablemente al revisar la MIA el evaluador construye un modelo (al menos mental) del escenario que se producirá con la ejecución del proyecto sobre el cual basa su decisión. Por lo tanto, lo que está en discusión no es si construir o no un modelo, sino que tipo de modelo se le presentará al evaluador.

En efecto, este modelo puede presentarse de manera escrita. Sin embargo, la capacidad que se tiene para retener estos modelos “en prosa” es limitada si se comparara con aquellos construidos con el apoyo de herramientas creadas para este fin. Por ejemplo, en el apartado IV.2.4 de la guía, se solicita describir la estructura y función del sistema ambiental regional y poner énfasis en los principales flujos e interrelaciones detectados. Asimismo, también se solicita identificar aquellos componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas en el funcionamiento del sistema. Si se considera que en esta descripción hay que incorporar elementos del medio físico, natural y socioeconómico, el texto producto de este requisito puede ser de varias cuartillas de extensión. Lo anterior resulta un problema más grave cuando se pretende hacer el diagnóstico de este sistema (Apartado IV.3) o construir cualquiera de los escenarios que se piden en la guía: sin proyecto (Apartado IV.5), con proyecto (Apartado V.1.1) y con la incorporación de las medidas de mitigación (Capítulo VII). Por el contrario, con el uso de herramientas y metodologías específicas para realizar este tipo de análisis como las desarrolladas por Odum (1971) o por Forrester (1961) entre otros, el panorama es totalmente distinto. Los puntos solicitados en el apartado IV.2.4 pueden ser esquematizados con base en estos lenguajes los cuales tienen una simbología específica para describir la estructura de cualquier sistema. En este sentido, componentes del medio físico, natural o socioeconómico quedan representados con una simbología única y simplemente hay que identificar la naturaleza de las variables. Por ejemplo, en el caso del lenguaje de Forrester utilizado en esta propuesta hay que distinguir entre flujos, variables de estado, y variables auxiliares. La construcción de estos modelos no implica necesariamente la ausencia de textos explicativos sobre los supuestos y razonamientos en su construcción. No obstante, la extensión de los mismos se reduce a unos cuantos párrafos que incluso pueden quedar documentados en la salida del modelo o incluidos en una versión ejecutable.

Finalmente, es importante reconocer que tratar de desarrollar esta propuesta como una serie de pasos a seguir resultó sumamente complicado. Probablemente, quienes tengan la tarea de desarrollar la guía que la autoridad pone a disposición de los promoventes se enfrenten a este mismo problema. Por lo tanto, establecer un proceso lineal de razonamiento para entender y predecir los efectos de nuestras acciones sobre el medio parece no ser la mejor estrategia. Por otro lado, hay que señalar que hasta este momento la Tesis se ha centrado principalmente en el aspecto metodológico del instrumento. Sin duda este aspecto es trascendental para la calidad de las MIAs. Sin embargo, todo el esfuerzo teórico y legal que se pueda desarrollar en este campo puede ser inútil en situaciones donde la búsqueda de un beneficio particular se contrapone al bien común. Tanto proponentes como sociedad pueden presentar este tipo de conductas las cuales son analizadas en el siguiente Capítulo.

3.6 Referencias

Anónimo. 2000. La Sociedad Civil, el Sector privado y el Estado ante la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (CEMDA), Unión de grupos Ambientalistas I.A.P. (UGAM) y Centro de Estudios de Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), México, 119 pp.

Baillie, J. y Groombridge, B 1997. 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. Compilado por el World Conservation Monitoring Centre C. Gland Switzerland: IUCN-The World Conservation Union. http://www.wcmc.org.uk/species/animals/animal_redlist.html

Barrow, C. J. 1997. Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction. John Wiley and Sons. E.U, 310 pp.

Battelle Columbus 1972. Environmental Evaluation System for Water Resource Planning. Springfield.

Battelle Columbus 1977. Environmental evaluation in project planning. Contract 6-07-DR-50/50. Columbus, OH: Battelle Columbus Laboratories.

Bodmer, R.E., J.F. Eisenberg y K. H. Redford. 1997. Hunting and the likelihood of extinctions of Amazonia mammals. Conservation Biology, 11: 460-466.

Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E. and García, O. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53: 91-99.

Canter, L.W. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto, Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana de España.

Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., vandenBelt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital Nature 1997, Vol 387 (6630) pp 253-260

Council of Environmental Quality (CEQ) 1978: National Environmental Policy Act-Regulations”
Federal Register, vol. 43 (230), Noviembre 29, pp 55978-56007

Ehrlich, P.R. y Mooney, H.A 1983. “Extinction, substitution, and the ecosystem services”.
Bioscience 33:248-254.

Daily, G. C. 1997. Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press,
Washington, D.C. 392 pp.

Dee, N., Baker, J.K., Drobney, N.L., Duke, K.M., Whitman, I. y Fahringer, D. 1973. An
environmental evaluation system for water resource planning. Water Resources Research 9(3):
523-535.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F) 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio
Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario
Oficial de la Federación, martes 30 de mayo de 2000. México, D. F.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F) 1996. Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas
disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
(LGEEPA). Diario Oficial de la Federación, viernes 13 de diciembre de 1996. México, D. F.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F) 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la
Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, jueves 28 de enero de 1988. México,
D.F.

- Di Castri, F. 1992. La Ecología en el tiempo real. En Theys, J. y Kalaora, B. (compiladores). La Tierra Ultrajada: Los Expertos son Formales. Fondo de Cultura Económica, México Pp 58-64.
- Findley, J. S. y Wilson, D. E. 1983. Are bats rare in tropical Africa? *Biotropica*, 15:299-303.
- Fleming, T. H., Breitwisch, R. y Whitesides, G. H. 1987. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 91-109.
- Forrester, J.W. 1961. *Industrial Dynamics*. Waltham, MA: Pegasus Communications.
- Gilpin, A. 1995. *Environmental Impact Assessment: Cutting Edge for the Twenty-first Century*. Cambridge University Press, Cambridge, 182pp.
- Goulder, L. H. y Kennedy, D. 1997. Valuing Ecosystem Services: Philosophical Bases and Empirical Methods. En: Daily, G. C (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. pp 23-47.
- Harness, R.E. y K.H. Wilson. 2001. Electric-utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas. *Wildlife Society Bulletin*. 29: 612-623.
- Hollick, M. 1981. The Role of Quantitative Decision-making Methods in Environmental Impact Assessment. *Journal of Environmental Management* 12, 65-78.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2000. Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica. 38 p.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector eléctrico, Modalidad Particular, 83p

Instituto de Ecología, A.C 2001a. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) Modalidad Particular para la Línea de Transmisión Ejutla entronque Temascal II – Oaxaca Potencia, tramos Zaachila – Ejutla y Zaachila entronque Temascal II – Oaxaca Potencia. Realizada por el Instituto de Ecología A.C. para la Comisión Federal de Electricidad (Junio 2001).

Instituto de Ecología, A.C 2001b. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) Modalidad Particular para la Línea de Transmisión El sabino entronque Angostura- Chicoasén. Realizada por el Instituto de Ecología A.C. para la Comisión Federal de Electricidad (agosto, 2001)

Instituto de Ecología, A.C 2002. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) Modalidad Regional para las Líneas de Transmisión L.T. Manuel Moreno Torres – Juile, L.T. Juile – Cerro de Oro y L.T. Cerro de Oro Entq. – Temascal II/Juile; y Subestaciones Eléctricas: S.E. Juile Ampliación y S.E. Cerro de Oro Maniobras. Realizada por el Instituto de Ecología A.C. para la Comisión Federal de Electricidad (enero de 2002).

Janss, G.F.E. 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*. 95:353-359.

Kung, H.T., Ying, L.G. y Liu, Y.C.1993. Fuzzy clustering analysis in environmental impact assessment: a complement tool to environmental quality index. *Environmental Monitoring and Assessment* 28 (1): 1-14.

Lawrence, D.P. 1993. Quantitative versus qualitative evaluation: a false dichotomy?. *Environmental Impact Assessment Review*. 13, 3-11.

Leclerc G. y Rodríguez-Chacón J. (1998). Using a GIS to determine critical areas in the Central Volcanic Cordillera Conservation Area. pp 108-126 . En: Savitsky B. G. y Leacher T. E. Jr. (Eds.) *GIS Methodologies for Developing Conservation Strategies. Tropical Forest Recovery and Wildlife Mangement in Costa Rica*. Columbia University Press, New York. 242 pp.

Leopold, L. B., Clark, F. E., Hanshaw, B. B. and Balsley, J. R. 1971. *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, Washington, D.C.: Technical Report, Geological Survey Circular 645. U.S. Department of Interior.

May, R.M., Lawton, J.H., and Stork, N.E. 1995. Assessing extinction rates. Pages 1-24 en: Lawton, J.H. y May, R.M. (eds).*Extinction Rates*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Mooney, H. A. y Ehrlich, P.R. 1997. *Ecosystem Services: A Fragmentary History*. En: Daily, G. C (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. pp 11-19.

Odum, H. T. 1971. *Environment, Power, and Society*. Nueva York Wiley.

Ortolano, L y Shepherd, A.1995. Environmental impact assessment: challenges and opportunities. *Impact Assessment* 13 (1): 3-30.

Pérez-Maqueo, O. Equihua, M. Hernández, A. Benítez, G. 2001 Visual Programming Languages as a tool to identify and communicate the effects of a development project evaluated by means of an Environmental Impact Assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 21: 291-306.

Prance, G.T. 1977. Floristic inventory of the tropics: where do we stand?. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 64: 659-84.

Reid, W.V. 1992. "How many species will there be?" En: Whitmore, T.C. y Sayer, J.A 1992. *Tropical deforestation and species extinction*. Chapman & Hall.153 pp.

Robinson, J.G. y Redford, K.H. 1991. *Neotropical Wildlife Use and Conservation*.University of Chicago Press.

Rosenzweig, M.L. 1997. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, United Kingdom 436 p

Sagoff, M. Can we put a price on Nature's Services?

www.puaf.umd.edu/IPPP/NATURE.HTML.

Salzman, J. 1998. Ecosystem Services and the Law. *Conservation Biology* 12 (3): 497-498.

Sorensen, J.C. 1971. A framework for the identification and control resources degradation and conflict in the multiple use of coastal zone. Berkeley, CA: University of California, Department of Landscape Architecture.

Sorensen, J.C. 1974. Some procedures and programs to assist environmental impact assessment process. En: Ditton, R.B. y Goodale, T.I. (eds). *Environmental impact analysis: philosophy and methods*. Madison, WI: University of Wisconsin, Sea Grant Program, Sea Grant Publications Office: 97-106.

STELLA Research High Performance Systems, 1997. Versión 6.0 para Windows.

Suter II, G.W. 1993. *Ecological Risk Assessment*. Lewis Publishers, Michigan, 538 pp.

Tilman, D. 1997. Biodiversity and Ecosystem Functioning. En: Daily, G. C (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. pp 93-112.

Treweek, J. 1996. Ecology and environmental impact assessment. *Journal of Applied Ecology* 33:191-199.

Vázquez, A, Mas, J F, Mayorga Saucedo, R, Palacio, J.L., Bocco, G, Gómez Rodríguez, G, Luna González, L, Trejo, L, López García, J, Palma, M, Peralta, A, Prado Molina, J González Medrano, F. 2001. El Inventario Forestal Nacional 2000. Ciencias 64 . Facultad de Ciencias UNAM.

Walter, K.S. y Gillett H.J. 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Compilado por el World Conservation Monitoring Centre Gland Switzerland: IUCN-The World Conservation Union.
[http://www.wcmc.org.uk/species/plants/plants by taxon.htm.html](http://www.wcmc.org.uk/species/plants/plants%20by%20taxon.htm.html)

4. Game Theory and Environmental Impact Assessments

Octavio Pérez-Maqueo and Miguel Equihua

Sometido para publicación en Environmental Management

Departamento de Ecología y Conservación de Ecosistemas Templados

Instituto de Ecología A.C.

km 2.5 Carretera Antigua a Coatepec No. 351,

Congregación el Haya, Xalapa, Veracruz, C.P. 91070

México.

Correspondence to O. Pérez-Maqueo

e-mail: maqueo@ecologia.edu.mx

FAX number: 52 (228) 818-78-09

Running headline: Game theory and EIA.

Abstract

Environmental Impact Assessments (EIAs) have been adopted to ensure that the benefits generated by a development project will not impose a negative effect on the environment and public health. In this paper, we propose that the above depends on the willingness of both, proponents and society to cooperate. Nevertheless, cooperation is not always possible because individual interests could be at stake. Interactions where participants are faced with the alternative of making a contribution either in the common or in their individual benefit can be analysed with game theory. Using different types of strategies, here we discuss how, theoretically, society and the proponent will behave in response to a project. Generally, in a one-shot game a non-cooperative behaviour is expected, even with EIA. Consequently, other instruments must be applied in conjunction with EIAs to reach an outcome favourable to society as a whole.

Key words: Social dilemmas, Prisoner's dilemma, EIA, Environmental conflicts.

Day by day, society becomes more participative and aware of the environmental consequences associated with development projects; the resulting issue is a combination of perspectives on how the development should occur in order to assure sustainability. One of the considerations within the environmental arena, has been society's desire to anticipate and avoid those negative consequences that are potentially harmful to people either directly or indirectly. Environmental Impact Assessment tools (EIAs or any of its equivalents, see Gilpin 1995) were created as a solution to these concerns. They are considered the best option for those projects that cannot be adequately regulated through other stipulations such as the Legal Standards, Urban Development Programs, Land Use Plans and Management Programs for Natural Protected Areas and Operation Programs (LGEEPA 1997). Although EIAs are based on the above mentioned stipulations, their main objective lies in the evaluation and prediction of the negative effects that a project has on the environment. In this process, the proponent is forced to assess the possible environmental consequences of the project. Furthermore, in some countries society may participate directly in the evaluation of these consequences, although the decision to approve or not the project relies entirely on the authorities.

Despite its stated objective, EIAs are much more than a predictive tool. Given the intrinsic quality of EIAs as a forum for public participation and as a means to integrate development and environment in decision making, they are considered a valuable route to sustainability (Lawrence 1997). They are also a tool through which more democratic decisions can be made (Gilpin 1995). Furthermore, we also see in EIAs the possibility to be a mutually agreed tool in which developers, authorities and society combine development and conservation while aiming at reaching a benefit for all parties involved.

In order to reach a mutual benefit, a cooperative behaviour from proponents and society members is an indispensable condition. On one hand, developers must carry out reliable EIAs. On the other hand, society must develop confidence in EIAs as an agreement instrument in which not only the interests of directly affected parties are included, but those of other sectors of society, including future generations. Unfortunately, cooperation is not always possible because individual interests could be at stake. For example, in order to save money, a proponent would hide or fail to acknowledge the negative effects of the project. The society in turn, could exaggerate the importance of the environmental impacts of the project in order to avoid any direct damage or to obtain compensation. Also, a non cooperative behaviour could emerge in both parties if they distrusted each other's response.

When these non-cooperative behaviours occur, the resulting conflicts may cause other consequences in both, short and medium terms. In the short term, decisions are made outside the EIA framework, and are influenced by social or politic pressure and affect the interests of society and the proponent. If this situation prevails, in the medium term, the investment uncertainty could increase, development would be performed under adverse conditions and the confidence in EIA would be lost. The above not only affects the parties involved in a given project: society as a whole is affected as well.

Game theory offers an option to analyse the outcome when the interacting parties are faced with the alternative of making a contribution either for the common or for their own individual benefit. Games are made up of players, actions (or behaviours), payoffs and information (Rasmusen 1996). Players are the parties involved in the game and in our setting both have two possible ways of action: cooperate or defect. Players will cooperate or defect according to a strategy that

depends on both an expected utility that is commonly illustrated by points (payoffs) in a payoff matrix, and the behaviour of the other player. Once the situation is described based on the above rules it is possible to analyse the outcome of the game.

Here, we use game theory as a supporting framework to understand the interrelationship between proponent and society in response to development projects. Our goal is to describe potential strategies that generate non-cooperative behaviours and to evaluate the situations in which the actual process of EIAs guarantees a cooperative response in front of these strategies. In this sense, we have built different games combining those strategies that must be kept in mind in order to reach a cooperative behaviour between the two parties. We begin the analysis by considering a hypothetical situation in which a proponent wants to conduct a project without a normative instrument as EIA. The above, in order to represent the perspectives from both the proponent and the society given a development project that has a potential environmental impact. Then we introduce the coercive role of EIA and reanalyse the outcomes. Finally, we will give several recommendations that we reckon may enhance cooperation chances and thus propose a general plan to improve the role of EIA as a medium through which cooperation is enhanced

Description of strategies that generate non cooperative behaviours

Both, proponent and society can cooperate or defect according to definitions shown in table 1.

Table 1. Definitions of players and actions.

Players	Actions	
	Cooperation (C)	Defection (D)
Project proponent	Disclose the impacts of the project and propose adequate mitigation measures	Do not disclose the impacts and do not propose adequate mitigation measures
Society	Approves the project with the identified impacts and the addition of mitigation measures.	Automatically disapproves the project.

Here, we are interested in those cases in which there is an incentive to defect where, in addition, defection compromises the common welfare. For example the prisoner's dilemma is a game-theoretic model in which it is demonstrated that, in some cases, acting in one's own interest results in a suboptimal outcome (for all the players, including the individual) despite the action being the individually optimising choice (Figure 1). In the prisoner's dilemma each player has a dominant strategy (i.e. defection), which, whatever strategy the other player chooses, results in a greater payoff for this player. Nevertheless, if both players play their dominant strategy, they will both obtain lower payoffs than if both had cooperated. Thus, the paradox of the prisoner's dilemma shows that individual interests can upset the common good whilst acting rationally (Poundstone 1993). According to Poundstone (1993), there are other three cases (named social dilemmas) that meet both or at least one of the above conditions. Thus, these social dilemmas will be used as models of the strategies followed by both proponent and society.

		Player a	
		Cooperates	Defects
Player b	Cooperates	2 2	0 3
	Defects	3 0	1 1

Figure 1 Prisoner's dilemma payoff matrix. Numbers illustrate the possible outcomes that two players can obtain in a game if they (cooperate) or not (defect). If they show mutual cooperation, both of them will obtain 2 points. If both defect, they will obtain only 1 point. But if one defects and the other do not, the first party will obtain 3 points and the other part 0 points. Under this scenario, rationally the best option for both parties is defection and probably mutual defection (shown in bold) is an equilibrium strategy. Hence the dilemma.

The prisoner's dilemma

As we saw, in the prisoner's dilemma, defection is a dominant behaviour because players with this strategy are better off choosing defection no matter what the other player chooses (Bonacich 1995). In this sense, because the proponent either wants to maximize its benefit or distrusts the response of society, it is reasonable to represent them with a prisoner's strategy. The preferences in a prisoner's dilemma are: $D_p C_s > C_p C_s > D_p D_s > C_p D_s$ (where D stands for defection and C for cooperation, while *p* subscript represents proponent's behaviour and *s* subscript society's behaviour). In other words, the most attractive option for a proponent is to defect while society cooperates ($D_p C_s$) because if society accepts the project and the proponent does not disclose his (or her) environmental impacts, the costs of the project are lowered while profits are increased. As a second option, the proponent prefers mutual cooperation ($C_p C_s$), because in this case although he or she has to assume the cost of the impacts, the project can still be carried out. Thirdly, the proponent would prefer defection on both sides ($D_p D_s$) considering that although the proponent does not invest in any impact studies, an opposing society still results in the project

being stopped. That is, from the proponent's point of view, there was no useless inversion in an EIA. And the last option would be his or her cooperation while society defects ($C_p D_s$). In this case, he (or she) has the lowest pay off because even assuming the cost of the impacts, society rejects the project.

The stag hunt strategy

The stag hunt is a game made out of a story that is briefly told by Rousseau (1756), in a discourse on Inequality:

“If a group of hunters set out to take a stag, they are fully aware that they would all have to remain faithfully at their posts in order to succeed; but if a hare happens to pass near one of them, there can be no doubt that he pursued it without qualm, and that once he had caught his prey, he cared very little whether or not he had made his companions miss theirs.”

A project can generate an untrusting society. This situation can be represented by the stag hunt dilemma, which has the following order of preferences: $C_s C_p > D_s C_p > D_s D_p > C_s D_p$. Here, the perspective of society is that mutual cooperation is the most desirable. People may perceive that mutual cooperation would allow that any negative consequence of the project would be dealt with in the most reliable way. Nevertheless, society could be tempted to defect if cooperation is not fully assumed by the proponent, which makes $D_s C_p$ its second best choice. Mutual defection $D_s D_p$ has a lower pay off since people run the risk of negative consequences that are not adequately controlled. In addition, if society opposes to the project, they may lose social or economic benefits that would result from the development project. Nevertheless, $D_s D_p$ is preferred to $C_s D_p$ because in this last case the project would be carried out in the worst scenario: a lenient society trusting an unworthy proponent!.

The deadlock strategy

The order of preferences of the deadlock is: $D_s C_p > D_s D_p > C_s C_p > C_s D_p$. The deadlock strategy has defection as a dominant behaviour. Defection is always the best option here since cooperation, even when it is mutual, does not represent the highest payoff. Also, the player would, in fact prefer mutual defection. Situations such as these happen when there is no interest in cooperating, since the prospect of payoff is greater without the project than with it.

The chicken strategy

In chicken, like in the stag hunt case, there is not a dominant behaviour. Players can opt for cooperation or defection depending on other player's behaviour. The preferences in chicken are: $D_s C_p > C_s C_p > C_s D_p > D_s D_p$. We believe that the chicken strategy represents in a more accurate way the general relation between proponent and society during the evaluation of a development project. First, mutual defection in chicken is the worst outcome. Thus, a scenario where a proponent would try not to disclose and mitigate the impacts of the project as well as a society that immediately would reject it has the lowest payoff because conflicts are expected. Second, mutual cooperation does not have the highest pay off as it is assumed in the stag hunt strategy. The above seems coherent considering that even implementing mitigation measures, projects generate environmental impacts that must be acceptable to society.

Figure 2 shows the outcomes when a proponent of the prisoner's dilemma type is confronted with the other strategies assigned to society. A double non-cooperation is the expected outcome in all cases, except in chicken.

		Sectors of society					
		strategy type					
		A) Stag hunt		B) Deadlock		C) Chicken	
		C	D	C	D	C	D
Proponent type Prisoner's dilemma	C	2	0	2	0	2	0
	D	3	1	3	1	3	1
		3	2	0	3	1	0

Figure 2 Payoff matrices for each one of the sectors of society confronted with a proponent type Prisoner's dilemma. Numbers illustrate the possible outcomes that the proponent and each sector of society can obtain in a game if they cooperate (C) or defect (D). The type of strategy is defined by the number of points it would achieve considering his response and that of the opponent. When each sector of society faces a proponent of the prisoner's dilemma type, the expected response (shown in bold) will be mutual defection, except in the chicken type, in which a cooperative behaviour from society is expected.

The role of EIA as a coercive tool to reach cooperation between proponents and society

Intuitively, it is possible to think that if we control the behaviour of the proponent in such a way that defection gives the lowest payoff, then it is possible to promote cooperation. In this sense, EIA is an instrument based on the coercion for making environmental impact reports (Tellegen and Wolsink 1998). Thus, it is assumed that EIAs will guarantee a cooperative behaviour by the proponent. That is, evaluations will be credible and a cooperative behaviour from society could be expected. We can see this if we construct an ideal payoff matrix in which by imposing rules, we control the proponent's behaviour and then confront it with the other positions (Figure 3). In this matrix, defection by the proponent gives the lowest payoffs independently whether society cooperates or not ($C_p C_s > C_p D_s > D_p C_s > D_p D_s$). Under this scenario, the only case in which we might

find mutual cooperation occurs in the stag hunt case (Figure 3A) where society pre-emptively defects because it distrusts the proponent's response. Thus, the actual process of EIA gives the impression of being created to satisfy the perspectives of a society of the stag hunt type.

		Sectors of society					
		strategy type					
		A) Stag hunt		B) Deadlock		C) Chicken	
		C	D	C	D	C	D
Proponent's Behaviour enforced (obligatory cooperation)	C	3	2	3	2	3	2
		3	2	1	3	2	3
D	1	0	1	0	1	0	
	0	1	0	2	1	0	

Figure 3 Possible behaviours and payoffs for each one of the society sectors after the proponent behaviour have been enforced to cooperation. Numbers illustrates the possible outcomes that the proponent and each sector of society can obtain in a game if they cooperate (C) or defect (D). When each sector of society faces a regulation compliant proponent the expected response (shown in bold) will be defection by society, except in the stag hunt case, in which a mutual cooperative behaviour is expected.

However, even making EIA trustworthy and assuming that the proponent cooperates, it is possible that society will not be willing to cooperate as it is the case of the deadlock and chicken strategies (Figure 3). With the chicken strategy (Figure 3B), in fact the possible outcome of cooperation which we have previously seen (without subordination) can be reversed since once the proponent's cooperation has been assured, society can get the highest payoff by defecting. Certainly, it could be argued that society is also constrained by the decisions made by the authorities and in one way or another is forced to accept a project. However, in reality the

opposition of society to these decisions sometimes makes the above argumentation flawed. Let us see the above by analysing a current example.

The new airport in Mexico City

Nowadays, the Federal government in Mexico is planning to build a new international airport in the vicinities of Mexico City. Authorities announced that all sites in which it was possible to build the airport were analysed and concluded that only two of them satisfied the technical requirements. At the beginning, the problem was perceived as a stag hunt case and concerns on the probable environmental impacts generated by the project were raised by environmental associations and public in general. Trying to improve their credibility in the decision making process, the government decided to conduct a comparative study between both locations. Academic institutions were invited to perform an environmental evaluation (not an EIA). Experts reported that both sites would generate similar environmental costs. The final site was then chosen considering also the technical, aeronautical and economic viability of the project. Nevertheless, once the results of the study made public, inhabitants of the elected location started their protests arguing land propriety and affirming that they would not move from the site. The conflict generated different ways of protests: blocking highways, kidnapping decision-makers by the opponents, violent and armed confrontations, wounded people and even the death of one of the opponents. Although, the government proposed an increment in the compensation payments, no agreements were reached. Finally, it was decided to reconsider the alternative location to conduct the project.

Discussion

In the next section we discuss if in spite of the above-mentioned strategies it is possible to reach cooperation between the proponents and the society. In order to present a general plan to reach cooperation, we first analyse the role of some practical instruments that could enhance a cooperative behaviour in each one of the one shoot games presented previously. Then, we analyse how the prospect of new encounters in space or time can influence the behaviour of players.

The stag hunt strategy

In general, EIAs have been regulated according to norms and rules enforced by a central authority who decides whether the implementation of a project is suitable or not, based on environmental, economic and social terms. In principle, the above works well for those cases in which the only obstacle to reach cooperation is the lack of confidence in the behavior of the proponent as it was shown with the stag hunt model. Nowadays, most projects could be situated under this category and for which EIA in conjunction with other tools like monitoring programs and public participation would have an important role to guarantee the common welfare (Figure 4).

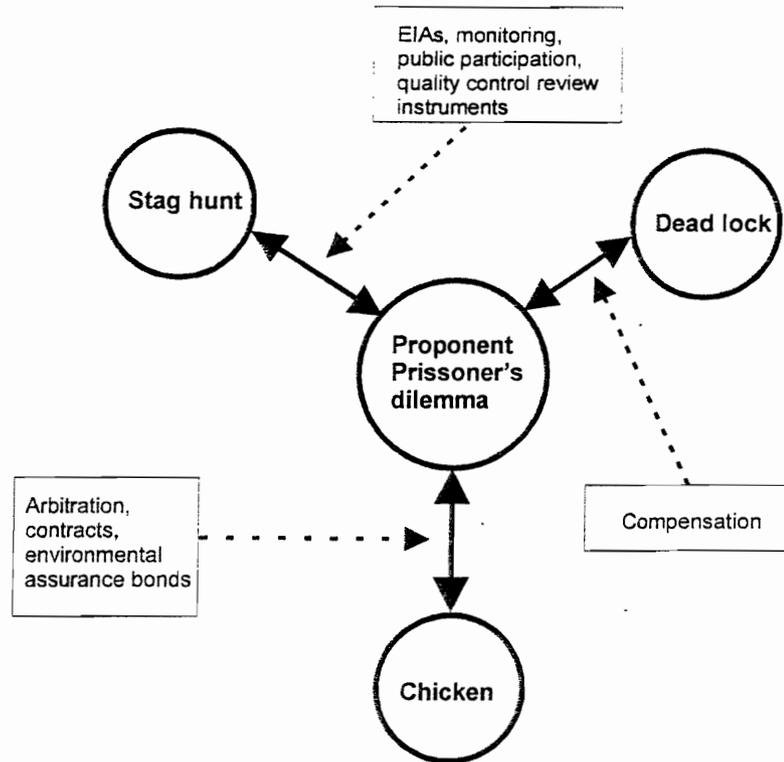


Figure 4 Possible encounters between proponent and other segments of society and tools that could enhance cooperative behaviours in each one of these relationships.

In this case, public participation enhances the perceived objectivity of EIAs and allows the incorporation of those negative impacts detected by the affected society. In addition, monitoring programs increase the confidence that society has on the proponent, because people feel safe when they know that the negative effects are being dealt with. Therefore, dangerous departures from natural conditions can be avoided or mitigated and, if necessary, reaction pathways can be implemented in a reliable way (Goldsmith 1991). Given the above, it is recommendable to promote the use of quality control review instruments that provide a useful basis to evaluate the completeness and suitability of the information from a technical and decision-making viewpoint.

However, cooperation could be at risk, even in the case of the stag hunt case,. Although, theoretically coercion could avoid the trust dilemma, it is important to bear in mind that a coercive force is useful as long as defectors are efficiently punished by the authority (Ostrom and others 1999). Unfortunately, there are cases in which there is not an adequate institutional capacity to monitor those restrictions incorporated by the resolution of the authority, leaving the inobservance of such approval conditions without sanction (Anonymous 2000). For example, the lack of financial resources in Spain jeopardize law enforcement (Pardo 1997). Furthermore, it has been reported that there are cases in which projects have been carried out without an EIA (Anonymous 2000). On the other hand, sometimes (for example in public projects), government is perceived as one of the interested parties and not as the referee who is on top of both, the proponent and the society. For example, the local government of Mexico City is planning to build a second level on one of the main avenues of the city (the proposal was published in “La Jornada”, Mexico, D.F. February 18th 2002. page 17a). Currently, there is a fervent discussion about the pros and cons of the project, but the major drawback during the process is that one of the main promoters of the project appears to be the director of the local environmental agency, where the EIA would be evaluated. Therefore, enforced cooperation depends on how much authorities are not biased.

The success of EIAs also depends on how much a reliable communication is established between the society and the proponents. In this sense, communication based on a formal quantitative and scientific analysis which allows an estimation of probability of those effects has several advantages (Porter 1995). Amongst these, according to Suter (1993) are: (i) the ability to establish the basis to compare and prioritise risks, (ii) greater credibility of EIAs, (iii) focusing of the discussion on the assumptions and the data on which the prediction are made and (iv) separate

the scientific process of estimating magnitude from management decisions (risk management). On the other hand it is necessary to improve society's understanding regarding EIA role. Sinclair and Diduck (1995) state that education is a precondition to advance levels of public involvement. This education must focus on the philosophy and purpose of EIA (Sinclair and Diduck 1995). Emphasis must be done on the importance that EIAs have to guarantee the global benefit and the need to reach suitable agreements with the proponent. In addition, Schenider (1997) states that society requires literacy about how the scientific and decision-making elements interact. In this way it is indispensable to promote adequate perception of what a risk implies as well as the fact that many of our important individual decisions are implemented under uncertain conditions. In summary, if cooperation is to be achieved in the stag hunt scenario, then it is necessary to ensure that the society understands the risks as well as the monitoring and mitigation strategies. An improved communication would certainly be one of the roads to follow.

The deadlock and chicken cases

As it was shown in the deadlock and chicken cases, society will defect no matter if proponent is willing or obligated to cooperate. As long as mitigation measures or compensation appear as a sub-optimal pay-off, a cooperative behaviour from the society is not expected. In these cases, the role of the above tools is limited. For example, although an EIA was not conducted in the case of the airport, it was not to be expected that this instrument would change the deadlock perspective of society. Furthermore, during the conflict nobody asked for the performance of this study.

The main problem with both strategies is that a non-cooperative behaviour would have negative consequences in society as a whole. For example, in the case of toxic waste disposals, society's position is that another site should be found. This is possible in some occasions but in others it

will be very difficult or even impossible. However, the attitude of preventing at all costs the establishment of these dumping sites represents in the long run defection to the rest of society, because toxic waste disposal would be uncontrollable.

Some solutions have been proposed within the theoretical development of game theory for situations in which defection seems the most rational choice (Figure 4). For example, a possible way to cope with these cases is restructuring payoffs, using transfer payments or others means, so the affected segment sees the outcome as equitable (Lejano and Davos 1999). However, the major drawback of compensation is that it could induce defection in those segments that adopt the chicken strategy. Chicken is a peculiar game in which we could visualize that there is always the possibility (at least in theory) that once the proponent has cooperated, for example trying to compensate, society segments reject proposals in order to achieve an increment in their compensation. In this sense, Nash (1950) suggested a reviewing scheme to avoid those cases in which one of the sectors involved tries to gain an additional benefit, given the high level of commitment of the proponent on reaching an agreement. The aim of this scheme is to maximise the benefits of each party by means of arbitration (Figure 4). Once parties reach an agreement, EIAs also could become a “contract” for a project, binding both the proponent and the sectors of society that are directly affected (Figure 4). These contracts must enforce both parties and must contain all the concerned issues like mitigation measures, monitoring programs and compensation that we discussed previously. Also these contracts could be complemented by environmental assurance bonds. These bonds guarantee the rights of both, proponent and society, under conditions of uncertainty (Costanza and Cornwell 1992): The proponent makes a financial deposit that will cover any damaging impact on the environment that the project could eventually generate. If such damage occurs, then the bond is used to compensate the loss to the

segment of society that was affected. If there is no damage to the environment, the bond is returned to the proponent, including the interests accumulated during a previously established period.

On the other hand, it is important that proponents anticipate future conflicts related to their development proposals by means of feasibility studies. In these studies, proponents must analyse not only the environmental but the social consequences of their projects. Therefore, proponents must identify the possible actors (players) that could be against the project, assess the potential compensation costs and then evaluate whether it is feasible to build the project in the chosen location, given the current social and economic settings. In the case of the above-mentioned airport in Mexico, a feasibility social study would have enabled the government to prevent the occurrence of the social conflicts and the death of one person.

Is cooperation feasible?

Certainly, the above tools and recommendations do not guarantee that cooperation would emerge in each project (or in terms of game theory in one shot game). However they can still be useful if we visualize that both, cooperation and defection are behaviours that could spread and influence others segments of society. In this sense, one of the main issues within the theoretical framework of game theory has been to understand how cooperation could emerge in situations where individual interests are at odds with the common welfare. One of the hypotheses is that cooperation could be favourably selected and evolve by means of indirect reciprocity (Nowak and Sigmund 1998). Simulation models and computerized experiments (Millinski and others 2002) show that cooperation pays by means of indirect reciprocity because this behaviour increases the chance of receiving a cooperative response from others. Thus, although in one shot

game it is possible that the cooperative behaviour from proponents is not reciprocated by society, it confers them reputation for new projects. Also, reputation is an important asset that could be positively correlated with cooperative actions among players in our society (Millinski and others 2002). The recent implementation of Environmental Management System (EMS) such as Eco-Management and Audit Scheme, ISO 14000 and BS7750 and voluntary environmental compliance audits promoted by the Mexico's Environmental Enforcement Agency (PROFEPA) are examples of tools that enhance reputation and that operate independently of the authority enforcement.

Society can also generate reputation, but it depends on how long segments of society are recognised as cooperative players that reach agreements with proponents. In this sense, it is possible that in the future, proponents would try to conduct their projects in sites where society satisfy this condition. It is also possible that the selective process between proponents and society would guide fairness development in the future.

Acknowledgements

This study was supported by a grant from CONACYT and by program 90219 of the Instituto de Ecología A.C. We thank Fernando Salmerón, Jose Luis Palacio, María Luisa Martínez and Bianca Delfosse for constructive comments on the manuscript.

Literature Cited

- Anonymus. 2000. La Sociedad Civil, el Sector privado y el Estado ante la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (CEMDA), Unión de grupos Ambientalistas I.A.P. (UGAM) y Centro de Estudios de Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), México, 119 pp.
- Bonacich, P. 1995. Four Kinds of Social Dilemmas within Exchange Networks. *Current Research in Social Psychology* 1:1-7 <http://www.uiowa.edu/~grpproc>.
- Costanza, R. and L. Cornwell. 1992. The 4P approach to dealing with scientific uncertainty. *Environment* 34, 12-20,42
- Gilpin, A.1995. Environmental Impact Assessment: Cutting Edge for the Twenty-first Century. Cambridge University Press, Cambridge,182pp.
- Goldsmith, B.1991. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman & Hall, London, 275pp.
- Lawrence, D. 1997. Integrating Sustainability and Environmental Impact Assessment. *Environmental Management* 21 (1): 23-42.
- Lejano, R. and C. Davos. 1999. Cooperative Solutions for Sustainable Resource Management. *Environmental Management* 24 (2): 167-175.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA): Delitos Ambientales. 1997. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, D.F., 244 pp.

Millinski, M., D. Semmann and H. Krambeck. 2002. Reputation helps solve the “tragedy of the commons”. *Nature* 415: 424-426

Nash, J.F. 1950. The Bargaining Problem. *Econometrica* 18: 155-162.

Nowak, M.A. and K. Sigmund. 1998. Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature* 393: 573-577.

Ostrom, E., J. Burger, C. Field, R. Norgaard and D. Policansky. 1999. Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges. *Science* 284: 278-282.

Pardo, M. 1977. Environmental Impact Assessment: Myth or Reality? Lessons from Spain. *Environmental Impact Assessment Review* 17 : 123-142.

Porter, T.M. 1995. Trust in Numbers :The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life. Princeton University Press, New Jersey, 310 pp.

Poundstone, W. 1993. Prisoner's dilemma. Anchor Books, New York, 294 pp.

Rasmusen, E. 1996. Juegos e Información. Una introducción a la teoría de juegos. Fondo de Cultura Económica, México, 548 pp.

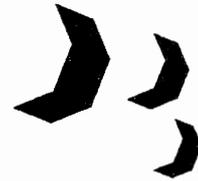
Rousseau, J. J. 1761. A discourse upon the origin and foundation of the inequality among mankind. R. and J. Dodsley, London,

Schneider, S.H. 1997. Defining and teaching environmental literacy. *Trends in Evolution and Ecology* 12: 457.

Sinclair, J and A. Diduck. 1995. Public Education: An undervalued component of the environmental assessment public involvement process. *Environmental Impact Assessment Review* 15: 219-240.

Suter II, G.W. 1993. Ecological Risk Assessment. Lewis Publishers, Michigan, 538 pp.

Tellegen, E. and M. Wolsink. 1998. Society and its Environment. An Introduction. Gordon and Breach Science Publishers, Reading UK, 275 pp.



**INSTITUTO DE
ECOLOGIA, A.C.**

DIVISION DE POSGRADO.

Xalapa, Ver., Mayo 9 de 2003
Ref. PEM 2003/111

Dr. José Luis Palacio Prieto
Director General
Instituto de Geografía-UNAM
México, D.F.

Estimado Dr. Palacio:

Tengo el agrado de dirigirme a usted con el fin de comunicarle, que el Comité Académico del Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales (CAPEMRN), nombró el siguiente Jurado para juzgar la tesis doctoral "Las manifestaciones de impacto ambiental: un análisis crítico" del M. C. Octavio Pérez Maqueo

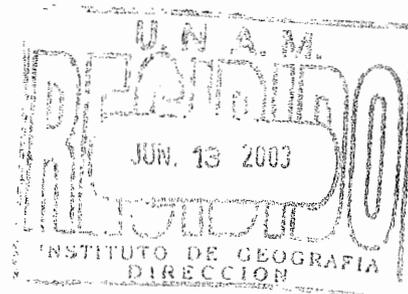
Dr. Miguel Equihua Zamora
Dr. Fernando I. Salmerón Castro
Dr. José Luis Palacio Prieto
Dr. Jorge A. López-Portillo Guzmán
Dr. Gerardo Ceballos González
Dr. Gerardo Bocco Verdinelli
Dr. Gonzalo Halffter Salas

Sin más por el momento reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dr. José G. García-Franco
Coordinador del Posgrado

JGGF/mipr



Ecología y Manejo de Recursos Naturales

Km. 2.5 Carret. Antigua a Coatepec No. 351, Congregación el Haya, Xalapa, Veracruz, 91070 México
Tel. (28) 42-1810 Fax (28) 42-1800 ext. 1202 posgrado@ecologia.edu.mx

5. Discusión

Las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAs) son complejas desde varios puntos de vista. Por un lado, los sistemas físico, natural y social que son el objeto de estudio de una MIA son intrínsecamente complejos. Lo anterior debido a características en su estructura tales como el número, la diversidad y las interrelaciones de sus componentes y al comportamiento no lineal (por ejemplo caótico, catastrófico o adaptativo) que pueden presentar estos sistemas (Patten, *et al.* 2002). En segundo lugar, la especialización que existe dentro de las distintas disciplinas que se integran dentro una MIA (botánica, zoología, ecología, sociología, etc) complica la comunicación entre los expertos para entender estos sistemas. Las MIAs tienden a fragmentarse y en lugar de ser un informe integral de impactos, se suelen convertir en una recopilación de trabajos de distintos temas. Estas dificultades complican a su vez la función de las MIAs como instrumento para alcanzar acuerdos entre distintos sectores de la sociedad con percepciones y conductas diferentes en torno a la ejecución potencial de un proyecto.

Los resultados de este trabajo aportan elementos para el entendimiento y manejo de estas variantes de complejidad como se discute en cada uno de los siguientes apartados. Con el fin de darle claridad a la argumentación, la discusión se articula con el apoyo de un modelo conceptual que integra las ideas principales de la Tesis. Los objetivos principales de este modelo son esquematizar el proceso de toma de decisiones y la formulación de acuerdos a través de las MIAs y de otros instrumentos. Además, el modelo pretende presentar un escenario ideal en donde se promuevan conductas cooperativas dentro de la sociedad a través de la generación de sistemas de reputación. Finalmente también se exponen aquellos elementos que permiten visualizar la

aplicación en el futuro de las ideas que aquí se presentan, así como los retos que aún faltan por emprender para ello.

5.1 La modelación como estrategia para la realización de MIAs

Los modelos son una herramienta para el manejo de la complejidad estructural de los sistemas

Uno de los objetivos de este trabajo, y sobre el cual se hizo especial énfasis en el desarrollo del mismo, fue demostrar la utilidad que brinda la construcción de modelos para manejar situaciones complejas. La experiencia obtenida con la elaboración de la MIA para la CT Tuxpan II PEE (Capítulo 2) permitió comprobar que el proceso de construcción de modelos favorece el manejo de un gran número de componentes de naturaleza diversa construyendo cadenas causales e integrando procesos de realimentación. Esto se da a través de un ejercicio iterativo entre la construcción del modelo y la elección de las variables (Figura 5.1).

Por otro lado, construir el modelo de la propuesta metodológica desde una etapa temprana de la MIA obligó a tener un planteamiento preciso del problema (Capítulos 3 y 4). En este planteamiento se definieron claramente las fronteras espaciales y los límites temporales del modelo, sus objetivos y los criterios de valoración de los componentes o variables de estado del entorno que pueden ser afectados. En este proceso, se pudieron incorporar aquellas causas ajenas al proyecto (amenazas) que podían ser una presión extra para el funcionamiento del sistema (Capítulos 3 y 4). De esta manera, la modelación encauza el análisis y da pauta para seleccionar la información descriptiva que es necesario recabar tanto en campo como en gabinete, evitando la

inclusión de datos superfluos para dicho análisis (Figura 5.1). Por todo lo anterior, se puede concluir que a pesar de las limitaciones de tiempo e información, esta aproximación resultó sumamente útil para analizar de manera integral la repercusión de un proyecto en los sistemas físico, natural y social.

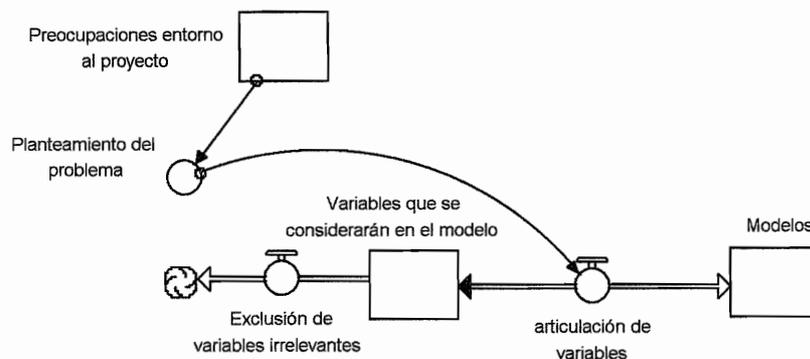


Figura 5.1 .- Planteamiento y articulación de un problema a través de la modelación mediante el proceso iterativo entre construcción del modelo y elección de variables.

La simulación permite incorporar la complejidad funcional de los sistemas y el análisis de escenarios

Contar con un lenguaje para representar las interrelaciones entre componentes es un paso útil en la comunicación de impactos que se realiza a través de las MIAs. No obstante, para entender con mayor profundidad los sistemas es necesario la inclusión de las respuestas funcionales que pueden tener sus componentes. Lo anterior solamente se alcanza a través de la simulación (Stermán 2000). Esta simulación permite incorporar los comportamientos lineales y no lineales que se dan entre las variables de estado. La interacción de estos comportamientos puede producir

respuestas en las variables de estado que difícilmente pueden preverse con los modelos mentales o los esquemas causales (Figura 5.2).

Por otro lado, la simulación amplía las posibilidades de análisis mediante la creación y comparación de escenarios. Estas comparaciones permiten tomar decisiones que van desde la formulación de las medidas de mitigación y compensación hasta decidir si es conveniente llevar a cabo un proyecto o no (Figura 5.2).

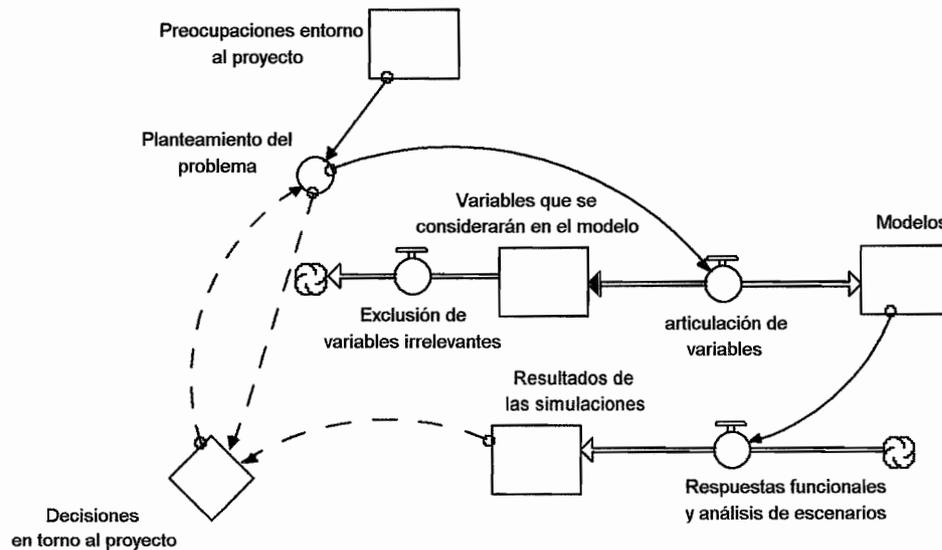


Figura 5. 2.- La simulación permite incorporar la complejidad funcional del sistema y analizar distintos escenarios

La construcción de modelos favorece la comunicación en las MIAs

Las facilidades gráficas del programa favorecieron notablemente la comunicación entre los expertos de las disciplinas que se coordinaron para ejecutar la MIA. La convención en el uso de

los diagramas originados por Forrester (1961) rápidamente fue asumida y aceptada por los distintos participantes (Capítulo 2). Lo anterior se debe a que este lenguaje basado en flujos que abastecen o vacían stocks de alguna variable de interés permite representar casi cualquier problema o sistema. De igual manera, los participantes pueden comunicar la potencial respuesta funcional de las variables de estado de interés y en conjunto construir el modelo.

Por otro lado, la comunicación que se establece con el uso de estos modelos puede darse también con el público en general. Por ejemplo, en el caso del modelo de Tuxpan, la apertura en la comunicación para el resto de la sociedad se respaldó poniendo a disposición de cualquier interesado la documentación y la memoria de cálculo del modelo en una página web. Incluso, la información que se presenta con esta aproximación puede aplicarse a otros casos como se indica con el proceso de retroalimentación de la Figura 5.3.

En cuanto a la comunicación, hay que reconocer que en la construcción de modelos explícitos, como en cualquier otra aproximación, existe un alto grado de subjetividad. La elección de las variables y sus interrelaciones, así como los supuestos sobre los que se construyen estos modelos se realiza con base en la elección y el juicio del especialista. No obstante, una vez representado el modelo conceptual originado de la discusión entre expertos es posible traducirlo a su formalización matemática incrementando la objetividad del análisis. Lo anterior, se debe a que la formalización matemática representa una manera estandarizada de precisar pensamientos e ideas en torno a un problema y que por supuesto no sustituye la intuición e imaginación de los participantes en el estudio (Huggett 1993). Esta estandarización se ajusta a la acepción de objetividad propuesta por Agazzi (1996) quien denomina inter-subjetividad o subjetividad acordada, al proceso de estandarización de métodos que existe en ciencia. De manera similar,

podría decirse que la estandarización convierte al modelo en un medio de comunicación objetiva dado que el proceso con el cual se identifican las relaciones causales y se ejecutan las simulaciones es potencialmente repetible.

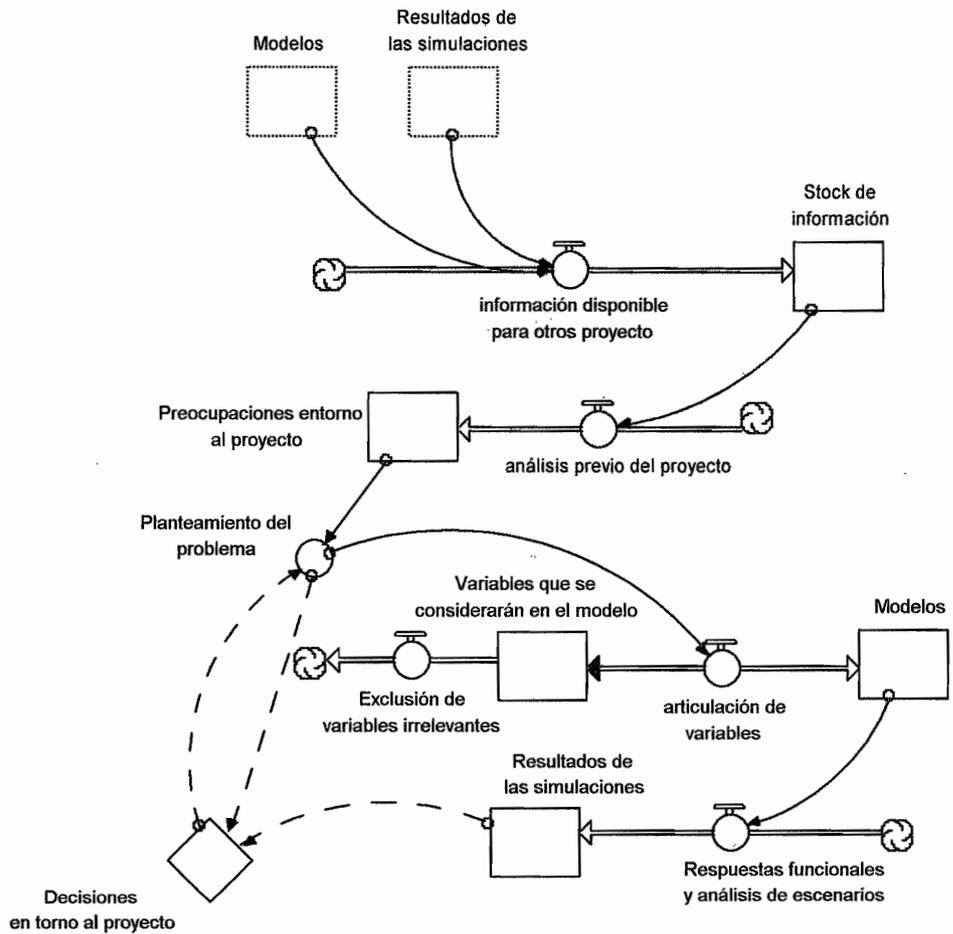


Figura 5.3.- Proceso de retroalimentación hacia un banco de información que puede ser utilizada en otros casos.

5.2 Otras aplicaciones de la modelación dentro del campo del impacto ambiental

Las ventajas que ofrece la modelación se acrecientan si consideramos los requisitos actuales que se solicitan para la ejecución de MIAs y la tendencia de aplicación del instrumento. Dentro de estos requisitos destacan la comparación de escenarios con y sin proyecto así como la incorporación progresiva de medidas de mitigación, y la evaluación de los impactos acumulativos. Por su parte, dentro de las tendencias en la aplicación del instrumento, una de las variantes que ya se lleva a cabo en otros países y comienza a ser inquietud en el caso de México es la evaluación ambiental estratégica. Este proceso tiene como fin incorporar y evaluar las consideraciones ambientales en las decisiones que se toman para políticas, planes y programas de desarrollo. Además de esta extensión del instrumento, existe la tendencia de enfocar el análisis a algunos temas relevantes. Tal es el caso de los aspectos sociales cuyo análisis se ha enfatizado recientemente a través de la manifestación de impacto social. Hoy en día, gran parte de la bibliografía que se genera con relación al impacto ambiental está dirigida a la discusión de estos cuatro temas. No obstante, conceptualmente el proceso de análisis debe ser el mismo al utilizado en las MIAs tradicionales y de acuerdo con lo propuesto en este trabajo, la formulación explícita del modelo correspondiente puede ser de gran utilidad en todos los casos. Necesariamente, dichos modelos deberán delimitar con claridad las fronteras espaciales y temporales, establecer objetivos precisos e incorporar conjuntamente al ejercicio predictivo, los juicios de valor que se hagan para los componentes ambientales y sociales. Cabe señalar que en el caso de México, la MIA modalidad regional ha sido planteada por la autoridad ambiental como un procedimiento “alternativo” para realizar la evaluación estratégica (INE, 2000). Como se recordará, la propuesta

metodológica de los Capítulos 3 y 4 se apegó a esta modalidad y por tanto puede considerarse como una vía para realizar este tipo de evaluación.

5.3 La cooperación y el manejo de los recursos comunes

Establecer la importancia de conductas cooperativas dentro del contexto de las MIAs fue el otro tema medular de la tesis. Como se definió en el Capítulo 5, esta cooperación consiste en que los proponentes lleven a cabo MIAs confiables incluyendo en el diseño de sus proyectos las medidas de mitigación y compensación pertinentes. Por su parte, la conducta cooperativa de la sociedad se definió como la aceptación de aquellos proyectos que se conduzcan bajo los términos anteriores. En este mismo capítulo se analizó con base en la teoría de juegos algunas de las razones que dificultan esta cooperación y se discutió sobre lo contraproducente que puede resultar actuar en busca del bien particular. También se planteó que en el caso de las decisiones relacionadas con la ejecución de proyectos, el uso de instrumentos como la participación pública, el seguimiento ambiental, el control de calidad, el arbitraje, la compensación, y los seguros ambientales pueden ayudar a conseguir conductas cooperativas tanto por parte del proponente como de la sociedad.

La aplicación de algunos de estos instrumentos (seguimiento ambiental, compensación y seguros ambientales) puede incorporarse en el modelo conceptual que se ha venido construyendo dentro de las decisiones que se toman en torno al proyecto (Figura 5.4). De hecho, el procedimiento actual de MIA que se sigue en México prevé como parte de las resoluciones la ejecución de estos instrumentos. Desafortunadamente, bajo este procedimiento y según se analizó en el Capítulo 5, la conducta cooperativa por parte de la sociedad no está garantizada en todos los casos aún con la

inclusión de estos instrumentos. Esto se debe a que la percepción de ganancia puede ser inferior con la ejecución del proyecto a la que se podría esperar oponiéndose al mismo. Lo anterior es motivo de conflictos que en algunos casos puede resultar en enfrentamientos directos dentro de la sociedad. Dos de las estrategias que se presentaron en el Capítulo 5 denominadas “Dead lock” y “Chicken” abordan este problema. Para la primera de ellas se concluyó que la falta de cooperación se debía a la nula ganancia que se podía esperar con la ejecución del proyecto y se reconoció que una compensación atractiva podría dar cuenta de estos casos. En el caso de “Chicken”, el problema es más complicado. La estrategia tipo “Chicken” se caracteriza porque aún cuando la otra parte presente una respuesta cooperativa, quien tenga esta estrategia tendería a traicionar. Esta estrategia se utilizó para representar aquellos sectores de la sociedad que de alguna forma se aprovechan de la buena voluntad del proponente por cooperar, buscando una mayor compensación.

En teoría, la autoridad debería forzar la cooperación tanto del promovente como de la sociedad. Sin embargo, la falta de capacidad operativa para dar seguimiento a las resoluciones y el papel como juez y parte que en ocasiones juega la autoridad son situaciones que impiden en algunos casos recurrir al control externo que debería ejercer el gobierno. Por otro lado, la misma naturaleza de las MIAŞ en donde se abordan temas con un alto grado de incertidumbre y subjetividad hacen más difícil obtener esta cooperación. En cuanto a la cuestión de la subjetividad, ya se ha discutido sobre la pertinencia de una comunicación inter-subjetiva basada en la construcción de modelos. Por otro lado, en el Capítulo 5 se ofreció como una alternativa que la formulación de contratos podía ser una vía para atender alguno de los casos conflictivos que se dan entre proponentes y sociedad. Establecer estos contratos requiere de condiciones distintas en la relación sociedad-proponente a las que hoy en día se presentan con el

procedimiento de impacto ambiental. Estas condiciones están basadas en una participación pública más directa que pueda crear, como se explicará a continuación, un ambiente atractivo para la cooperación y la corresponsabilidad entre sociedad y proponente.

Al respecto, hay que señalar que impulsar la participación pública trae consigo beneficios dentro de los que se encuentran los siguientes. En primer lugar, se ha comprobado que enriquece el análisis porque es un mecanismo de intercambio de información que integra aquella relativa a los valores locales (Canter 1998). Además, ayuda a establecer la credibilidad del proceso de planificación y evaluación, evitando la sensación de exclusión que en muchos casos puede ser causa suficiente para oponerse a un proyecto. A pesar de estas virtudes y aunque la participación pública está considerada dentro de la legislación de la mayoría de los países en donde aplican las MIAs, incluyendo México, el grado con el que esta se presenta puede variar de país a país. Los niveles pueden ir desde la no participación absoluta, pasando por situaciones con una participación simbólica, situaciones en las que los ciudadanos influyen por igual en la planificación hasta situaciones en las que los ciudadanos realmente controlan el proceso de planificación (Canter 1998). En México podría decirse que la participación pública es simbólica ya que las personas ajenas al proyecto son informadas y pueden emitir opiniones, pero finalmente la decisión sobre cualquier tema está en manos de la autoridad. En otros trabajos, se han propuesto acciones para cambiar este nivel de participación por uno más amplio y con mayor información (Anónimo 2000). Dichas acciones van desde mayor difusión de la legislación y de los derechos de los ciudadanos, así como de los beneficios alcanzados por proyectos realizados en aras del interés público, hasta la responsabilización de la autoridad de la contratación de los estudios de impacto ambiental con cargo al promovente y la creación de un fondo público para

que las organizaciones civiles puedan solventar la realización de MIAs de “segunda opinión”(Anónimo 2000).

Sin duda, estas propuestas incrementarían la calidad de la participación que la sociedad puede hacer referente a un proyecto y propiciarían una mayor confianza hacia el promotor. Sin embargo, posiblemente una participación pública en donde se les permita a los ciudadanos influir en las decisiones incrementa el compromiso individual de los acuerdos que se establezcan entre promotor y sociedad. Rayier y Cantor (1987, citado en Calow, 1998) han establecido que lo anterior es posible si el proceso de decisión se percibe como justo. De esta manera, a las acciones anteriores podrían añadirse aquellas que permitan percibir una mayor justicia o equidad de los beneficios que se pueden obtener con la ejecución de un proyecto determinado. Por ejemplo, presentar compensaciones atractivas no sólo sobre la afectación a bienes de propiedad privada sino para aquellos recursos y bienes de uso común, puede ser una de estas acciones.

Una vez que los sectores directamente afectados perciban que existe la posibilidad de obtener un beneficio con el proyecto es factible incorporarlos en el proceso de evaluación. Incluso de acuerdo con el esquema que se propone la participación directa de la sociedad se podría presentar desde el planteamiento del problema, la construcción del modelo y finalmente en las decisiones que se tomen en función del análisis. Para ello, la participación de la sociedad debe estar coordinada o representada por organizaciones que se establezcan para este fin. Posteriormente y con el fin de garantizar la cooperación recíproca, las condiciones sobre las que operará el proyecto y la aplicación de instrumentos como el seguimiento y los seguros ambientales, quedaría comprometidas por medio de un contrato de ejecución de la obra (Capítulo 5). Lo anterior adiciona nuevos elementos al modelo que se ha venido construyendo (Figura 5.4).

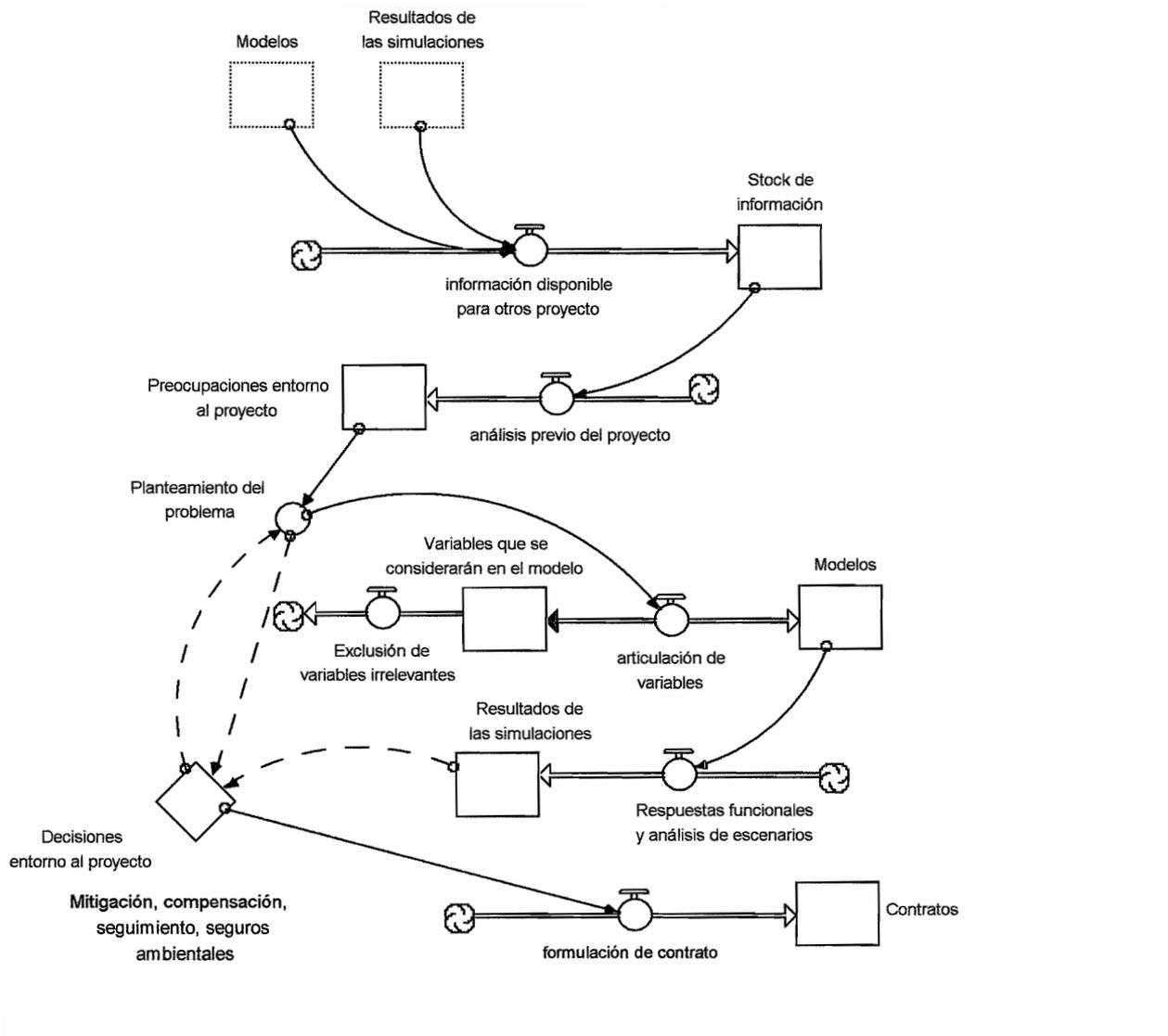


Figura 5.4.- Formulación de contratos considerando las decisiones entorno al proyecto.

La traición (no cooperación) por alguna de las partes en el establecimiento y cumplimiento de estos acuerdos y contratos siempre es una posibilidad. De hecho, el caso “Chicken” y en general el Dilema del Prisionero (Capítulo 5) son la representación formal de lo anterior y para los cuales, con excepción de la acción efectiva de una autoridad, no es posible encontrar una solución si el encuentro entre jugadores se presenta en una sola ocasión (juegos de un solo tiro). No obstante, estos dilemas resultan interesantes si consideramos que la relación sociedad-proponente se

presenta más de una vez en el tiempo. Como se discutió en el Capítulo 5 la expectativa de nuevos encuentros es una posibilidad para que emerja la cooperación, aún en casos complicados como “Chicken” o el “Dilema del Prisionero”. En particular, las conductas tanto de la sociedad como del proponente en proyectos generan una reputación que debe ser incorporada a los elementos de retroalimentación del modelo conceptual (Figura 5.5) para tener completo el esquema.

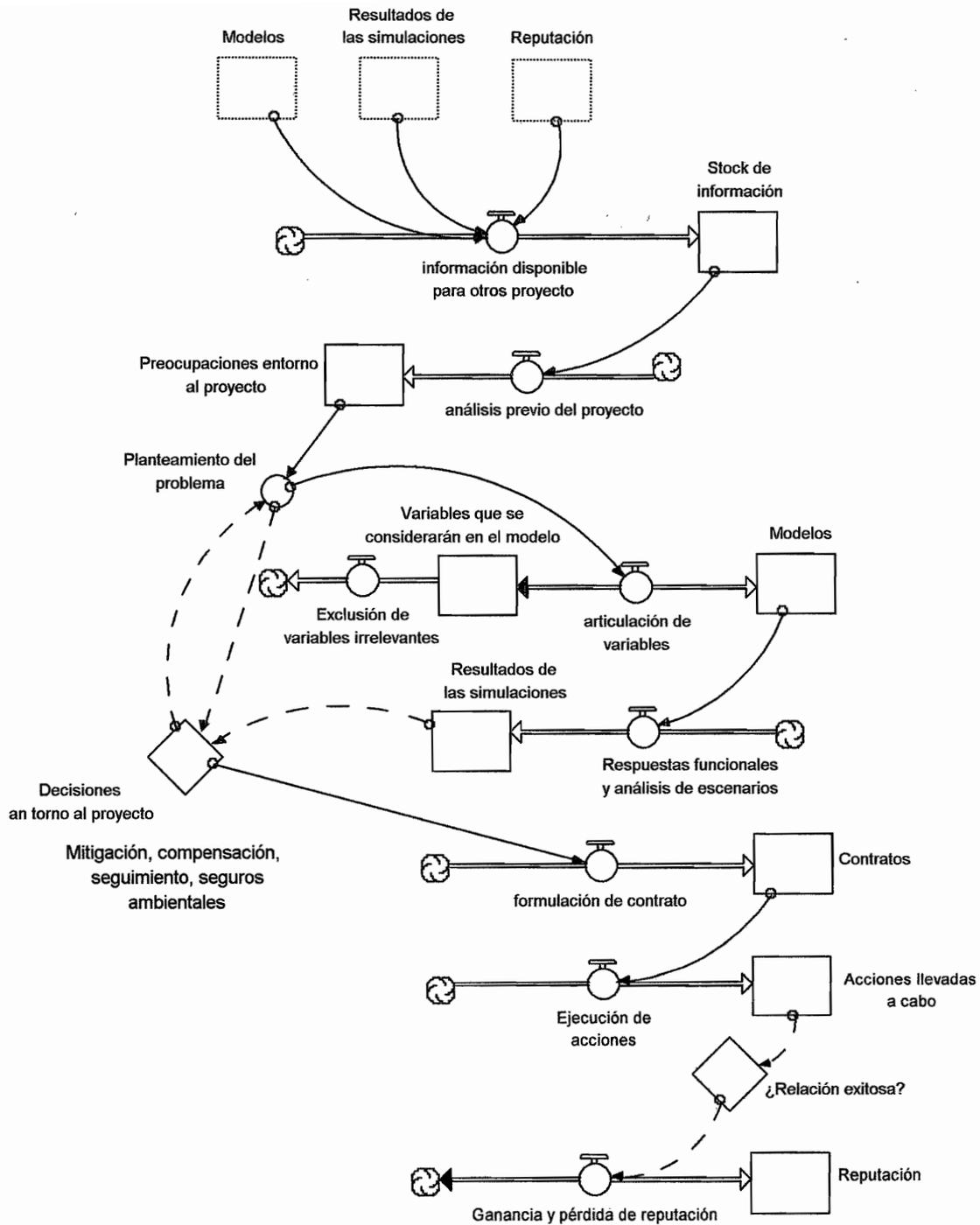


Figura 5. 5.- Generación de reputación

5.4 Retos para el futuro

Obviamente, aún existen varios temas sobre los que es necesario avanzar dentro del campo de las MIAs. Por un lado, aunque se tienen experiencias para entender los sistemas físico, natural, social y económico, aún existen pocos ejemplos en donde se haya logrado llevar a cabo un análisis integral de ellos (Costanza y Jørgensen 2002). Lograr esta integración será trascendental para el caso de las MIAs ya que independientemente que los estudios se enfoquen a proyectos, planes o programas de desarrollo es inevitable amalgamar los tres sistemas. En segundo lugar, existe poco conocimiento relacionado con el impacto significativo que puede tener una actividad en los ecosistemas. Por lo tanto, conocer cuando y cómo los sistemas naturales cambia de un estado a otro es otro de los temas esenciales. Algunas respuestas y mecanismos de este tipo se han documentado para sistemas como lagos y bosques y en general, se ha visto que los cambios de estado no son lineales y existen umbrales desde donde, en muchos casos, regresar al estado original resulta muy difícil (Holling 1973). Incluir dentro de los estudios de impactos ambiental, la teoría que se ha generado a partir de resultados como los anteriores ayudará a no suponer erróneamente un deterioro lineal y a reconocer aquellos cambios que pueden suscitarse de manera sorpresiva cuando se abate la resiliencia de los sistemas (Holling, 1973). Otro tema relevante es el de los servicios ambientales. Al respecto, es necesario estandarizar la lista de servicios y bienes ambientales que proveen los ecosistemas, ya que generalmente cada autor que toca el tema presenta su propio inventario. También habrá que esclarecer la relación entre riqueza biológica, funcionamiento y provisión de estos servicios y acordar un sistemas de valoración para los mismos. Sobre la valoración sería pertinente profundizar más sobre la repercusión en el futuro desde el punto de vista ambiental, social y económica que tendría asignarles un valor monetario a estos servicios y bienes ambientales. Lo anterior podría llevarse a cabo también a través de la

modelación y la simulación. Finalmente, es necesario que la modelación como estrategia para resolver problemas trascienda a los tomadores de decisión y a la sociedad en general. Para esto, deberán involucrarse desde la etapa inicial de construcción del modelo, incorporando sus objetivos y necesidades con el fin de que conozcan sus fronteras de aplicación y pueda ser incluso operado por ellos mismos.

El interés en los temas anteriores no es exclusivo para el campo de las MIAs. Por el contrario, la construcción de modelos integrales, el análisis de sistemas complejos, la evaluación de servicios ambientales y la vinculación de la sociedad en el análisis son algunos de los temas más promovidos para resolver la problemática ambiental del siglo 21 (Costanza y Jørgensen, 2002).

En este sentido, el panorama que se vislumbra es alentador. Por un lado, los avances dentro de áreas como la economía, la inteligencia artificial, las redes neuronales artificiales, y de teorías enfocadas al estudio de procesos caóticos, catastróficos y en general a sistemas complejos son un vía potencial para resolver estos problemas y por supuesto su aplicación directa en las MIAs será sumamente útil. De igual manera, gracias al desarrollo teórico y al avance en los programas de cómputo para construir estos modelos se prevé que la construcción de modelos de simulación sea una estrategia cada vez más utilizada dentro de la problemática ambiental. Cabe señalar que a partir de la experiencia que se ha tenido con este enfoque comienzan a impartirse cursos de impacto ambiental en donde la aplicación de modelos integrales y las propuestas que se hicieron en la Tesis son temas centrales.

Finalmente, las MIAs son un instrumento que ha permitido tomar mejores decisiones en cuestiones ambientales y en general, podría decirse que conjuntamente con otros instrumentos legales promueven, en la mayoría de los casos, un ambiente de cooperación. Sin embargo, la

instrumentación reciente de sistemas voluntarios de cumplimiento ambiental, los conflictos relacionados con la instalación de algunos proyectos de desarrollo y los problemas en la aplicación de la normatividad son elementos que permiten pensar en variantes del escenario anterior. Al parecer, abrir la cuestión ambiental a una mayor participación pública y descentralizarla del gobierno es una de las tendencias actuales en la política ambiental, que también se observa en el caso particular de las MIAs. ¿Cómo alcanzar un ambiente de cooperación y a través de qué mecanismos y tipo de institución se podrá acceder a él? son preguntas relevantes que están en la mesa de discusión. Los resultados de este trabajo permiten precisar que las MIAs pueden ser un vínculo de comunicación importante en este proceso de cooperación y en la toma de decisiones ambientales.

5.5 Referencias

Agazzi, E. 1996. El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica. Editorial Tecnos, Madrid 386 pp.

Anónimo. 2000. La Sociedad Civil, el Sector privado y el Estado ante la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (CEMDA), Unión de grupos Ambientalistas I.A.P. (UGAM) y Centro de Estudios de Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), México, 119 pp.

Canter, L.W. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto, Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana de España.

Calow, P., 1998. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. Blackwell Science. 590 P.

Costanza, R. y Jørgensen, S.E. 2002 Understanding and Solving Environmental Problems in the 21st Century Toward a new, integrated hard problem science. Elsevier Amsterdam. 324 pp.

Forrester, J.W. 1961. Industrial Dynamics. Waltham, MA: Pegasus Communications.

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematic 4: 1-23.

Hugget, R. J. 1993. Modelling the Human Impact on Nature. Systems analysis of environmental problems, Oxford: Oxford University Press.

INE, 2000. La evaluación del impacto ambiental. Logros y retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. 160 pp.

Patten, B.C. , Fath, B.D., Choi, J.S., Bastianoni, S., Borrett, S.R, Brandt-Williams, S., Debeljak, M., Fonseca, J., Grant, W.E., Karnawati, D. Marqués, J.C., Moser, A. Müller, F., Pahl-Wostl, C., Seppelt, R., Steinborn W.H. y Svirezhev, Y.M: 2002. Complex Adaptive Hierarchical Systems. En: Costanza, R. y Jørgensen, S.E. (ed) Understanding and Solving Environmental Problems in the 21st Century Toward a new, integrated hard problem science. Elsevier Amsterdam pp 41-94.

Sterman, J. D. 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*.

McGraw-Hill Higher Education. 982pp

ANEXO 1

GUIA PARA ELABORAR LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. Datos generales del proyecto

1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)
2. Nombre del proyecto
3. Datos del sector y tipo de proyecto
 - 3.1 Sector
 - 3.2 Subsector
 - 3.3 Tipo de proyecto
4. Estudio de riesgo y su modalidad
5. Ubicación del proyecto
 - 5.1. Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal
 - 5.2. Código postal
 - 5.3. Entidad federativa
 - 5.4. Municipio(s) o delegación(es)
 - 5.5. Localidad(es)
 - 5.6. Coordenadas geográficas y/o UTM, de acuerdo con los siguientes casos según corresponda:
 - A. Para proyectos que se localizan en un predio, señalar el punto de latitud y longitud, y/o las coordenadas X y Y en caso de que se trate de una coordenada UTM.
 - B. Para proyectos cuya infraestructura y/o actividades se distribuyen dispersos en una zona o región, proporcionar los puntos de coordenadas extremas que permitan establecer un polígono aproximado.
 - C. Para proyectos lineales, como líneas de transmisión eléctrica, entre otros, presentar las coordenadas de los puntos de inflexión del trazo y la longitud del mismo.
6. Dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

Características del proyecto	Información que se deberá proporcionar
Proyectos puntuales o en un solo predio y que se realizan en el mismo sitio	Área total del predio y del proyecto
Proyectos dispersos en una zona o región	Superficie total de la infraestructura y de cada una de las obras que la componen. En caso de realizarse actividades, señalar el área en donde se llevarán a cabo, así como su superficie
Proyectos lineales	Longitud total, longitud de los tramos parciales, ancho del derecho de vía, así como área total. En caso de que el trazo atraviere zonas de atención prioritaria, indicar la longitud y superficie total que se afectará en cada tramo

I.2. Datos generales del promovente

1. Nombre o razón social
2. Registro Federal de Causantes (RFC)
3. Nombre del representante legal
4. Cargo del representante legal
5. RFC del representante legal
6. Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal
7. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones
 - 7.1. Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal
 - 7.2. Colonia, barrio
 - 7.3. Código postal
 - 7.4. Entidad federativa
 - 7.5. Municipio o delegación
 - 7.6. Teléfono(s)
 - 7.7. Fax
 - 7.8. Correo electrónico

I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

1. Nombre o razón social
2. RFC
3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio
4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio
5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio
6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio
7. Dirección del responsable del estudio
 - 7.1. Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal
 - 7.2. Colonia, barrio
 - 7.3. Código postal
 - 7.4. Entidad federativa
 - 7.5. Municipio o delegación
 - 7.6. Teléfono(s)
 - 7.7. Fax
 - 7.8. Correo electrónico

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

En los diversos apartados de este capítulo se señalan las líneas de información mínima que se deben considerar en el momento de elaborar el estudio, a fin de identificar los aspectos relevantes del proyecto en relación con el ambiente.

El objetivo es crear un marco de referencia que permita conformar una idea global de la obra o actividad que se pretende llevar a cabo, desde una perspectiva de desarrollo de la infraestructura para satisfacer las demandas de energía eléctrica en el ámbito regional e identificar y describir los agentes causales de impacto ambiental.

El responsable de la elaboración del estudio podrá incorporar elementos adicionales si lo considera conveniente por las características específicas del proyecto. Además, podrá omitir del análisis aquellos aspectos que no estén relacionados con el proyecto, siempre y cuando esta decisión se justifique técnicamente.

II.1. Información general del proyecto

En esta sección se describirá el proyecto en su conjunto, de acuerdo con su naturaleza, objetivos, características, la distribución espacial de las obras y actividades principales, de servicios y obras asociadas, así como, en su caso, de otras necesarias para ampliar la dotación de servicios básicos, asistenciales, zonas habitacionales, vías de comunicación, telecomunicaciones, entre otros que permitirán el adecuado desempeño del proyecto o programa.

Asimismo, se deberán mencionar las políticas de crecimiento que la empresa u organismo tenga proyectadas para esta obra o actividad, y señalar los planes de ampliación de las obras de infraestructura o de aumento de la producción que a corto, mediano o largo plazo se pretenda poner en práctica. Indicar en forma cuantitativa el posible crecimiento.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Señalar si el proyecto consiste en una obra o actividad o un conjunto de obras o actividades del mismo tipo, o bien de diferente tipo y sector. Indicar si el proyecto es un programa de desarrollo o parte de él, una obra de infraestructura asociada al mismo programa, o bien si es un proyecto de oportunidad.

Asimismo, indicar, en su caso, si se pretende realizar obras o actividades asociadas competencia de la Federación y/o si el proyecto requiere de autorización en la materia por su ubicación, características y/o alcances; como es el caso de cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas, desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros, obras en Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación, obras y actividades en humedales, manglares lagunas, ríos, lagos, esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales, de acuerdo con lo establecido en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

II.1.2 Justificación y objetivos

Indicar los elementos que fundamenten de manera clara la necesidad de desarrollar el proyecto. Se debe hacer referencia a la demanda actual e histórica de energía eléctrica que se ofrece en el contexto local y nacional, y a la manera en que ésta se ha venido cubriendo. En este sentido, es importante resaltar el papel que tendrá el proyecto en la atención a la demanda.

II.1.3 Inversión requerida

Señalar el monto total de las obras que se requieren para realizar el proyecto. Si se pretende realizar el proyecto por fases, desglosar el capital a invertir para cada una de ellas y su correspondiente sumatoria. Especificar la cantidad en moneda nacional y su equivalente en dólares estadounidenses e indicar la paridad y su fecha de referencia.

II.2. Características particulares del proyecto

En las siguientes secciones, presentar la información relativa a todas las obras y actividades que conforman un proyecto o conjunto de proyectos o que se encuentran incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico para la generación, transmisión o transformación de energía eléctrica. Asimismo, hacer mención de aquellos proyectos conexos que ya estén en operación y/o de los que se vayan a poner en marcha y que son indispensables para el adecuado desarrollo del proyecto o plan, incluidos los que se ubiquen fuera de la jurisdicción de la obra o actividad que se propone.

Si el proyecto contempla la realización de obras y/o actividades exceptuadas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, éstas deberán ser incluidas en la descripción, con la finalidad de analizar los posibles impactos ambientales acumulativos y sinérgicos, que pudieran ocasionarse en su conjunto.

II.2.1. Descripción de las obras y actividades

Para la descripción detallada de las obras y actividades, seleccionar una de las tres opciones que se presentan a continuación:

A. PROYECTOS UNICOS

El tipo de obras y actividades que se describirán en este apartado son aquellos a los que se aplican las fracciones I y IV del artículo 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Para cubrir este apartado se desarrollará la información que se solicita en el Apéndice I, de acuerdo con el tipo de obra o actividad de que se trate.

B. CONJUNTO DE PROYECTOS DEL MISMO TIPO

Esta opción corresponde a los proyectos que presentan conjuntos de obras y actividades del mismo tipo; por ejemplo, subestaciones de transmisión o líneas de transmisión, entre otras, y sus obras asociadas, como caminos de acceso, campamentos, talleres, almacenes y edificaciones diversas.

En este caso la información de las obras y actividades de cada tipo podrá ser presentada de manera sintética, a manera de catálogo de obras o actividades, donde se indiquen sus características y se hagan, en su caso, las precisiones que se estimen necesarias para explicar las particularidades de cada una. Ubicar en un plano a escala 1:20 000 o mayor, la localización y/o el trazo de cada obra en particular.

Para cubrir este apartado se desarrollará la información que se solicita en el Apéndice I, de acuerdo con el tipo de obra o actividad de que se trate.

C. CONJUNTO DE PROYECTOS DE DIFERENTE TIPO Y SECTOR

Esta opción se aplica cuando se trata de conjuntos de proyectos de diferente sector que se ubicarán en una misma región. Para la descripción de las obras, actividades y servicios de cada uno de los proyectos, se deberá consultar el Apéndice I de la guía para la Manifestación de Impacto Ambiental del sector de que se trate y desarrollar la información del tipo de obra o actividad que ahí se solicita.

Para los tres incisos anteriores, presentar en un plano a escala 1:20 000 o mayor, la distribución de las obras y actividades pretendidas, que incluya las obras principales, las de servicios, las asociadas y conexas. Asimismo, señalar la distribución de la infraestructura de servicios, vías de comunicación, telecomunicaciones, áreas urbanas, suburbanas, industriales, agropecuarias, áreas naturales y áreas de atención prioritaria.

En caso de que se pretenda realizar obras y actividades que no están especificadas en el apéndice citado, describir en detalle en qué consiste cada una de ellas.

II.2.2. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Describir de manera integral y detallada el tipo de obras provisionales que se pretenden construir (por ejemplo: campamentos, almacenes, talleres, oficinas, patios de servicio, comedores, obras para el abastecimiento y almacenaje de combustible, etcétera), así como las obras asociadas (si se contemplan en el proyecto). Ver el apéndice III. Especificar en ambos casos su localización en un mapa escala 1:50 000 e indicar sus coordenadas geográficas, además de la información que se anota en el Apéndice II.

Señalar el nombre de la empresa u organismo encargado de las obras asociadas y conexas.

II.2.3. Ubicación del proyecto

En la *carta 1*, ubicar el sitio, o el área o trayectoria del proyecto seleccionado. Precisar sus coordenadas geográficas y delimitar el polígono que conforma el área del proyecto. Asimismo, señalar el o los estados, municipios, ciudades, localidades, cuencas, subcuencas o microcuencas que abarca o atraviesa el proyecto o conjunto de proyectos.

II.2.3.1 Superficie total requerida

Especificar la superficie total requerida por el proyecto, el conjunto de proyectos o el conjunto de obras y actividades de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica que se encuentran incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo o de ordenamiento ecológico. Desglosar los siguientes datos, en hectáreas:

- a) Superficie total del predio o del trazo.
- b) Superficie de construcción.
- c) Superficie a desmontar y su porcentaje con respecto al área arbolada.
- d) Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo como campamentos, patios de maquinaria, sitios de tiro, etcétera.
- e) Superficies correspondiente a áreas libres o verdes
- f) Superficies arboladas y no arboladas.
- g) Superficie requerida para caminos de acceso y otras obras asociadas.

En caso de líneas de transmisión, la superficie total incluye la superficie ocupacional (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía) más la superficie de maniobras. Para explicar la distribución de la superficie total por tipo de uso de suelo general, desarrollar la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la superficie total por tipo de uso de suelo general

Tramo de la línea	Longitud	Superficie total	En áreas naturales		En áreas urbanas, agropecuarias y eriales	
			Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje

1. La superficie total es la suma de la superficie ocupacional (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía) más la superficie de maniobras.

II.2.3.2. Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

Indicar en la *carta 2* cuáles son las vías de acceso (terrestres, aéreas, marítimas y/o fluviales) al sitio propuesto para el desarrollo del proyecto o conjunto de proyectos. En caso de no existir éstas, señalar en la *carta* las que se propone habilitar para el desarrollo del proyecto o los proyectos.

II.2.3.3. Descripción de servicios requeridos

Describir de manera integral y detallada la infraestructura de bienes y servicios requeridos (agua potable, drenaje, red de distribución de gas, entre otros). Esta descripción debe incluir tanto la infraestructura existente como la proyectada o en proceso de aplicación, necesaria para el desarrollo del o los proyectos en las diferentes fases y etapas que lo(s) conforman. Especificar en la carta 2 su localización en el terreno y la superficie que ocupará. Asimismo, hacer referencia a la demanda actual de los bienes y servicios, así como la evolución histórica de la relación oferta/demanda y la manera como ésta se verá modificada por la realización del proyecto o el conjunto de ellos.

II.3. Descripción de las obras y actividades

El promovente podrá desarrollar la descripción de las obras y actividades de su proyecto en dos modalidades: a) abarcando la descripción total, ob) haciendo una descripción en diferentes fases.

a) Descripción total de las obras y actividades

Descripción detallada que abarque la totalidad de la obra y actividad.

b) Descripción por fases

Descripción detallada que abarque la totalidad de las obras y actividades divididas en diferentes fases. Por ejemplo, si un promovente desea desarrollar un proyecto para generar y distribuir energía eléctrica, podrá dividirse en fases su manifestación de impacto ambiental, como se describe a continuación:

Totalidad del trabajo	Generar y distribuir energía eléctrica
Fase uno	Construcción de una planta hidroeléctrica y sus obras asociadas: caminos de acceso, almacenes, bodegas, talleres, entre otras.
Fase dos	Construcción de subestaciones y líneas de distribución.

Se entiende como desarrollo por fases el que se lleva a cabo en diferentes lapsos, en cada uno de los cuales el proyecto se va expandiendo en superficie e infraestructura.

II.3.1 Programa general de trabajo

Este apartado tiene como objetivo conocer las diferentes fases y etapas que conforman el proyecto y la manera como se pretenden llevar a cabo. Para ello, se desarrollará en forma esquemática (diagrama de Gantt) un programa calendarizado de trabajo que incluya las siguientes etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación (desglosar en etapas preoperativa y operativa), mantenimiento y abandono..

II.3.2 Selección del sitio o trayectoria (para el caso de líneas de transmisión y distribución)

Explicar los criterios técnicos, ecológicos, económicos, sociales, políticos y de estímulos fiscales o de infraestructura por parte de algunos de los tres niveles de gobierno (federal, estatal o municipal), que se consideraron para la selección del sitio o trayectoria. Señalar en el análisis las características de otros sitios que hayan sido evaluados y que representen una alternativa al propuesto. Además, indicar si alguno de estos sitios ha sido sometido a una evaluación de impacto ambiental y, en su caso, informar brevemente el dictamen obtenido.

II.3.2.1. Estudios de campo

Indicar los estudios de campo realizados de acuerdo con las características del proyecto y en los cuales se apoya la selección del sitio para su establecimiento (estudios hidrológicos, geohidrológicos, topográficos, florísticos, de distribución y abundancia, de poblaciones, dasonómicos, dasométricos, de mercado, etcétera) . En el capítulo VIII de esta guía se deberá anexar un resumen de los resultados de dichos estudios, la descripción de la metodología utilizada y las actividades que se hayan efectuado en la preparación del terreno para llevar a cabo los estudios de campo.

II.3.2.2. Sitios o trayectorias alternativas

Mencionar los criterios utilizados y los estudios realizados, así como la ubicación y descripción de los sitios o trayectorias alternativas que fueron consideradas para el proyecto. Dichos criterios incluirán, en orden de importancia, las variables ambientales, de riesgo ambiental, tecnológicas, jurídicas, económicas y sociales aplicables.

II.3.2.3. Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad

Mencionar si el sitio donde se llevará a cabo el proyecto es: propio, compartido, comprado, concesionado, rentado, arrendado, expropiado, etcétera. Señalar, además, cuál es su régimen de propiedad: privada, ejidal, comunal, federal, estatal o de algún otro tipo. Anexar copia de la documentación (legal, sellada y/o finiquitada) que acredite la posesión o arrendamiento del predio, o la autorización y/o concesión en caso de proyectos que pretendan el aprovechamiento de los recursos naturales.

II.3.2.4. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

Describir el uso actual del suelo en el sitio seleccionado, detallando todas las actividades que se lleven a cabo en dicho sitio y en sus colindancias. Señalar el tipo de clasificación empleado (por ejemplo: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI; ordenamientos ecológicos del territorio; planes y/o programas de desarrollo urbano, entre otros).

A manera de ejemplo se presenta la siguiente clasificación de uso del suelo utilizada en los estudios para el Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún Tulum: acuacultura, agrícola, Área Natural Protegida, asentamientos humanos, corredor natural, equipamiento, flora y fauna, forestal, industrial, minería, pecuario, pesca y turismo..

En terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal, se establecerá la zonificación de acuerdo con lo establecido en los artículos 21 fracción V y 23 del Reglamento de la Ley Forestal, considerando para ello el Inventario Nacional Forestal y, en su caso, el ordenamiento ecológico correspondiente.

De pretender el cambio de uso del suelo de áreas forestales así como de selvas y zonas áridas, anexará al presente el estudio técnico justificativo correspondiente, el cual incluirá la información referida en el artículo 53 del Reglamento de la Ley Forestal.

II.3.2.5. Urbanización del área

Informar si el sitio de interés para el proyecto cuenta con servicios públicos y privados, tales como: electricidad, agua potable y drenaje, vías de comunicación, sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos, entre otros necesarios para la realización del proyecto. Indicar si estos servicios son suficientes para satisfacer sus demandas durante la vida útil del proyecto o bien se requiere la ampliación, rehabilitación de la infraestructura existente y/o la realización de obras adicionales; en tal caso, éstas se considerarán como obras asociadas al proyecto. Para ello, tomar en cuenta las demandas presentes y futuras de la población o poblaciones residentes en la zona del proyecto.

II.3.2.6. Área natural protegida

Si el proyecto se encuentra dentro de una área natural protegida, se incluirá, además, la siguiente información:

- a) Categoría y nombre. Señalar la categoría y el nombre tal y como se indican en el decreto de creación del área natural protegida y, en su caso, en el decreto de recategorización. Informar si cuenta con un plan de manejo.
- b) Fecha de decreto: Proporcionar la fecha de publicación del decreto del área protegida en el *Diario Oficial de la Federación*; en caso de que el área cuente con más de un decreto de protección se deberán especificar todos, sean federales o estatales y, en este último caso, proporcionar la fecha de publicación en el periódico oficial de la entidad federativa correspondiente.

- c) Ubicación exacta del proyecto con respecto al área natural protegida. Proporcionar las coordenadas geográficas y UTM con apoyo de cartografía de escala adecuada a las dimensiones del proyecto. Localizar ahí los límites del(as) área(s) protegida(s) con respecto al predio de interés para el proyecto, así como las vías de acceso al mismo (terrestres, fluviales o marítimas).

a)

II.3.2.7. Otras áreas de atención prioritaria

Se considera que son áreas de atención prioritaria: los sitios históricos y/o zonas arqueológicas, las comunidades o zonas de importancia indígena, los humedales, los corredores biológicos, las áreas de interés para la conservación de la biodiversidad (por ejemplo: corredores biológicos, arrecifes coralinos, humedales, manglares, selvas, etcétera), así como las zonas de conservación y aprovechamiento restringido (superficies superiores a los 3 000 metros sobre el nivel del mar, , con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña y con vegetación de galería). Si el proyecto pudiera afectar algunos de estos sitios, incluir la siguiente información:

- a) Ubicación exacta del proyecto con respecto a las áreas de atención prioritaria.
- b) Importancia del área de atención prioritaria.
- c) Copia del oficio emitido por la autoridad competente (Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, Instituto Nacional Indigenista, etcétera), en donde se exprese el consentimiento para que se realicen los trabajos dentro del área de atención prioritaria.

Si se pretende promover el cambio de uso del suelo de áreas forestales así como de selvas y zonas áridas, se deberá anexar el estudio técnico justificativo correspondiente, el cual incluirá la información referida en el artículo 53 del Reglamento de la Ley Forestal.

II.3.3. Preparación del sitio y construcción

II.3.3. Preparación del sitio y construcción

La información que se incluya en este apartado debe proporcionar una idea completa de los cambios que se manifestarán en el medio natural como consecuencia de las actividades preoperativas, por lo que se requiere una descripción precisa de la duración de las obras de preparación, así como de la(s) obra(s) civil(es) que se desarrollará(n).

Para cada obra civil propuesta, detallar la localización y superficie de la zona o zonas que serán afectadas, realizar una cuantificación de los recursos que se verán modificados y anexar los planos de ubicación de las obras y el plano constructivo, en el que se señalarán los avances por etapas.

II.3.3.1. Preparación del sitio

Si el proyecto contempla el desarrollo de alguna o algunas de las actividades que se indican en el Apéndice III, incluir la información y descripción correspondiente.

II.3.3.2. Construcción

Describir con todo detalle el proceso constructivo de cada una de las obras a realizar. Incluir, para ello, la siguiente información:

- a) Cronograma desglosado de las actividades y obras permanentes y temporales de construcción.
- b) Procedimiento de construcción de cada una de las obras que constituyen el proyecto. Incluir figuras descriptivas de procedimiento.

II.3.4. Operación y mantenimiento

En estas etapas se realizará una serie de acciones de diversa complejidad que requieren una especial atención en la descripción de los procesos, procedimientos, tecnología y recursos que serían utilizados, por lo que se requiere una presentación exhaustiva. Asimismo, es necesario indicar los procedimientos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo que se efectuarán durante la etapa de operación, así como la periodicidad con que se realizarán y el área responsable de llevarlos a cabo.

II.3.4.1. Programa de operación

Proporcionar la siguiente información:

- a) Cronograma general de las actividades (tipo Gantt) que se realizarán en esta etapa.
- b) Descripción general de los procesos principales, donde se incluya un diagrama de flujo para cada proceso.
- c) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

II.3.4.2. Programa de mantenimiento predictivo y preventivo

Presentar una descripción del programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto, donde se detalle lo siguiente:

- a) Detalle de las actividades de mantenimiento y como su periodicidad.
- b) Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento.
- c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos (incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos) y obras.

II.3.5. Abandono del sitio

Presentar un programa de abandono de sitio en el que se defina el destino que se dará a las obras (provisionales y/o definitivas) una vez concluida la vida útil del proyecto.

En este programa se deberá especificar lo siguiente:

- a) Estimación de la vida útil del proyecto. En caso de que ésta sea indefinida, mencionar las adecuaciones que se realizarán para renovar el proyecto o darle continuidad. Estimar también, sobre la base de su crecimiento anual, la influencia que pueda tener en comunidades cercanas.
- b) Cronograma de abandono y desmantelamiento de las instalaciones. Explicar el destino que se le dará a las obras (provisionales y/o definitivas) una vez concluida la vida útil del proyecto e indicar el tiempo aproximado en que se desmantelará la infraestructura, así como el destino final que tendrán las obras y servicios de apoyo empleados en esta etapa. En el caso de que se incluya el manejo de materiales y residuos peligrosos, indicar los procedimientos para verificar si el sitio o la infraestructura desmantelada no contiene elementos contaminantes.
- c) Programa de restitución o rehabilitación del área, donde se detallen:
 - c.1) El programa de restauración que se pondrá en marcha al concluir el proyecto (restitución de flora, restauración de suelos y agua, etcétera).
 - c.2) Los planes de uso del área al concluir el proyecto, de acuerdo con los usos predominantes del suelo propuestos por los diferentes instrumentos de planeación vigentes al momento de elaborar dichos planes.
 - c.3) Las medidas compensatorias y de restitución o rehabilitación del sitio.

II.4. Requerimiento de personal e insumos

La información se referirá a todas y cada una de las etapas del proyecto.

II.4.1. Personal

Analizar los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada y el tipo de contratación (temporal o permanente) para cada una de las etapas de proyecto, el número de trabajadores por área de trabajo (operativa, administrativa, supervisión, etcétera), el tiempo de empleo (día, semana, mes) y el número de turnos. Señalar si la oferta de mano de obra en la zona es suficiente o se requerirá de la contratación de personal foráneo. Asimismo, indicar si la demanda del proyecto provocará fenómenos migratorios temporales o permanentes y, en ese caso, informar sobre la magnitud de los mismos. Incluir esta información en la tabla 3.

Tabla 2. Personal

Etapas	Tipo de Mano de Obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporale	Extraordinario	
Preparación del sitio	No calificada				
	Calificada				
Construcción					
Operación y mantenimiento					

II.4.2. Insumos

Anotar los requerimientos de materiales, electricidad, agua, combustibles u otros insumos que se utilizarán en cada una de las etapas del proyecto, así como sus fuentes de suministro. Informar si se corre el riesgo de provocar desabasto debido al incremento de la demanda. Proporcionar información que se solicita en la tabla 3.

Tabla 3. Recursos naturales renovables

Recurso empleado	Etapas	Volumen, peso o cantidad	Forma de obtención	Lugar de obtención	Modo de empleo

II.4.2.1. Agua

- a) Indicar la cantidad de agua que se utilizará, tanto cruda como potable o tratada, y su(s) fuente(s) de suministro en cada una de las etapas del proyecto, como se ejemplifica en la tabla 4.

Tabla 4. Consumo de agua

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Consumo excepcional o periódico			
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Periodo	Duración
Preparación del sitio	Cruda						
	Tratada						
	Potable						
Construcción	Cruda						
	Tratada						
	Potable						
Operación	Cruda						
	Tratada						
	Potable						
Mantenimiento	Cruda						
	Tratada						
	Potable						
Abandono	Cruda						
	Tratada						
	Potable						

- b) En caso de que se pretenda obtener el recurso de un cuerpo de agua superficial o subterráneo, señalar si se cuenta con la concesión o autorización de la Comisión Nacional del Agua (CNA) o, en su caso, presentar la solicitud con sello de recibido. Si incluyó la solicitud de la concesión en el oficio de presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, informar de ello en este punto .
- c) Explicar, en su caso, el tratamiento que recibirá el agua antes de ser empleada y el uso que se le dará en cada una de las etapas del proyecto.
- d) Indicar los usos que se le da en la región el agua obtenida de la(s) misma(s) fuente(s).
- e) Especificar la forma de traslado y almacenamiento del agua.

II.4.2.2. Materiales y sustancias

Indicar en este apartado todas las sustancias y materiales que se emplearán en el proyecto. Para ello se utilizará la tabla 5. Cuando no exista información o no corresponda la columna, indicarlo de manera explícita; por ejemplo, si una sustancia no es corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable o biológicamente infecciosa se escribirá **NO** en la celda correspondiente.

En el caso de las sustancias tóxicas, se llenará también la tabla 6.

Tabla 5. Materiales y sustancias

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS ¹	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte	Características CRETIB ²						IDLH ³	TLV ⁴	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
								C	R	E	T	I	B				

1. CAS: Chemical Abstract Service.
2. CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-infeccioso. Marcar la celda cuando corresponda al proyecto. Si se emplean sustancias tóxicas se deberá llenar la tabla 8.
3. IDLH Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health).
4. TLV Valor limite de umbral (Threshold Limit Value).

II.4.2.4. Maquinaria y equipo

Presentar la información sobre maquinaria y equipo en forma de tablas síntesis (ver ejemplo en la tabla 10) tomando en cuenta cada una de las etapas del proyecto. En estas tablas se especificará el tipo de maquinaria a utilizar, considerando entre otros factores la cantidad de máquinas por tipo, el tiempo de ocupación por unidad de tiempo, etcétera. Otros parámetros importantes que se deben anotar son la eficiencia de combustión de las máquinas (siempre y cuando se cuente con la información) y los niveles de ruido producidos (en decibeles).

Tabla 10. Equipo y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra ¹	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos ²	Emisiones a la atmósfera (g/s) ²	Tipo de combustible

1. Días o meses.

2. Se pueden poner los datos proporcionados por el fabricante del equipo cuando éste sea nuevo o, en su caso, presentar los resultados de la verificación más reciente.

II.5. Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos

indicar las características esperadas de todos los residuos que serán generados en las diferentes fases y etapas del proyecto; además, describir su manejo y disposición.

Residuos sólidos no peligrosos

Especificarán cuáles serán los residuos sólidos no peligrosos que se generarán. Indicar su nombre, la etapa y actividad en la que se generan, su estado físico, la cantidad o volumen producido, la disposición temporal y sus características, como son:

- Materiales: suelo, roca, arena, sedimento de construcción, entre otros.
- Domésticos.
- Orgánicos: material vegetal, residuos orgánicos de animales, conchas, etcétera.
- Reutilizables y/o reciclables: papel y cartón, plásticos, metálicos, etcétera.

En el caso de los residuos de construcción y extracción se indicará la cantidad total que se espera generar.

II.5.2. Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos

Explicación general y por etapa del manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, incluidos el acopio y el almacenamiento temporal, transporte, estación de transferencia o el uso final que se les dará, cuando éste sea distinto a la disposición final (por ejemplo, reciclaje). Se puede presentar la información en forma de una tabla. Sobre el sitio donde se dispondrán los residuos de forma definitiva se deberá proporcionar la información solicitada en las siguientes secciones.

II.5.3. Disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos

Indicar la ubicación, coordenadas y características de los sitios donde se dispondrán los residuos peligrosos y no peligrosos, de acuerdo con la siguiente información:

II.5.3.1. Sitios de tiro

Indicar:

- a) Ubicación del(los) sitio(s) de tiro.
- b) Residuo(s) que será(n) desechado(s) y sitio de depósito, cuando exista más de uno.
- c) Volumen total estimado por tipo de residuo que será dispuesto por sitio de depósito, cuando exista más de uno.

II.5.3.2. Confinamientos de residuos peligrosos

Indicar el nombre del confinamiento, el nombre de la empresa responsable (cuando éste no coincide con el nombre del confinamiento) y la ubicación del sitio donde se confinarán los residuos peligrosos generados por el proyecto.

II.5.3.3. Tiraderos municipales

- a) Ubicación.
- b) Características generales.
- c) Capacidad y vida útil.
- d) Autoridad o empresa responsable del tiradero

II.5.3.4. Rellenos sanitarios

En caso de que se requiera un relleno sanitario u otro sistema de disposición de residuos sólidos, indicar si se utilizará uno en existencia, en cuyo caso se considerará si la generación de residuos factibles de disponer en estos sitios no ocasionará la disminución drástica de su vida útil. Para ello, se indicará:

- a) Ubicación.
- b) Autoridad o empresa responsable del relleno.
- c) Capacidad del relleno sanitario.
- d) Tiempo estimado de vida del relleno sanitario.
- e) Tipo y volumen estimado del(os) residuo(s) que será(n) desechado(s).
- f) Proyección estimada del volumen total de residuos municipales que recibirá el relleno sanitario durante su vida útil (información proporcionada por la autoridad o empresa responsable del relleno sanitario).
- g) Proyección del volumen total anual que generará el proyecto.

- h) Estimación del volumen total que recibirá el relleno sanitario con el proyecto en operación (suma de las proyecciones de volúmenes esperados del proyecto más volumen esperado de residuos municipales) y de la reducción de la vida útil del relleno por el incremento del depósito de residuos generados por el proyecto.
- i) Forma de recolección y traslado de los residuos del sitio del proyecto al relleno.

En caso de que la empresa prevea construir un relleno propio, deberá anexar los estudios técnicos necesarios y mencionar por lo menos los resultados sobre sitio, geología, hidrología, topografía, bases de diseño y destino al terminar su vida útil. En los capítulos correspondientes se incluirá la información sobre identificación de impactos ambientales (capítulo VI) y medidas de mitigación o compensación, incluyendo rescate de flora y fauna (capítulo VII).

II.5.3.5. Otros

- a) Especificar de que sitio(s) se trata.
- b) Características físicas del(os) sitio(s).
- c) Ubicación del(os) sitio(s)
- d) Residuo(s) que será(n) desechado(s) y sitio de depósito, cuando exista más de uno.
- e) Volumen total estimado por tipo de residuo que será dispuesto por sitio de depósito, cuando exista mas de uno.

II.6. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos, lodos y aguas residuales

II.6.1. Generación

II.6.1.1. Residuos líquidos

Ya sean derivados del proceso o de algún sistema de tratamiento.

En el caso de los residuos que sean considerados peligrosos, se indicará(n) la(s) característica(s) CRETIB correspondiente(s). Si el residuo no es peligroso, se cancelará la celda correspondiente.

En caso de que el residuo se disponga en un cuerpo de agua, indicará el nombre de éste en la columna "Sitio de disposición final".

Tabla 9. Generación de residuos líquidos

Nombre del residuo	Característica CRETIB	Volumen Generado	Tipo de envase	Sitio de almacenamiento temporal	Características del sistema de transporte	Origen ¹	Sitio de disposición final

¹Para cada residuo se indicará el proceso donde se origina (extracción, beneficio, tratamiento u otro proceso industrial, etcétera).

II.6.1.2. Agua residual

Indicar los volúmenes estimados de agua residual que serán generados en cada una de las etapas del proyecto.

Tabla 10. Generación de agua residual

Etapa del proyecto	Número o identificación de la descarga	Origen	Empleo que se le dará	Volumen diario descargado	Sitio de descarga
Preparación del sitio					
Construcción					
Operación					
Mantenimiento					
Abandono					

II.6.1.3. Lodos

En caso de que se generen lodos (por ejemplo, de una planta de tratamiento de residuos peligrosos), indicar lo siguiente:

- Origen de los lodos.
- Composición esperada.
- Características CRETIB esperadas.
- Volumen generado al mes y al año.
- Sitio de almacenamiento temporal y disposición final.

II.6.2. Manejo

Describir de forma detallada el manejo que se le dará a los residuos líquidos (por ejemplo, el proyecto de tratamiento de efluentes, en caso de que esté contemplado). Anexar los planos del sistema de tratamiento de efluentes.

En caso de que se prevea construir una planta de tratamiento, anadir la siguiente información:

- Descripción del tipo de tratamiento que recibirá el agua.
- Características esperadas del agua residual por proceso.
- Descripción de la planta de tratamiento de agua.
- Residuos que serán producidos durante el proceso.
- Tratamiento y disposición final de los residuos generados (lodos)
- Calidad esperada del agua después del tratamiento.
- Destino final del efluente.
- Actividades aguas debajo de los puntos donde se construirán las descargas.
- Destino de los lodos de la planta de tratamiento y características esperadas.
- Sitios de descarga.
- Alternativas de reuso.

II.6.3. Disposición final (incluye aguas de origen pluvial)

II.6.3.1. Características

- Describir e identificar en planos las redes de drenaje y las descargas de aguas residuales por origen: (proceso, sanitarias, mixtas, pluviales, etcétera) de las instalaciones.
- Características químicas, físicas y biológicas esperadas en cada uno de los efluentes.
- Tóxicos que pueden contener cada uno de los efluentes, identificando el punto de origen del tóxico.

II.6.3.2. Cuerpos de agua

Cuando se pretenda verter las aguas residuales en cuerpos de agua, indicar:

- a) Copia de la autorización por parte de la autoridad correspondiente.
- b) Nombre del cuerpo de agua.
- c) Ubicación del(os) sitio(s) de descarga.
- d) Caracterización fisicoquímica de las aguas arriba de la descarga.
- e) Flujo de agua en el punto donde será instalada la descarga.
- f) Empleo que se le da al agua abajo del punto de descarga.
- g) Flujo estimado de la descarga.
- h) Plano donde se ubiquen los sitios de descarga. Indicar la escala y el(los) nombre(s) del(os) cuerpo(s) receptor(es).
- i) Indicar si se considera la construcción de obras para el aislamiento de acuíferos tanto superficiales como subterráneos. En caso afirmativo, describirlas.

II.6.3.3. Suelo y subsuelo

En caso de que se pretenda inyectar el agua al subsuelo, depositarla en algún reservorio natural o verterla directamente al suelo, indicar:

- a) Ubicación del(os) sitio(s).
- b) Tipo de suelo.
- c) Nivel freático.
- d) Pendiente del terreno.
- e) En caso de inyección, incluir un esquema con el corte geológico.
- f) Volumen total y mensual que será vertido o inyectado.

II.6.3.4. Drenajes

Describir las redes de drenaje, los volúmenes estimados de generación y la disposición final de las aguas, de acuerdo con su origen:

- Pluviales.
- De proceso (extracción).
- De proceso (beneficio).
- Sanitarias.
- Otras.

II.7. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

Para cada una de las etapas del proyecto, presentar la siguiente información:

- a) Características de la emisión. Indicar para todas y cada una de las emisiones a la atmósfera, el nombre de la(s) sustancia(s) y la etapa en que se emitirá(n), el volumen o cantidad a emitir por unidad de tiempo, la periodicidad de la emisión (por ejemplo, nocturna, las 24 horas, etcétera), si es peligrosa o no y, en caso de que sí lo sea, las características que la hacen peligrosa, así como la fuente de generación (fijas o móviles) y el punto de emisión.
- b) Identificar y describir las fuentes generadoras de emisiones contaminantes a la atmósfera que proceden de fuentes fijas. Indicar para cada una: horas que operarán diariamente; tipo y volumen de contaminantes estimados (en kilogramos/hora o miligramos/metro cúbico); emisiones fugitivas en otros equipos, como válvulas, bridas, sellos de bomba, etcétera.
- c) Modelo de dispersión de contaminantes a la atmósfera. En caso de que se aplique un modelo, anexar la memoria de cálculo, los supuestos o hipótesis del modelo seleccionado de acuerdo a los autores del mismo, los límites o restricciones del modelo y la verificación de que los supuestos o hipótesis del modelo se cumplieron.
- d) Incluir planos y descripción de las obras, sistemas y equipos para el control de estas emisiones.
- e) Anexar un diagrama de flujo de los procesos asociados a la generación y control de emisiones a la atmósfera.

II.8. Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

Identificar la fuente generadora de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa, y la etapa del proyecto en la que se emitirán. En el caso de que se prevea el empleo de materiales radiactivos, indicar el material, el equipo donde se empleará y el uso que se le dará.

En lo que respecta a la contaminación por ruido, incluir la siguiente información:

- a) Intensidad en decibeles y duración del ruido en cada una de las actividades del proyecto.
- b) Fuentes emisoras de ruido de fondo (maquinaria pesada, explosivos, casas de bombas, turbogeneradores, turbobombas y compresores, entre otros) en cada una de las etapas del proyecto.
- c) Emisión estimada del ruido que se presentará durante la operación de cada una de las fuentes. Si se utiliza un modelo de simulación, anexar la memoria de cálculo y especificar el modelo aplicado, los supuestos que se deberán considerar en su aplicación (de acuerdo con los autores del modelo) y la verificación del cumplimiento de los mismos.
- d) Dispositivos de control de ruido (ubicarlos y describirlos).

A.

II.9. Medidas de seguridad

Presentar los planes o programas que se ejecutarán en cada una de las etapas del proyecto, para prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental generada por el desarrollo de sus actividades, incluidos la transportación y el almacenamiento de las sustancias que se van a emplear.

II.9.1 Señalización y medidas preventivas

Precisar la colocación de señales adecuadas en el predio del proyecto, donde se indiquen los límites de éste, así como las restricciones y medidas de protección de los recursos naturales que rigen en el sitio. Para el diseño de dichas señales deberá considerarse la armonía con el paisaje y garantizar que sean comprensibles incluso para quienes no sabe leer.

II.10. Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto

En esta sección se describirán de forma resumida las afectaciones ambientales que por lo general se presentan al desarrollar proyectos similares, con el fin de que el promovente esté en condiciones de seleccionar estudios ambientales particulares de aquellos elementos potencialmente afectados, así determinar el área de estudio que se indicará en el capítulo IV.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Este capítulo tiene como finalidad describir en forma detallada las estrategias que se pretende aplicar para garantizar que el desarrollo del proyecto se realice de acuerdo con las pautas que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que apliquen en el área del proyecto.

III.1. Información sectorial

Explicar la dinámica del desarrollo sectorial en la zona y cómo se vinculará el proyecto con otros que operan actualmente y con respecto a los que se pretende operar en la zona, de acuerdo con las instancias promotoras del desarrollo sectorial y con las tendencias de crecimiento de la actividad.

En caso de proyectos o programas productivos, analizar los estudios técnicos realizados en la zona que contribuyan a establecer los rendimientos máximos sostenibles y otros que indiquen la capacidad del medio y el rendimiento máximo sostenible.

III.2. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región.

El objetivo de este apartado es describir el grado de concordancia del proyecto con respecto a las políticas regionales de desarrollo social, económico y ecológico, contempladas en los planes y programas de desarrollo sectorial en los niveles federal, estatal y municipal. Como punto de partida, se analizarán los instrumentos de coordinación multisectorial y gubernamentales que promueven y regulan las estrategias del desarrollo regional. Considerar, entre otros:

- Planes de desarrollo regional.
- Programas sectoriales.
- Programas de manejo de áreas naturales protegidas.
- Programas parciales de desarrollo urbano.
- Ordenamientos ecológicos locales y regionales decretados.
- Comités de Planeación para el Desarrollo Estatal o Municipal (Coplades y Coplamun).
- Programas de Desarrollo Regional Sustentable (Proders).
- Indicadores ambientales.

El grado de concordancia es la afinidad del proyecto en relación con el uso del suelo y los recursos naturales, respecto a:

- Su vocación.
- Sus usos actuales.
- Los usos proyectados, y
- Otros criterios ambientales que se consideran en los instrumentos de planeación mencionados antes.

III.3 Análisis de los instrumentos normativos

Identificar y analizar los instrumentos normativos que regulan la totalidad o parte del proyecto; entre otros, los siguientes:

- Leyes: LGEEPA, leyes estatales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales, Ley Forestal y otras regulaciones relacionadas con el sector eléctrico.
- Convenios internacionales y nacionales.
- Reglamentos: Reglamentos de la LGEEPA, reglamentos de las leyes estatales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, entre otras.
- Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas, Normas de Referencia y acuerdos normativos.
- Decretos de Áreas Naturales Protegidas.

- Decretos de veda.
- Calendarios cinegéticos.
- Bandos municipales.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

El objetivo de este capítulo es describir y analizar en forma integral el sistema ambiental que constituye el entorno del proyecto. Para ello, en primera instancia, se delimitará el área de estudio del proyecto sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación.

El siguiente paso será caracterizar y analizar el medio ambiente. Esto deberá hacerse con información que abarque un periodo que comprenda desde el momento que se inicia el proyecto, con una retrospectiva de 20 años, con el propósito de determinar las tendencias del sistema ambiental. Se anexará cartografía escala 1: 50 000.

Con la información obtenida de la caracterización, realizar un diagnóstico ambiental sobre el entorno donde se ubicará el proyecto. En ese diagnóstico se deben considerar las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

IV.1 Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se deberán considerar las siguientes características del proyecto:

- Dimensiones.
- Distribución espacial de las obras y actividades del proyecto, incluyendo las asociadas y/o provisionales.
- Tipo de obras y actividades a desarrollar.
- Ubicación.

Si en el área de estudio existe un ordenamiento ecológico decretado, la información anterior se utilizará para identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto. El conjunto de unidades ambientales completas identificadas será el área de estudio.

Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado, se utilizará la información sobre las características del proyecto mencionadas anteriormente y se establecerán los límites a través de interrelacionar dicha información con los siguientes criterios:

- Rasgos geomorfoedafológicos.
- Límites políticoadministrativos.
- Tipos de vegetación.
- Regiones productivas.
- Cuencas hidrológicas
- Relaciones económicas entre municipios
- Otros.

Explicar y justificar en esta sección la técnica que se seleccione para delimitar el área de estudio

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

Realizar la caracterización del medio abiótico, biótico, social, y económico, considerando un periodo que comprenda desde el momento que se inicia el proyecto, con una retrospectiva de 20 años. Para ello se tomará en cuenta, como mínimo, la información contenida en las tablas 11, 12. y 13. Si alguno o algunos de los elementos mínimos a

considerar para la caracterización y el análisis de un componente ambiental no es aplicable por el(los) tipo(s) de proyecto(s) que se va a desarrollar o por el lugar donde se va a ubicar éste, el responsable del estudio de impacto ambiental podrá omitirlo del análisis. No obstante, será necesario que se justifique esa decisión. Asimismo, podrá incluir otros elementos además de los señalados en las tablas, si considera conveniente hacerlo.

IV.2.1. Medio físico

Tabla 11. Medio físico

<i>Aspectos físicos mínimos a considerar</i>
<p>Clima</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de clima. Describir según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (<i>Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen</i>, Instituto de Geografía, UNAM, 1983). Anexar el respectivo climograma. • Temperaturas promedio mensual, anual y extremas. • Precipitación promedio mensual, anual y extremas (mm). • Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual. • Humedad relativa y absoluta. • Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración). • Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos. • Radiación o incidencia solar
<p>Aire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad atmosférica de la región.
<p>Geología y geomorfología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características litológicas del área (descripción breve, acompañada de un mapa geológico). • Características geomorfológicas más importantes (descripción en términos generales). Se sugiere acompañar este punto con figuras ilustrativas que indiquen la ubicación del predio. • Características del relieve (descripción breve, con mapa fisiográfico). • Presencia de fallas y fracturamientos. • Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.
<p>Suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de suelos en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO e INEGI. Incluir un mapa de suelos donde se indiquen las unidades de suelo. • Características fisicoquímicas: estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinización y capacidad de saturación. • Grado de erosión del suelo. • Estabilidad edafológica.
<p>Hidrología superficial y subterránea</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio. Describir brevemente, con énfasis en los que tengan relación directa con el proyecto. La descripción debe ir acompañada de un mapa (usar como base la <i>carta 2</i>) en el que se ubique el predio del proyecto y la distancia a la que se localizan los recursos hidrológicos, y en el que se señale la cuenca y subcuenca (de acuerdo con el INEGI) en donde se desarrollará el proyecto. • <i>Hidrología superficial</i> • Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, lagunas, ríos, arroyos, etcétera). • Localización y distancias al predio del proyecto. • Extensión (área de inundación en hectáreas). • Especificar si son permanentes o intermitentes. • Usos principales o actividad para la que son aprovechados.

Aspectos físicos mínimos a considerar

- Análisis de la calidad del agua: pH, color, turbidez, grasas y aceites, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza total, N de nitratos y amoniacal, fosfatos totales, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes (sustancias activas al azul de metileno, SAAM).
- Patrones naturales de drenaje en sistemas terrestres e hidrodinámica.
- *Hidrología subterránea*
- Localización del recurso.
- Profundidad y dirección.
- Usos principales.
- Calidad del agua.

	•
	•
	•
	•

IV.2.2. Medio biótico

Presentar la información de acuerdo con el medio en donde se desarrolla el proyecto: zona terrestre o acuática (aguas interiores, salobres o marinas), o ambas. Identificar en la carta 2 las áreas de distribución de los sistemas naturales. Considerar, por lo menos, los siguientes elementos:

Tabla 12. Medio biótico

<i>Aspectos bióticos mínimos a considerar.</i>	
Vegetación terrestre y/o acuática	
<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de vegetación y distribución en el área del proyecto y zona circundante, de acuerdo con la clasificación del INEGI, o bien de Rzedowski (<i>Vegetación de México</i>, Editorial Limusa, México, 1ª. ed., 1978) y/o Miranda y Hernández-X. ("Los tipos de vegetación de México y su clasificación", <i>Boletín de la Sociedad Botánica de México</i> 28, 1963). Señalar qué clasificación se utilizó. • Composición florística, estructura de la vegetación, valores de importancia de las especies, estado de conservación de la vegetación y riqueza florística (utilizar los índices de diversidad; por ejemplo, el de Simpson o el de Shanon, entre otros). • Usos de la vegetación en la zona (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial). • Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES; convenios internacionales, etcétera) en el área de estudio y de influencia. 	
Fauna terrestre y/o acuática	
<ul style="list-style-type: none"> • Composición de las comunidades de fauna presentes en el área de estudio. • Especies existentes en el área de estudio. Proporcionar nombres científicos y comunes y destacar aquéllas que se encuentren en estado de conservación según la NOM-059-ECOL-1994, en veda, en el calendario cinegético, o que sean especies indicadoras de la calidad del ambiente y CITES. • Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el área de estudio del proyecto. • Localización en cartografía a escala 1: 20 000, de los principales sitios de distribución de las poblaciones de las especies en riesgo presentes en el área de interés. Destacar la existencia de zonas de reproducción y/o alimentación. • Especies de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo. 	

IV.2.3. Aspectos socioeconómicos

El propósito es analizar de qué manera se relacionan con su entorno las comunidades humanas asentadas en el área de estudio del proyecto. Dicho análisis permitirá conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales. A la vez, se identificarán los elementos relevantes que, de verse modificados por el proyecto, afectarían la distribución y abundancia de la población, la forma de aprovechamiento de los recursos naturales, los servicios ambientales que determinarán la calidad de vida, así como las costumbres y tradiciones.

Tabla 13. Aspectos socioeconómicos

Contexto regional
<ul style="list-style-type: none"> • Región económica (de acuerdo con INEGI) a la que pertenece el sitio para la realización del proyecto..
<ul style="list-style-type: none"> • Distribución y ubicación en un plano escala 1:50 000 de núcleos de población cercanos al proyecto y de su área de influencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado.
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de centro de población conforme al esquema de sistema de ciudades (Sedesol).
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de pobreza (según Conapo).
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de alimentación, expresado en la población que cubre el mínimo alimenticio.
<ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento: ubicación y capacidad de servicios para manejo y disposición final de residuos, fuentes de abastecimiento de agua, energía, etcétera.
<ul style="list-style-type: none"> • Reservas territoriales para desarrollo urbano.
Aspectos sociales mínimos a considerar
<p>Demografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de habitantes por núcleo de población identificado. • Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 30 años antes de la fecha de la realización del proyecto. • Procesos migratorios. Especificar si el proyecto provocará emigración o inmigración significativa; de ser así, estimar su magnitud y efectos.
<p>Tipos de organizaciones sociales predominantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad social existente ante los aspectos ambientales. Señalar si existen asociaciones participantes en asuntos ambientales (por ejemplo, asociaciones vecinales, grupos ecologistas, partidos políticos, etcétera) y referir los antecedentes de participación en dichas actividades.
<p>Vivienda</p> <ul style="list-style-type: none"> • I Oferta y demanda (existencia y déficit) en el área y cobertura de servicios básicos (agua entubada, drenaje y energía eléctrica) por núcleo de población. •
<p>Urbanización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vías y medios de comunicación existentes, disponibilidad de servicios básicos y equipamiento. De existir asentamientos humanos irregulares, describirlos y señalar su ubicación.
<p>Salud y seguridad social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema y cobertura de la seguridad social (se pueden emplear variables o indicadores como: médicos por cada mil habitantes, enfermeras por cada mil habitantes, camas hospitalarias por cada mil habitantes, centros hospitales por cada mil habitantes, población derechohabiente por cada mil habitantes, entre otros) • Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas.
<p>Educación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela; promedio de escolaridad; población con el mínimo educativo; índice de analfabetismo.
<p>Aspectos culturales y estéticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grupos étnicos, religiosos. • Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificados en el sitio

<i>Aspectos sociales mínimos a considerar</i>
<p>donde se ubicará el proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor del paisaje en el sitio del proyecto.

<i>Aspectos económicos mínimos a considerar</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Principales actividades productivas..Indicar su distribución espacial.
<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso per cápita por rama de actividad productiva; PEA con remuneración por tipo de actividad; PEA que cubre la canasta básica, salario mínimo vigente.
<ul style="list-style-type: none"> • Empleo: PEA ocupada por rama productiva, índice de desempleo, relación oferta-demanda
<ul style="list-style-type: none"> • Competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales. Identificar los posibles conflictos por el uso, demanda y aprovechamiento de los recursos naturales entre los diferentes sectores productivos.

IV.2.4. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

A partir de la caracterización realizada en el apartado anterior, describir en forma cualitativa la estructura del sistema ambiental regional del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto. Poner énfasis en las principales interrelaciones detectadas y en los flujos principales. Asimismo, identificar aquellos componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas en el funcionamiento del sistema.

IV.2.4. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

Una vez identificados los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas del sistema ambiental, realizar un análisis de cada uno de ellos para determinar su potencial de afectación. El resultado de dicho análisis permitirá establecer la magnitud e importancia de los posibles impactos ambientales y los parámetros a utilizar para la construcción de escenarios predictivos.

IV.3. Diagnóstico Ambiental Regional

Realizar un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental regional. Éste debe presentarse por escrito y con apoyos gráficos. La cartografía deberá presentarse en escala 1:20 000 o mayor.

IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional.

Con apoyo en los resultados generados en el diagnóstico ambiental regional, identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensificación de las actividades productivas, considerando su comportamiento en el tiempo y el espacio.

IV.5. Construcción de escenarios futuros

Sobre la base de la información compilada y analizada en las secciones anteriores, formular y aplicar modelos predictivos de los escenarios posibles para la región de estudio, sin considerar el proyecto como una variable de cambio. Para la predicción se considerarán tres plazos: corto (hasta cinco años), mediano (de seis a 15 años) y largo (de 16 años en adelante): Para la presentación cartográfica se utilizará una escala 1:20 000 o mayor.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Este capítulo tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos significativos que generará el proyecto sobre el sistema ambiental regional. Una vez realizado lo anterior, se contará con información técnica que permitirá delimitar el área de influencia del proyecto y proponer el escenario posible si se llega a desarrollar éste.

V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional.

Identificar y analizar las posibles afectaciones que sufrirán la estructura y las funciones del sistema ambiental regional.

V.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.

En el escenario ambiental regional actual (que fue desarrollado en la sección IV.3), insertará el proyecto, lo que permitirá identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos de cambio existentes. El resultado del análisis que se lleve a cabo en este apartado será la construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en la zona de estudio.

V.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos

Identificar las fuentes de cambio (las acciones del proyecto) que afectarán al sistema ambiental regional. Posteriormente, determinar las perturbaciones ocasionadas por dichas fuentes de cambio y, finalmente, analizar los efectos en la estructura y funcionamiento del sistema, considerando para el análisis las variables tiempo y espacio.

Asimismo, describir los procesos a través de los cuales se presentan los cambios en el sistema a partir del inicio de los eventos causales. Es decir, la secuencia de eventos que se manifiestan una vez que se realizó la acción causal (efectos primarios, secundarios, terciarios, etcétera), de forma tal que se pueda distinguir el modo como se presentan los efectos acumulativos y residuales, considerando el tiempo y el espacio para el análisis.

V.1.3 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional

En esta sección se realiza la estimación cuantitativa o cualitativa de los cambios generados en el sistema. En el caso de la estimación cuantitativa, se podrán utilizar modelos de simulación, para los cuales se deberá incluir su descripción, los supuestos para su aplicación, la verificación de que los supuestos se cumplen para el problema que se resolverá, así como la memoria de cálculo.

Cuando se lleve a cabo una estimación cualitativa, describir la técnica empleada y documentar los resultados. Esta información se deberá anexar en el capítulo VIII.

V.2. Técnicas para evaluar los impactos ambientales

Presentar las técnicas empleadas para la identificación, medición, calificación y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos que causará el proyecto. Incluir las definiciones de los conceptos utilizados durante dicha evaluación.

Clasificar los impactos ambientales, considerando como mínimo las características que se anotan enseguida (el promovente podrá incluir otras características en caso de que lo considere conveniente):

- a) Naturaleza del impacto (benéfico o adverso).
- b) Magnitud.
- c) Duración.
- d) Reversibilidad (impacto reversible o irreversible).
- e) Necesidad de aplicación de medidas correctoras.
- f) Importancia.

La clasificación incluirá las categorías y escalas de medición de impactos, las cuales serán propuestas por el responsable técnico del estudio de impacto ambiental. La escala de valores se deberá establecer tomando en cuenta el diagnóstico ambiental y los modelos de predicción empleados.

En esta sección sólo se presentarán los resultados, en tanto que en el capítulo VIII se anexará toda la información previa que permitió la elaboración de dichos resultados.

V.3 Impactos ambientales generados

Desarrollar los procedimientos propuestos en la sección anterior para identificar los impactos ambientales.

V.3.1 Identificación de impactos

A partir de la información contenida en la sección V.1, identificar los impactos ambientales y proceder a clasificarlos y calificarlos de acuerdo con su magnitud, intensidad e importancia, entre otros criterios.

V.3.2 Selección y descripción de los impactos significativos

Seleccionar los impactos significativos o relevantes, con énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos. Describir dichos impactos e indicar las áreas en donde se manifiestan.

V.4 Evaluación de los impactos ambientales

Realizar una evaluación global de los impactos que generará el proyecto, del costo ambiental y beneficios de aquellos que afecten la estructura y función del sistema ambiental. Hacer énfasis en la evaluación los impactos acumulativos y sinérgicos.

V.5 Delimitación del área de influencia

En el escenario ambiental elaborado en la sección V.1.1, insertar los impactos ambientales generados. El resultado de esto es el escenario ambiental modificado por el proyecto, donde se indicará el área de influencia de los impactos que afectan la región.

Sobre la superficie, considerar la totalidad de los componentes del sistema ambiental regional afectados (por ejemplo, rutas de bioacumulación; cambios en relieve; vegetación; distribución de organismos; cambios hidrodinámicos en cuerpos de agua; dispersión estimada de contaminantes en aire, suelo, aguas superficiales y subterráneas, y ruido, etc.). De manera adicional, en el caso de emisiones atmosféricas y descargas al subsuelo, presentar un perfil por cada área afectada, donde se indique la altura o profundidad y dirección de la emisión, considerando, en el caso de aire, las variaciones climáticas estacionales. Asimismo, se tomarán en cuenta los factores socioeconómicos relevantes considerados en la sección IV. Si como resultado del análisis anterior se determina que el área de influencia es mayor a la de estudio, se integrará la información que en su caso hiciera falta, una vez que se igualen los límites del área de estudio con la de influencia.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se darán a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada etapa de su desarrollo (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono).

Las medidas y acciones deberán presentarse en forma de un programa estratégico en el que se precise el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las fases (en caso de que el proyecto se realice en varios tiempos) y etapas del proyecto.

En el caso de ordenamientos ecológicos y planes parciales de desarrollo urbano, incluir los lineamientos o criterios ecológicos establecidos en dichos instrumentos de planeación que deberán de observarse para la construcción de los proyectos, así como las medidas e infraestructura a implementar para mitigar los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos previstos.

En la descripción de cada medida de mitigación, mencionar el grado en que se estima será abatido cada impacto adverso, tomando como referencia, entre otras, las Normas Oficiales Mexicanas, las Normas Mexicanas y otros instrumentos normativos existentes para el parámetro o parámetros analizados.

De ser necesario, para la mitigación de impactos se analizarán varias alternativas a fin de determinar las medidas más adecuadas en función del costo y la eficacia en la mitigación de impactos tanto directos como indirectos.

VI.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Clasificarán las medidas de mitigación de los impactos de acuerdo a lo siguiente:

- Preventivas
- De remediación
- De rehabilitación
- De compensación
- De reducción

VI.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas

Agrupar los impactos ambientales en función del tipo de medida de mitigación que se proponga. Indicar si existen sistemas de mitigación para uno o varios impactos.

VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

Describir aquellos elementos de juicio utilizados para formular la estrategia de mitigación, indicando el o los impactos que se mitigan. La descripción deberá incluir por lo menos:

- La medida de mitigación. Indicar claramente sobre qué impacto(s) actuará y cómo será(n) mitigado(s).
- Especificaciones técnicas y/o sistemas de procedimientos. Cuando la estrategia de mitigación contemple lineamientos técnicos, normas internas (de construcción, operación, seguridad, mantenimiento, etcétera) u otros, anexará un ejemplar del manual de procedimientos a desarrollar.
- Duración de las obras o actividades de mitigación. Señalar la etapa del proyecto en la que se requerirán, así como su duración.
- Especificaciones de la operación y mantenimiento (en caso de que la medida implique el empleo de equipo o la construcción de obras). De manera clara y concisa, indicar las especificaciones y procedimientos de operación y mantenimiento de aquellas medidas de mitigación que así lo requieran. En este último caso, anotar los periodos o fechas de mantenimiento predictivo y preventivo. Asimismo, informar el tiempo estimado de operación y de desmantelamiento, en caso necesario.
- Supervisión de la acción u obra de mitigación. De forma clara y concisa, apuntar los procedimientos para supervisar si se cumple con la medida de mitigación (diseño, operación, mantenimiento, etcétera). Establecer los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Sobre la base del escenario ambiental obtenido en la sección V.5, y con el objeto de conformar el escenario resultante del desarrollo del proyecto integral, incorporar las medidas de mitigación descritas en el capítulo VI para construir el escenario final.

Considerar en el análisis del escenario final la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales (remanentes a pesar de la aplicación de la medida de mitigación), de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

Asimismo, estimar la modificación de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto, con respecto a las tendencias de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas.

Anexar en el capítulo VIII las memorias de cálculo realizadas para la construcción del escenario.

A partir de los resultados obtenidos, desarrollará un programa de seguimiento y valoración de la desviación del comportamiento de tendencias, el cual deberá considerar lo siguiente:

1. Calendario de actividades en el que se indique la duración del programa.

2. Metodología para identificar y evaluar el cambio entre las tendencias. Los resultados obtenidos permitirán determinar la eficiencia de la medida para compensar, prevenir o disminuir el o los impactos para los cuales fue diseñada.
3. Valoración de afectaciones.
4. Propuesta de medidas alternativas de corrección.

VII.1. Programa de monitoreo

Presentar un programa para realizar el monitoreo de las variables físicas, químicas, biológicas, sociales y económicas que indiquen cambios en el comportamiento del sistema ambiental regional como resultado de la interacción con el o los proyectos. La selección de variables se realizará de acuerdo a las características del ambiente y del o los proyectos, e incluirá aquellas mediciones ya establecidas por la ley y las normas aplicables.

El programa de monitoreo incluirá, entre otros, los siguientes puntos:

- Objetivos.
- Selección de variables.
- Unidades de medición.
- Procedimientos y técnicas para la toma de muestras, transporte y conservación de muestras, análisis, medición y almacenamiento de las mismas
- Diseño estadístico de la muestra y selección de puntos de muestreo
- Procedimientos de almacenamiento de datos y análisis estadístico
- Logística e infraestructura
- Calendario de muestreo
- Responsables del muestreo
- Formatos de presentación de datos y resultados
- Costos aproximados
- Valores permisibles o umbrales
- Procedimientos de acción cuando se rebasen los valores permisibles o umbrales para cambiar la tendencia
- Procedimientos para el control de calidad

VII.2. Conclusiones

Desarrollar las conclusiones finales del estudio de impacto ambiental. Destacar los costos y beneficios sociales, económicos y ecológicos del proyecto o conjunto de proyectos.

VII.3. Bibliografía

Especificar toda la información documental que se utilizó para la elaboración del estudio, incluyendo información científica, técnica, oficial y legal.

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Formatos de presentación

VIII.1.1. Planos de localización

Para la ubicación del área del proyecto, elaborar los mapas y planos de localización que se describen el Apéndice VI.

VIII.1.2. Fotografías

Integrar un anexo fotográfico del levantamiento en campo, en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desea resaltar. El anexo fotográfico deberá acompañarse con un croquis en el que se indiquen los puntos y direcciones de las tomas, mismas que se deberán identificar con numeración consecutiva y relacionarse con el texto.

En el caso de usar fotografías aéreas, los mosaicos fotográficos deberán contar con índices de vuelo, fecha de toma, tipo de película, tipo de lente y escala aproximada. Las fotografías panorámicas deberán ser identificadas en el mapa base.

VIII.1.3 Videos

De manera opcional se puede anexar un videocasete con grabación del sitio. Se deberá identificar la toma e incluir la plantilla técnica que describa el tipo de toma (planos generales, medianos, cerrados, etcétera), así como un croquis donde se ubiquen los puntos y dirección de las tomas y los recorridos con cámara encendida.

VIII.2. Otros anexos

Presentar las memorias que se utilizaron para la realización del estudio de impacto ambiental, así como la siguiente documentación:

- a) Documentos legales. Copia de autorizaciones, concesiones, escrituras, etcétera.
- b) Cartografía consultada (INEGI, Secretaría de Marina, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, etcétera)
Copia legible y a escala original.
- c) –Planos. Deberán contener, por lo menos: el título; el número o clave de identificación; los nombres y firmas de quien lo elaboró, de quien lo revisó y de quien lo autorizó; la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; la escala y la orientación.
- d) Diagramas y otros gráficos. Incluir el título, el número o clave de identificación, la descripción de la nomenclatura y la simbología empleadas.
- e) Imágenes de satélite (opcional). Cada imagen que se entregue deberá tener un archivo de texto asociado, que indique los siguientes datos:
 - Sensor.
 - Path y Row correspondientes.
 - Coordenadas geográficas.
 - Especificación de las bandas seleccionadas para el trabajo.
 - Niveles de procesos (corregida, orthocorregida, realces, etcétera).
 - Encabezado (columnas y renglones, fecha de toma, satélite).
 - Especificaciones sobre su referencia geográfica con base en el sistema cartográfico del INEGI y la escala correspondiente.
 - *Software* con el que se procesó.
- f) Resultados de análisis de laboratorio (cuando sea el caso). Entregar copia legible de los resultados del análisis de laboratorio que incluyan el nombre del laboratorio y el del responsable técnico del estudio. Asimismo, copia simple del certificado en caso de que el laboratorio cuente con acreditación expedida por alguna entidad certificadora autorizada.
- g) Resultados de análisis y/o trabajos de campo. Especificar las técnicas y métodos que se utilizarán en las investigaciones, tanto de campo como de gabinete, en relación con los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos. En el caso de que la(s) técnica(s) o método(s) no corresponda(n) con los tipos) estándar, justificar y detallar su desarrollo.
- h) Estudios técnicos (geología, geotectónica, topografía, mecánica de suelos, etcétera) y listas de flora y fauna (nombre científico y nombre común que se emplea en la región de estudio).
- i) Tablas de datos. Todas las tablas y cuadros de datos deberán elaborarse en el programa de cómputo Excel de Microsoft.
- j) Explicación de modelos matemáticos que incluyan sus supuestos o hipótesis, así como verificación de los mismos para aplicarlos, con sus respectivas memorias de cálculo (cuando sea el caso).

- k) Análisis estadísticos. Explicara de manera breve el tipo de prueba estadística empleada e indicar si existen supuestos para su aplicación, en cuyo caso se describirá el procedimiento para verificar que los datos cumplen con los supuestos.

VIII.3. Glosario de términos

En este apartado se definirán los términos técnicos que fueron empleados en la caracterización del proyecto.

APÉNDICE I DE LA GUÍA

**OBRAS Y ACTIVIDADES PARA LA
GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN
DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Indicar y describir, cuando sea el caso, la información que se indica en la tabla A.

Tabla A. Obras y actividades para la generación, transmisión y transformación de energía eléctrica

GENERACIÓN	INFORMACIÓN
<p>A) Hidroeléctricas</p>	<p>a) Número de unidades. b) Capacidad a instalar de cada unidad en megawatts (MW). c) Tamaño del embalse [superficie del Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO), del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME), del Nivel de Aguas Mínimas Ordinarias (Namino) y sus volúmenes correspondientes]. d) Estructuras de contención (tipo de cortina y diques, si fuera el caso). e) Superficie que ocupará la cortina y las estructuras principales (ataguías, vertedor, casa de máquinas, canal de desfogue, diques, etcétera). f) Obras de generación (casa de máquinas, túnel o canal de conducción). g) Obras de excedencia (vertedor). h) Obras de desvío (ataguías, túnel o canal de desvío). i) Embalses en el mismo río. j) Nuevos poblados de reasentamiento. k) En todas las obras, incluir figuras y planos a escala 1:50 000 para su localización y descripción.</p>
<p>B) Termoeléctricas</p>	<p>a) Tipo de central que se pretende construir (carboeléctrica, gas, diesel, ciclo combinado, convencional). b) Capacidad a instalar y número de unidades. c) Plano general del arreglo de la planta y planos de las obras, sistemas y equipos principales. d) Tipos de chimeneas que se van a construir, planta de tratamiento de aguas residuales, fosa de neutralización, precipitadores electrostáticos, etcétera. e) Tipo de sistema de enfriamiento y elementos del proyecto que, de ser el caso, lo hacen único o excepcional. f) Características del diseño, construcción, dimensiones y ubicación en un plano a una escala adecuada de los siguientes sistemas de alimentación: <ul style="list-style-type: none"> • Combustoleoductos, gasoductos. • Bandas transportadoras de carbón. • Terminal de recibo de combustibles. g) Minas que abastecerán de carbón al proyecto, así como patios de manejo de carbón y sitios de disposición de residuos (por ejemplo, depósito de cenizas). h) Instalaciones cercanas de Petróleos Mexicanos (Pemex) que abastecerán de combustible al</p>

GENERACIÓN	INFORMACIÓN
	<p>proyecto.</p> <p><i>Si se emplean ductos, especificar la siguiente información:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación física del ducto considerando coordenadas geográficas o UTM (anexar plano topográfico escala 1:50 000 con la ubicación del proyecto y fotografías de los sitios seleccionados) incluyendo el uso actual del suelo. • Clasificación del ducto y características operativas. • Tipo de fluido transportado. • Especificaciones de diseño. • Número, características y localización de estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento, trampas de diablos, etc. • Tipo de instalaciones de origen y destino. • Longitud total del ducto (km), indicando instalaciones de origen y destino. • Ancho del derecho de vía (m), en caso de existir, indicar si hay otros ductos en el mismo, así como sus características. • Obra civil desarrollada para la preparación del terreno. • Perfil topográfico de diseño. • Profundidad de la zanja. • Lugar exacto de disposición del material producto de la excavación para el establecimiento del ducto. • Indicar si existen cruzamientos de ríos u otros cuerpos de agua, así como de caminos u otras instalaciones. • Características de las obras constructivas, en caso de ubicarse en zonas inundables o pantanosas. • En caso de atravesar zonas urbanas, presentar cartas topográficas a escala 1:20 000, donde se indiquen los tramos que afectan dichas zonas (en los casos en que el detalle lo amerite, presentar fotografías aéreas escala 1:50 000). <p><i>Para almacenamiento, especificar lo siguiente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación del sitio. • Descripción del hidrocarburo que se pretende almacenar, volumen y origen del mismo. • Procedimiento de construcción. Señalar el número y tipo de la infraestructura que será utilizada.
C) Geotermoeléctricas	<p>a) Tipo de proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Central geotermoeléctrica. • Unidad de boca de pozo. • Unidad de ciclo binario. <p>b) Superficie del área de explotación.</p>

GENERACIÓN	INFORMACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> c) Capacidad a instalar y número de unidades. d) Número de plataformas y superficie de cada una de ellas. e) Número de pozos productores y pozos inyectores. f) Longitud y trayectoria de vaporductos y líneas de inyección. g) En caso de requerir un quemador de gases, señalar sus características y la superficie que ocupará en el área del proyecto. h) Describir las características de la red de monitoreo de sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico (H₂S). i) Describir en qué consiste la casa de máquina y subestación eléctrica. j) En caso de requerir torres de enfriamiento, señalar sus características y la superficie que ocuparán en el área del proyecto.
D) Eoloeléctricas	<ul style="list-style-type: none"> a) Equipo: aerogeneradores (capacidad en kilowatts, número y tipo). Especificar los equipos principales: torre tubular (tipo, accesorios, altura, etcétera), sistema de control e instrumentación, anemómetro y su torre, transformador, cuarto de control, tablero eléctrico, materiales eléctricos (como cables y conexiones), etcétera. b) Características de operación de la eoloeléctrica. c) Superficie que ocuparán los aerogeneradores. d) Longitud de las hélices (radio/diámetro).
E) Nucleoeléctricas	<ul style="list-style-type: none"> a) Número de unidades en que está integrada la nucleoeléctrica y capacidad de cada una (en MW). b) Especificar de cuantos edificios se compone cada unidad y las funciones que se llevarán a cabo en cada uno de estos edificios; por ejemplo: edificio de turbina, de control, de generadores de diesel, de tratamiento de residuos radiactivos, de tratamiento de aguas, etc.
TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN	INFORMACIÓN
F) Subestaciones	<ul style="list-style-type: none"> a) Número de transformadores. b) Número de fases. c) Capacidad en megavoltios amperios (MVA). d) Relación de transformación. e) Número de alimentadores. f) Superficie total (hectáreas o metros cuadrados). g) Superficie y características del cuarto de control. h) Características de diseño de la barda perimetral. i) Sistema de tierras. j) Otros (especificar).
G) Líneas de transmisión	<ul style="list-style-type: none"> a) Capacidad de transmisión de las líneas (voltaje). b) Número de circuitos. c) Longitud de la línea. d) Ancho del derecho de vía. e) Cable conductor (tipo). f) Cable de guarda (tipo).

GENERACIÓN	INFORMACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> g) Aislador (tipo). h) Estructuras de soporte (tipos). i) Número aproximado de estructuras. j) Cimentación (tipo). k) Sistema de tierras. l) Protección catódica. m) Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía.

APÉNDICE II DE LA GUÍA

OBRAS Y ACTIVIDADES
PROVISIONALES Y ASOCIADAS

Tabla B. Obras y actividades provisionales y asociadas

Tipo de infraestructura	Información específica
Construcción de caminos de acceso	Longitud, ancho del camino (corona), características constructivas y materiales requeridos. Especificar si el camino será temporal o permanente, de terracería o asfaltado.
Almacenes, bodegas y talleres	Características constructivas, dimensiones, superficie requerida. Mecanismos aplicables para el control de derrames de productos químicos, combustibles, aceites y lubricantes, manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos.
Campamentos, dormitorios, comedores	Características constructivas, dimensiones, superficie requerida y temporalidad.
Instalaciones sanitarias	Sistemas de drenaje y destino de las aguas residuales. Especificar si son instalaciones provisionales (letrinas portátiles) o permanentes.
Bancos de material	Indicar el número de bancos de materiales seleccionados para obtener material para el relleno, la nivelación y la construcción en el predio. Presentar un anexo fotográfico del(os) banco(s) seleccionado(s), los volúmenes y el tipo de material a extraer. Describir el método de extracción.
Planta de tratamiento de aguas residuales.	Describir detalladamente las características del diseño y la construcción de la planta, de los sistemas de tratamiento, flujos, capacidad y eficiencia. Describir el programa de mantenimiento y la forma de manejo y disposición de los lodos residuales.
Sitios para la disposición de residuos.	Señalar en un plano su ubicación, capacidad, etc.
Otras	En caso de que se pretenda realizar obras provisionales u obras asociadas que no estén especificadas en esta tabla, detallar la información que se considere pertinente.

APÉNDICE III DE LA GUÍA
ACTIVIDADES DEL PROYECTO PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO

Tabla C. Actividades del proyecto para la preparación del sitio

Actividades	Clave
Desmontes y despalmes	A
Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones	B
Cortes	C
Rellenos en zona terrestre	D1
Rellenos en cuerpos de agua y zonas inundables	D2
Dragados	E
Desviación de cauces	F
Otros (describir)	G*

* En caso de haber más de una actividad en la categoría *Otros*, se denominarán G1, G2, G3, etcétera.

A. Desmontes, despalmes

Proporcionar la siguiente información:

- a) Ubicación, en un plano, de los sitios que se verán afectados.
- b) Superficie que se afectará (en hectáreas o metros cuadrados).
- c) Tipos de vegetación (terrestre y/o de zonas inundables) que serían afectados por los trabajos de desmonte. Especificar la superficie que se afectará de cada tipo de vegetación y detallar el número de individuos y tipo de especies que serían eliminadas, así como los volúmenes que se obtendrían de cada una de éstas.
- d) Señalar si se eliminarán ejemplares de especies en riesgo incluidas en la NOM-059-ECOL-1994 y el grado de afectación en la población de dichas especies. Indicar también si se pretende efectuar el rescate y reubicación de dichos ejemplares.
- e) Técnicas a emplear para la realización de los trabajos de desmonte y despalme (manual, uso de maquinaria, etcétera).
- f) Especies de fauna silvestre (terrestres y/o acuáticas) que pueden resultar afectadas por las actividades de desmonte y despalme. Enfatizar si existen especies en riesgo incluidas en la NOM-059-ECOL-1994 y describir las medidas que se adoptarían para su protección y, en su caso, para reubicar o ahuyentar a los individuos de dichas especies.
- g) Tipo y volumen de material de despalme (arcilla, hojarasca, etcétera).

B. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

Describir y detallar la siguiente información:

- a) Métodos que se van a emplear para prevenir la erosión y garantizar la estabilidad de taludes (describir).
- b) Obras de drenaje pluvial que se instalarían con el propósito de conservar la escorrentía original del terreno
- c) Volumen y fuente de suministro del material requerido para la nivelación del terreno.
- d) Volumen de material sobrante o residual que se generará durante el desarrollo de estas actividades.

C. Cortes

Indicar la siguiente información:

- a) Altura promedio y máxima de los cortes por efectuar.
- b) Técnica constructiva y de estabilización (describir).
- c) Métodos a emplear para garantizar la estabilidad de los taludes (describir).
- d) Volumen de material por remover.
- e) Forma de manejo, traslado y disposición final del material sobrante.

D. Rellenos

En zona terrestre

Detallar la siguiente información:

- a) Sitios de donde se adquirirá el material para efectuar el relleno.
- b) Volumen de material requerido para efectuar el relleno.
- c) Tipo de material que se empleará. Señalar sus características, con énfasis en aquellas que pudieran ocasionar la contaminación del sitio.
- d) Forma de manejo y traslado del material para efectuar el relleno.
- e) Técnica constructiva (describir).

En cuerpos de agua y zonas inundables

- a) Tipos de comunidades de flora y fauna que podrían ser afectados.
- b) Ubicación, en un plano, de los sitios en donde se realizarán los rellenos, con indicación del nombre del cuerpo de agua o zona inundable por afectar.
- c) Superficie total del predio o cuerpo de agua que será afectada (hectáreas o metros cuadrados).
- d) Porcentaje de la superficie total del cuerpo de agua o zona inundable afectada.
- e) Sitios de donde se adquirirá el material para efectuar el relleno (ubicarlos en un plano).
- f) Volumen de material requerido para efectuar el relleno.
- g) Tipo de material por emplear. Señalar sus características, con énfasis en aquellas que pudieran ocasionar la contaminación del sitio.
- h) Forma de manejo y traslado del material para efectuar el relleno.
- i) Técnica constructiva (describir).

E. Dragados

Indicar la siguiente información:

- a) Ubicación, en un plano, del o los sitios en donde se realizarán los dragados. Indicar el nombre del cuerpo de agua o zona inundable por afectar, así como la profundidad y superficie de la zona que sería dragada.

- b) Técnica por emplear, tanto en la extracción como en la disposición del material (especificar qué tipo de draga se va utilizar, su capacidad, etcétera).
- c) Tipo y volumen de material por extraer. Señalar sus características, con énfasis en aquellas que pudieran ocasionar la contaminación del sitio en donde se disponga. Anexar los resultados de los análisis del CRETIB para proyectos ubicados en la zona costera y la descripción del diseño del muestreo. Los análisis no son aplicables para la zona marina.
- d) Descripción de la intensidad, dirección y altura del oleaje predominante, así como el de las corrientes costeras y las mareas (sólo para proyectos que se ubiquen en la zona costera).
- e) Evaluación de las posibles modificaciones que causarán las obras de dragado a la dinámica local de erosión-depositación de sedimentos.
- f) Batimetría de la zona por dragarse, en un plano donde se indiquen los límites del trabajo y suficientes números de puntos de sondeo para que se pueda dictaminar el sitio y el volumen a dragar.
- g) Métodos que se emplearán para minimizar la modificación de los patrones de drenaje o hidrodinámica natural de la zona.
- h) Tipos de comunidades de flora y fauna (terrestre y acuática) que podrían ser afectados tanto en la zona de dragado como en los sitios de disposición del material.
- i) Ubicación, en un plano, de la(s) zona(s) de tiro y superficie total por afectar. Explicar los criterios técnicos para su selección, así como la forma de manejo y traslado del material dragado.
- j) Cuando la zona de tiro sea en un vaso de captación, presentar plano(s) a escala adecuada donde se muestre su localización. Éstos deberán contener los datos topográficos de la poligonal con la que se determinó su área, la memoria de calculo que se efectuó para definir la cantidad de volumen que se almacenará, y las dimensiones de los bordos (base, corona y altura). Indicar si en la construcción de éstos se empleará material de préstamo o de banco, así como la calidad del mismo y el sitio donde se localizará el vertedor para drenar el agua.
- k) Se deberá contar con la documentación de la propiedad del terreno donde se localizará el vaso de captación. En caso de requerirse, realizar con oportunidad los trámites de indemnización previos al trabajo de dragado. Presentar, en su caso, carta compromiso donde el dueño del lugar da su aprobación para depositar el material.

F. Desviación de cauces

En caso de que las obras contemplen el desvío de cauces de algún cuerpo de agua, incluir la siguiente información:

- a) Justificación.
- b) Nombre y ubicación del cuerpo de agua.
- c) Descripción de los trabajos de desvío. Anexar planos.
- d) Gasto promedio que será desviado y porcentaje con respecto al volumen total.
- e) Tipos de comunidades de flora y fauna acuática que podrían ser afectados.

G. Otros

En caso de que el promovente realice actividades que no están especificadas en los incisos anteriores, deberá describir en detalle en qué consiste dicha actividad o actividades.

APÉNDICE IV DE LA GUÍA
SUSTANCIAS

Tabla D. Sustancias peligrosas

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS ¹	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte	Características CRETIB ²						IDLH ³	TLV ⁴	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
								C	R	E	T	I	B				

1. CAS: Chemical Abstract Service.
2. CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-infeccioso. Marcar la celda cuando corresponda al proyecto. Si se emplean sustancias tóxicas se deberá llenar la tabla E.
- 3.. IDLH Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health).
4. TLV Valor limite de umbral (Threshold Limit Value).

APÉNDICE V DE LA GUÍA
GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE EMISIONES
Y RESIDUOS

Incluir los datos del proyecto de acuerdo con la opción que corresponda, sobre la base de lo señalado en el inciso c del apartado II, denominado: "Identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como medidas de control que se pretenda llevar a cabo".

OPCIÓN A

Presentar la siguiente información:

a) Análisis de los residuos sólidos, emisiones atmosféricas y descargas de aguas residuales que se producirán en cada una de las etapas del proyecto. El análisis deberá considerar, por lo menos, la fuente, el volumen o peso generado por unidad de tiempo y las características CRETIB (en el caso de residuos peligrosos) e indicar si su generación es continua o temporal (cíclica o eventual), el manejo y la disposición final (con la ubicación del sitio o del cuerpo receptor, según sea el caso).

b) Medidas de control que se pretende llevar a cabo para minimizar las emisiones y descargas.

OPCIÓN B

Para cada etapa del proyecto, describir los tipos de residuos a generar, sus características, volumen, forma y/o lugar de disposición, así como la infraestructura y formas de recolección, manejo y disposición final. Asimismo, señalar la disponibilidad de servicios e infraestructura en la localidad y/o en la región para su manejo y disposición adecuados.

1. Clasificación

Para fines de este estudio, los residuos se clasifican de la siguiente manera:

1.1. Residuos sólidos

- a) De materiales (suelo, roca, arena, sedimentos, de construcción, entre otros).
- b) Domésticos.
- c) Orgánicos (en caso de aprovechamiento de recursos naturales, como pueden ser material vegetal, residuos orgánicos de animales, conchas, etcétera).
- d) Reutilizables y/o reciclables (papel y cartón, plásticos, metálicos, aceites y lubricantes, etcétera).
- e) Residuos peligrosos (incluidos algunos que se encuentran en la categoría de reutilizables y/o reciclables, como aceites y lubricantes).
- f) Otros.

1.2. Aguas residuales

- a) Pluviales.
- b) De proceso.
- c) Sanitarias.
- d) Otras.

1.3. Emisiones atmosféricas

- a) De combustión.
- b) Orgánicos volátiles.
- c) Sólidos suspendidos.

- d) Ruido.
- e) Radiaciones (calor, luminosas).
- f) Otras.

2. Residuos peligrosos

En caso de producir residuos peligrosos, explicar los mecanismos a desarrollar para dar cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como en las normas oficiales mexicanas y en otras disposiciones jurídicas aplicables:

3. Infraestructura para la minimización de residuos

Para cada tipo de residuos, en su caso, describir la infraestructura con la que se contará para su manejo y tratamiento, incluida la siguiente información:

- a) Tipo y características de la infraestructura requerida.
- b) Capacidad.
- c) Eficiencia.
- d) Diagrama de flujo del proceso y el manejo.
- e) Insumos requeridos.
- f) Residuos finales.

Asimismo, señalar la disponibilidad de servicios e infraestructura en la localidad y/o en la región para el manejo y disposición adecuados de los residuos y descargas, tales como rellenos sanitarios, plantas de tratamiento municipal de aguas residuales municipales, servicios de manejo y tratamiento de residuos, entre otros. Indicar, además, si estos servicios son suficientes para cubrir las demandas presentes y futuras.

De apegarse a los supuestos II y III del artículo 31 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente –y del artículo 29 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental–, señalar las especificaciones de protección ambiental que en ellos se establecen para prevenir y controlar la contaminación.

4. Medidas de seguridad

Presentar los planes o programas que se prevea ejecutar en cada una de las etapas del proyecto para prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental generada por el desarrollo de sus actividades. Incluir la siguiente información:

- a) Programas de emergencia en caso de contingencias provocadas tanto por factores internos como por fenómenos naturales.
- b) Programa sanitario preventivo y correctivo.

OPCIÓN C

1. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos

1.1 Generación

1.1.1. Residuos sólidos peligrosos

Presentar la información sobre residuos peligrosos generados en las diferentes etapas del proyecto, como se muestra en la tabla F.

Tabla F. Residuos sólidos peligrosos

Etapa del proyecto	Nombre del residuo	Características CRETIB	Volumen	Efectos cancerígenos y otros daños a la salud ¹	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento o temporal	Características del sistema de transporte	Sitio de disposición

1. Marcar esta columna sólo en caso de que el residuo sólido sea cancerígeno o provoque otro tipo de daños a la salud.

1.1.2. Residuos sólidos no peligrosos

Especificar qué residuos sólidos no peligrosos se generarán. Indicar su tipo y clasificarlos de acuerdo con sus características:

- Materiales: suelo, roca, arena, sedimentos de construcción, entre otros.
- Domésticos.
- Orgánicos: material vegetal, residuos orgánicos de animales, conchas, etcétera.
- Reutilizables y/o reciclables: papel y cartón, plásticos, metálicos, etcétera.

Para cada uno de ellos, indicar la etapa y actividad en la cual se generan, el sitio donde se almacenarán de forma definitiva o el uso final que se les dará. Se puede presentar esta información en forma de tabla.

1.2. Manejo

Hacer una descripción general y por etapas del manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, incluido el acopio y almacenamiento temporal.

1.3. Disposición

Señalar la ubicación y las coordenadas de los sitios de depósito o disposición final. Para los confinamientos y rellenos sanitarios, indicar la empresa o autoridad responsable del sitio. En el caso de los rellenos, informar también la capacidad útil y los sitios alternativos de depósito (incluir fotografías).

2. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos

Describir las descargas de residuos líquidos que serán generadas en cada una de las etapas del proyecto y hacer una estimación cuantitativa sobre su volumen. Señalar sus fuentes y los cuerpos receptores donde serán vertidas e indicar qué tratamiento se le dará (si se presenta el caso).

2.1. Generación

2.1.1. Residuos líquidos peligrosos

Tabla G. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos peligrosos

Etapa del	Nombre del	Característica	Volumen	Efectos	Tipo de	Sitio de	Característica	Origen ²	Sitio de
-----------	------------	----------------	---------	---------	---------	----------	----------------	---------------------	----------

proyecto	residuo	s CRETIB	cancerígenos y otros daños a la salud ¹	envase	almacenamiento temporal	s del sistema de transporte	disposición final

1. Marcar esta columna sólo en caso de que el residuo sólido sea cancerígeno o provoque otro tipo de daños a la salud.

2. Derivados del proceso o de algún sistema de tratamiento

2.1.2. Residuos líquidos no peligrosos

Tabla H. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos no peligrosos

Etapas del proyecto	Nombre del residuo	Volumen	Tipo de envase	Sitio de almacenamiento temporal	Características del sistema de transporte	Origen ¹	Sitio de disposición final

1. Para cada residuo se indicará el servicio en donde se origina.

2.2. Manejo

Describir en forma detallada el manejo que se dará a los residuos líquidos, incluido su tratamiento. Si las descargas van a recibir un tratamiento por medio de una planta, especificar de qué tipo será éste (primario, secundario o terciario).

2.3. Disposición final (incluye aguas de origen pluvial)

En un plano escala 1:50 000, ubicar las fuentes generadoras de aguas residuales y los sitios de descarga. Señalar los cuerpos receptores así como el destino de los lodos de la planta de tratamiento. En caso de que el agua residual no reciba ningún tratamiento, indicar su destino final y señalar los criterios en los que se basa esa decisión.

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

Para cada una de las etapas del proyecto, presentar la siguiente información:

- Fuentes (fijas y móviles), tipos y volúmenes que se generarán por unidad de tiempo y tipo de combustible (carbón, combustóleo, diesel y gas).
- Modelo de dispersión de contaminantes a la atmósfera. En caso de que se aplique un modelo, anexar la memoria de cálculo, los supuestos o hipótesis del modelo seleccionado de acuerdo con los autores del mismo, los límites o restricciones del modelo y la verificación de que los supuestos o hipótesis del modelo se cumplieron.
- Planos y descripción de las obras, sistemas y equipos para el control de estas emisiones.
- Diagrama de flujo de los procesos asociados a la generación y control de emisiones a la atmósfera.

4. Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

Identificar la fuente generadora de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa, en caso de que existan, así como el cálculo estimado de la emisión y su duración, en las unidades correspondientes.

En lo que respecta a la contaminación por ruido, incluir la siguiente información:

- a) Intensidad en decibeles y duración del ruido en cada una de las actividades del proyecto.
- b) Fuentes emisoras de ruido de fondo (maquinaria pesada, explosivos, casas de bombas, turbogeneradores, turbobombas y compresores, entre otros) en cada una de las etapas del proyecto.
- c) Emisión estimada del ruido que se presentará durante la operación de cada una de las fuentes. Si se utiliza un modelo de simulación, anexar la memoria de cálculo y especificar el modelo aplicado, los supuestos que se deberán considerar en su aplicación (de acuerdo con los autores del modelo) y la verificación del cumplimiento de los mismos.
- d) Dispositivos de control de ruido (ubicarlos y describirlos).

5. Medidas de seguridad

Presentar los planes o programas que se ejecutarán en cada una de las etapas del proyecto para prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental generada por el desarrollo de sus actividades, incluidos la transportación y el almacenamiento de las sustancias que se van a emplear.

5.1. Señalización y medidas preventivas

Precisar la colocación de señales adecuadas en el predio del proyecto, donde se indiquen los límites de éste, así como las restricciones y medidas de protección de los recursos naturales que rigen en el sitio. Para el diseño de dichas señales deberá considerarse la armonía con el paisaje y garantizar que sean comprensibles incluso para quienes no sabe leer.

APÉNDICE VI DE LA GUÍA
PLANOS DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

Carta 1

Croquis de macrolocalización en el que se ubique la obra en el(los) estado(s) y municipio(s). El croquis se presentará en tamaño carta (aproximadamente 21.5 x 28 centímetros).

Carta 2

Mapa de microlocalización y del contexto del proyecto en su área de influencia. Utilizar como base un carta topográfica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), donde se señale lo siguiente:

- Ubicación, poligonal y/o del trazo del proyecto.
- Área de influencia.
- Vías de acceso al sitio del proyecto (terrestres, aéreas, marítimas y/o fluviales). En caso de no existir, señalar el trazo proyectado.
- Hidrología superficial.
- Asentamientos humanos.
- Zonas federales.

Para contar con un análisis de los componentes relevantes que conforman el entorno del proyecto, presentar una serie de acetatos que contengan la siguiente información:

- En caso de ubicarse en una zona que cuenta con un ordenamiento ecológico regional, señalar la o las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en donde se localizará el proyecto.
- En caso de que el proyecto esté ubicado en áreas forestales o las atraviese, presentar una zonificación del predio de acuerdo con los artículos 21 fracción V y 23 del Reglamento de la Ley Forestal.
- En caso de ubicarse en un Área Natural Protegida, localizar el proyecto con respecto a las poligonales de la misma y, en su caso, en relación con las zonas de amortiguamiento, zonas núcleo u otras.
- En caso de encontrarse en una zona de atención prioritaria, indicar los sitios relevantes, como zonas arqueológicas, de patrimonio histórico o cultural; zonas de anidación, refugio, reproducción, conservación de la vida silvestre o de restauración de hábitat, de aprovechamiento restringido o de veda forestal y animal; bosques, selvas y zonas áridas; áreas de refugio de especies en alguna categoría de protección; ecosistemas frágiles, áreas de distribución de especies frágiles y/o vulnerables, o bien de aquellas que se encuentran en alguna categoría de protección (en caso de la fracción XIII del artículo 28 de la LGEEPA).
- Uso actual del suelo o del cuerpo de agua en el área del proyecto y sus colindancias.
- Usos predominantes del suelo o del cuerpo de agua en la zona.

Esta carta será utilizada a su vez como base para los análisis ambientales necesarios.

Las escalas a utilizar dependerán de las dimensiones del área del proyecto, como se describe en la siguiente tabla 10:

Tabla I. Carta 2

Área del estudio (hectáreas)	Escala
De 0 a 200	1:5 000
Mayor de 200 hasta 1 000	1:10 000
Mayor de 1 000 hasta 10 000	1:25 000
Mayor de 10 000	1:50 000

Para proyectos lineales como carreteras, líneas de transmisión y subtransmisión eléctrica o de fibra óptica, entre otros, utilizar como base plano(s) topográfico(s) en escalas de 1:5 000 a 50 000 dependiendo de la longitud de la línea y presentar las coordenadas de los puntos de inflexión del trazo y la longitud del mismo. Señalar en dicho plano la ubicación de la infraestructura de apoyo necesaria para la ejecución de los trabajos, así como el trazo y la localización de los caminos existentes, y de los proyectados como infraestructura asociada. Asimismo, indicar las zonas que presentan vegetación natural.

Carta 3

Plano de conjunto en el que se describa la distribución de la infraestructura y de los sitios en donde se realizarán las actividades del proyecto y se proporcione información adicional del sitio y sus colindancias. Se podrán utilizar acetatos para un mejor análisis de la información.

Para su elaboración, utilizar un plano o carta, de preferencia topográfica a escala adecuada, de acuerdo con las siguientes opciones:

- A. Si se trata de un proyecto que se localizan en un predio de hasta 200 hectáreas, la superficie del mismo abarcará entre 40 y 60% del área del plano o la carta. Ello dependerá de número y tamaño de los elementos internos y externos que se indiquen, o bien de las áreas que los agrupan (áreas de almacenamiento, administrativas, etcétera). Señalar las coordenadas geográficas del proyecto y el trazo de su perímetro.

Al interior del predio se indicará la ubicación y las superficies de la infraestructura. Diferenciar con colores o símbolos (achurados) los siguientes datos:

- Las colindancias.
- Los usos del suelo en las colindancias y los predominantes en la zona.
- Las áreas y/o la infraestructura de proceso o productivas.
- La infraestructura para el almacenamiento de agua, materiales, materias primas y combustibles. Señalar de manera especial los que son considerados riesgosos y altamente riesgosos.
- Las áreas y/o la infraestructura de servicios operativos.
- Las zonas y/o la infraestructura de sistemas para la protección al ambiente.
- Las vialidades internas, áreas de estacionamiento y maniobras vehiculares.
- Los trazos de las líneas de suministro de energía eléctrica hacia el proyecto, así como los de salida hacia los diferentes destinos. Indicar el origen y destino de dichas líneas.
- Las áreas que presenten vegetación natural y los cuerpos de agua superficiales.
- Las áreas verdes que serán conservadas o creadas.

En cuanto al exterior del proyecto, indicar los trazos de las vialidades, los accesos al predio, la hidrología superficial, las líneas de alimentación de agua potable, energía eléctrica y combustibles, así como las líneas de salida de aguas residuales, pluviales, de proceso y sanitarias. Asimismo, señalar el o los usos del suelo en las colindancias del predio.

En un acetato, trazar las unidades de uso del suelo, señalar la(s) superficie(s) total(es) para cada una de ellas y las áreas que serán afectadas por la realización del proyecto.

Para proyectos que consisten un conjunto de obras del mismo tipo, presentar ejemplos de cada tipo de obras. En el caso de obras de distinto tipo o aquellos del mismo tipo cuyas particularidades así lo requieran, presentar un plano de conjunto para cada una de ellas.

- B. Para proyectos mayores de 200 hectáreas o cuya infraestructura o actividades se distribuyen de manera dispersa en una zona o región, proporcionar los puntos de coordenadas extremas que permitan establecer

el polígono del área del proyecto, así como las áreas correspondientes a cada uno de los elementos que conforma la infraestructura y las áreas de operación, servicios urbanos, operativos y ambientales. Señalar también las vías de acceso y la vialidad interna, las áreas de servicios, administrativas, operativas y de almacenamiento, y la infraestructura para los sistemas y servicios de protección ambientales.

En un acetato, dibujar las unidades de uso del suelo, señalar la(s) superficie(s) total(es) para cada una de ellas y las áreas que serán afectadas por la realización del proyecto.

Las características de esta carta permitirán diferenciar las áreas de ocupación, para lo cual las escalas que se ocupen dependerán de la amplitud del área del proyecto, de acuerdo con la tabla 11:

Tabla J. Carta 3B

Área del estudio (hectáreas)	Escala
Mayor de 1 hasta 10	1:5 000
Mayor de 10 hasta 100	1:10 000
Mayor de 100 hasta 1 000	1:25 000
Mayor de 2 000	1:50 000

Las escalas que se indican en la tabla 11 pueden ser modificadas a juicio del responsable del estudio, siempre que se justifique el cambio para lograr una mejor presentación e interpretación de la información.

APÉNDICE VII DE LA GUÍA
TIPIFICACIÓN DE PROYECTOS DEL SECTOR ELÉCTRICO

A. Generación de energía eléctrica

1. Geotermoeléctricas
 - 1.1. Ciclo binario
 - 1.2. Unidades a boca de pozo
 - 1.3. Central geotermoeléctrica

- 2 Hidroeléctricas
 - 2.1 Ríos
 - 2.2 Aguas residuales urbanas

- 3 Eoloeléctricas

- 4 Termoeléctricas
 - 4.1 Convencionales
 - 4.2 Ciclo combinado
 - 4.3 Unidades turbogás
 - 4.4 Carboeléctricas
 - 4.5 Plantas de cogeneración de energía

- 5 Nucleoeléctricas

B Transformación de energía eléctrica

- 1 Subestaciones eléctricas
 - 1.1 Transmisión
 - 1.2 Distribución

C Transmisión de energía eléctrica

- 1 Líneas de transmisión/subtransmisión
 - 1.1 Cable aéreo
 - 1.2 Cable subterráneo
 - 1.3 Cable submarino

- C.2 Líneas de distribución
 - C.2.1 Cable aéreo
 - C.2.2. Cable subterráneo

**APÉNDICE VIII DE LA GUÍA
CAMBIO DE USO DEL SUELO**

**APÉNDICE IX DE LA GUÍA
CAMBIO DE USO DEL SUELO**

I. CAMBIO DE USO DEL SUELO

Cuando para la realización de una obra o actividad de competencia de la Federación, es decir, de las incluidas en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, o por la ejecución de aquellas relacionadas o asociadas a una obra o actividad de competencia de la federación, sea necesario eliminar la vegetación de áreas forestales (en los términos definidos por la Ley Forestal), en selvas y zonas áridas, el promovente, deberá complementar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente con la siguiente información.

Además de aquellas obras o actividades que aun cuando no corresponda su autorización a la Federación, requieran llevar a cabo el uso del suelo de un área forestal, de selvas o zonas áridas. Siendo esto último, una actividad que por sus efectos al ambiente, en particular a los ecosistemas forestales requiere ser evaluada por la federación.

Cuando exista un ordenamiento legal que haya definido el uso del suelo como distinto al forestal, de selva o zona árida, pero que aún conserve los elementos vegetales propios de esos ecosistemas, podría ser requerida la evaluación del impacto ambiental cuando en el sitio en donde pretenda llevarse a cabo la transformación se desarrollen especies consideradas en peligro de extinción por la normatividad ambiental vigente.

I.1. Uso actual del suelo

Definir la categoría de uso del suelo en la que se encuentra el sitio del proyecto. Considerar:

- El uso legal establecido por los ordenamientos legales aplicables, el plan parcial de desarrollo urbano, los planes o programas estatales, los ordenamientos generales o particulares de al región, ya sean estatales o federales, o la cartografía oficial (por ejemplo, la del INEGI).
- El uso común o regular del suelo. Describir los usos del suelo que son dados de manera regular al suelo por los pobladores.
- El uso potencial, considerando la cartografía existente y los criterios técnicos que sustenten el o los posibles usos que pudiera dársele al terreno.

I.2. Uso que se le dará al suelo

Establecer los objetivos y usos que se pretende cubrir en el terreno a través de la modificación de su cubierta vegetal. Para ello, enlistar y posteriormente describir las obras o actividades origen de la necesidad del cambio, tal como se ejemplifica en la siguiente tabla.

Actividades del proyecto

Actividades	Superficie	porcentaje
Desmonte		
Despalme		
Excavación		
Compactación		
Nivelación		
Cortes		
Rellenos en zona terrestre		
Rellenos en cuerpos de agua y zonas inundables		
Desviación de cauces		
Construcción de caminos de acceso		
Almacenes, bodegas y talleres		
Campamentos, dormitorios y comedores		
Instalaciones sanitarias		
Bancos de materiales		

Planta de tratamiento de aguas residuales		
Otros (describir)		

Para comprender la forma en que será afectada la vegetación y sea posible identificar los impactos al ambiente, proporcionar la siguiente información:

- h) Ubicación, en un plano, de los sitios que se verán afectados.
- i) Superficie que se afectará (en ha o m²).
- j) Tipos de vegetación (terrestre y/o de zonas inundables) que serían afectados. Especificar la superficie de afectación por cada tipo de vegetación y detallar el número de individuos, las especies que serían eliminadas y los volúmenes que se obtendrían de cada una de éstas.
- k) Si se afectarán individuos de especies en riesgo incluidas en la NOM-059-ECOL-1994 y el grado de afectación en la población de dichas especies, así como si se pretende efectuar el rescate y reubicación de dichos ejemplares o de alguna otra categoría de afectación.
- l) Técnicas a emplear para la realización de los trabajos de desmonte y despalme (manual, uso de maquinaria, etcétera).
- m) Especies de fauna silvestre (terrestres y/o acuáticas) que pueden resultar afectadas por las actividades de desmonte y despalme. Enfatizar si existen especies en riesgo incluidas en la NOM-059-ECOL-1994 y describir las medidas que se adoptarían para su protección y, en su caso, para reubicar o ahuyentar a los individuos de dichas especies.
- n) Tipo y volumen de material de despalme (arcilla, hojarasca, etcétera).
- o) Métodos que se van a emplear para prevenir la erosión y garantizar la estabilidad de taludes (describir).
- p) Obras de drenaje pluvial que se instalarían con el propósito de conservar la escorrentía original del terreno
- q) Volumen y fuente de suministro del material requerido para la nivelación del terreno.
- r) Volumen de material sobrante o residual que se generará durante el desarrollo de estas actividades.
- s) Altura promedio y máxima de los cortes por efectuar.
- t) Técnica constructiva y de estabilización (describir).
- u) Métodos a emplear para garantizar la estabilidad de los taludes (describir).
- v) Volumen de material por remover.
- w) Forma de manejo, traslado y disposición final del material sobrante.

I.2.1. En caso de rellenos

En zona terrestre detallar la siguiente información:

Sitios de donde se adquirirá el material para efectuar el relleno.

Volumen de material requerido para efectuar el relleno.

Tipo de material que se empleará. Señalar sus características, con énfasis en aquellas que pudieran ocasionar la contaminación del sitio.

Forma de manejo y traslado del material para efectuar el relleno.

Técnica constructiva (describir).

En cuerpos de agua y zonas inundables

- j) Tipos de comunidades de flora y fauna que podrían ser afectados.
- k) Ubicación, en un plano, de los sitios en donde se realizarán los rellenos, con indicación del nombre del cuerpo de agua o zona inundable por afectar.
- l) Superficie total del predio o cuerpo de agua que será afectada (ha o m²).
- m) Porcentaje de la superficie total del cuerpo de agua o zona inundable afectada.
- n) Sitios de donde se adquirirá el material para efectuar el relleno (ubicarlos en un plano).
- o) Volumen de material requerido para efectuar el relleno.
- p) Tipo de material por emplear. Señalar sus características, con énfasis en aquellas que pudieran ocasionar la contaminación del sitio.
- q) Forma de manejo y traslado del material para efectuar el relleno.
- r) Técnica constructiva (describir).

I.2.2. Cuando se trate de dragados

Tomando en cuenta el requerimiento de sitios de tiro del material obtenido, indicar la siguiente información:

- l) Ubicación, en un plano, del o los sitios en donde se realizarán los dragados. Indicar el nombre del cuerpo de agua o zona inundable por afectar, así como la profundidad y superficie de la zona que sería dragada.
- m) Técnica por emplear, tanto en la extracción como en la disposición del material (especificar que tipo de draga se van utilizar, la capacidad, etcétera).
- n) Tipo y volumen de material por extraer. Señalar sus características, con énfasis en aquellas que pudieran ocasionar la contaminación del sitio en donde se disponga. (Anexar los resultados de los análisis del CRETIB para proyectos ubicados en la zona costera y la descripción del diseño del muestreo. Los análisis no son aplicables para la zona marina.
- o) Descripción de la intensidad, dirección y altura del oleaje predominante, así como el de las corrientes costeras y las mareas (sólo para proyectos que se ubiquen en la zona costera).
- p) Evaluación de las posibles modificaciones que causarán las obras de dragado a la dinámica local de erosión-depositación de sedimentos.
- q) Batimetría de la zona por dragarse, en un plano donde se indiquen los límites del trabajo y suficientes números de puntos de sondeo para que se pueda dictaminar el sitio y el volumen a dragar.
- r) Métodos que se emplearán para minimizar la modificación de los patrones de drenaje o hidrodinámica natural de la zona.
- s) Tipos de comunidades de flora y fauna (terrestre y acuática) que podrían ser afectados, tanto en la zona de dragado como en los sitios de disposición del material.
- t) Ubicación, en un plano, de la(s) zona(s) de tiro y superficie total por afectar. Explicar los criterios técnicos para su selección, así como la forma de manejo y traslado del material dragado.

- u) Cuando la zona de tiro sea en un vaso de captación, presentar plano(s) a escala adecuada donde se muestre su localización. Éstos deberán contener los datos topográficos de la poligonal con la que se determinó su área, la memoria de calculo que se efectuó para definir la cantidad de volumen que se almacenará, y las dimensiones de los bordos (base, corona y altura). Indicar si en la construcción de éstos se empleará material de préstamo o de banco, así como la calidad del mismo y el sitio donde se localizará el vertedor para drenar el agua.
- v) Se deberá contar con la documentación de la propiedad del terreno donde se localizará el vaso de captación. En caso de requerirse, realizar con oportunidad los trámites de indemnización previos al trabajo de dragado. Presentar, en su caso, carta compromiso donde el dueño del lugar da su aprobación para depositar el material.

I.2.3. Por la desviación de cauces

Incluir la siguiente información:

- f) Justificación.
- g) Nombre y ubicación del cuerpo de agua.
- h) Descripción de los trabajos de desvío. Anexar planos.
- i) Gasto promedio que será desviado y porcentaje con respecto al volumen total.
- j) Tipos de comunidades de flora y fauna acuática que podrían ser afectados.

I.2.4. Otros

En caso de que el promovente realice actividades que no están especificadas en los incisos anteriores, deberá describir en detalle en qué consiste dicha actividad o actividades.

II. INFORMACIÓN PARTICULAR

1.- Con relación al suelo:

- a) Tipos.
- b) Porcentaje de la pendiente media
- c) Relieve.
- d) Zonas de suelos frágiles que deben protegerse manteniendo su cubierta vegetal.

2.- Con relación a la vegetación:

- a) Tipos.
- b) Listados florísticos.
- c) Especies con alguna categoría de conservación.
- d) La estimación del volumen de los productos forestales resultantes del cambio de uso del suelo.
- e) Las tablas dasométricas base de la cuantificación del volumen vegetal a remover.

3.- De la calendarización:

- a) Fechas probables de ejecución de la eliminación de la cubierta vegetal, tomando en cuenta las épocas de lluvia y sequía de la región.
- b) Planificar la remoción de la vegetación de acuerdo con el calendario de actividades relativas al proyecto y a las obras asociadas.
- c) Incluir en la programación de actividades, las propuestas como medidas de mitigación, restauración o compensación de los impactos ambientales generados.

4.- La justificación técnica que haya sido sustentada con los estudios de campo en el sitio del proyecto y que apoyen el cambio de uso del suelo solicitado.

- 5.- Los factores que pudieran poner en riesgo la estabilidad de los elementos que componen al ambiente por el cambio propuesto en el uso del suelo.
- 6.- Las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales y su justificación, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo.
- 7.- Las medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies de flora y fauna silvestres de conformidad con las disposiciones legales aplicables.
- 8.- Las medidas que compensen el impacto generado por el cambio de uso del suelo, tendientes a estabilizar los suelos, prevenir o vigilar los incendios forestales, realizar obras artesianas con la intención de proteger los suelos, promover la infiltración del agua o la descomposición de la materia orgánica producto del cambio de uso del suelo y que no sea susceptible de aprovechamiento.
- 9.- Presentar el o los programas de rescate, protección o promoción de los individuos de las especies de flora y fauna silvestres, en función de la conservación de los elementos naturales que pudieran ser afectados.
- 10.- Dar el posible destino del material producto del desmonte, según sus características, ya sea como parte de un aprovechamiento forestal autorizado, cesión a las comunidades o poblados de los alrededores, selección de elementos vegetales (semillas, partes o individuos completos) susceptibles de ser empleados durante las actividades de restauración del sitio, o algún otro.

APÉNDICE X DE LA GUÍA

GLOSARIO

1. TIPOS DE IMPACTOS

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual. El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS

Beneficioso o perjudicial. Positivo o negativo.

Duración. El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Importancia. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Naturaleza del impacto. Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación. Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE MITIGACIÓN

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

4. SISTEMA AMBIENTAL

Sistema ambiental. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Componentes ambientales críticos. Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

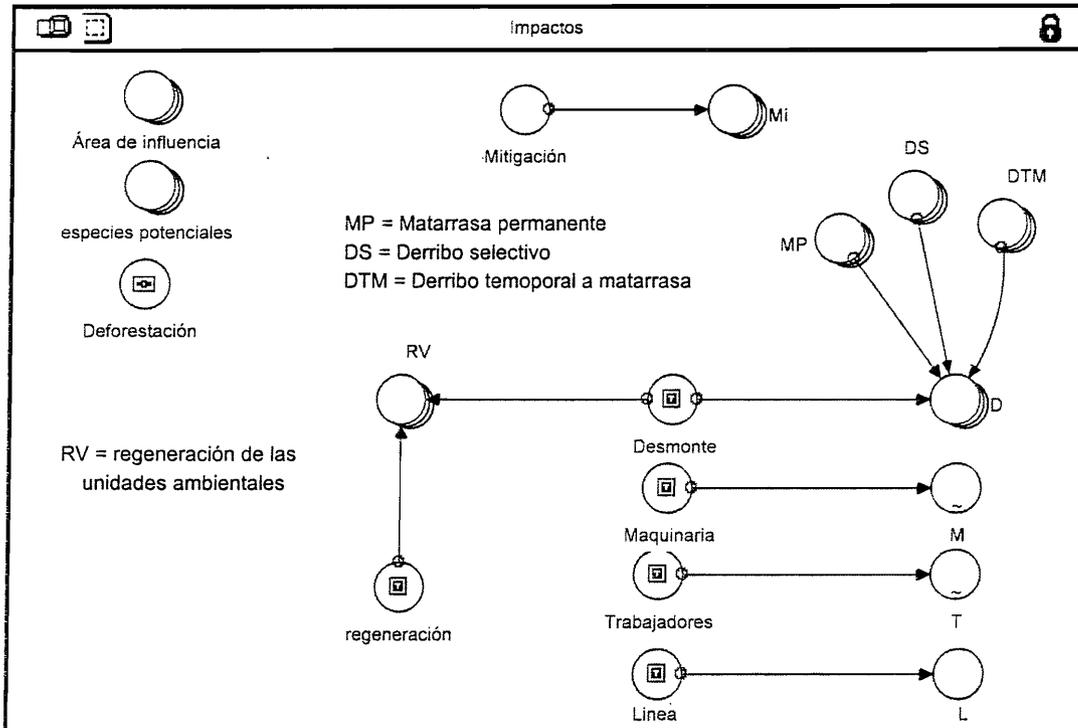
Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Anexo 2.- Salida del modelo para las Líneas de Transmisión L.T. Manuel Moreno Torres – Juile, L.T. Juile – Cerro de Oro y L.T. Cerro de Oro Entq. – Temascal II/Juile; y Subestaciones Eléctricas: S.E. Juile Ampliación y S.E. Cerro de Oro Maniobrasa

Impactos



$\text{Área_de_influencia[BQP,1]} = 8.13$
 $\text{Área_de_influencia[BQP,2]} = 0.00000000000000000001$
 DOCUMENT: hectareas de cada unidad ambiental dentro de los 5 km

$\text{Área_de_influencia[BQP,3]} = 858.812$
 $\text{Área_de_influencia[ABTP,1]} = 6704.65$
 $\text{Área_de_influencia[ABTP,2]} = 19344.75$
 $\text{Área_de_influencia[ABTP,3]} = 2065.7$
 $\text{Área_de_influencia[BTP,1]} = 11757.7$
 $\text{Área_de_influencia[BTP,2]} = 18740.459$
 $\text{Área_de_influencia[BTP,3]} = 6973.7$
 $D[U_amb,Seg] = \text{If Desmante then } DS[U_amb,Seg]+DTM[U_amb,Seg]+MP[U_amb,Seg] \text{ else } 0$
 DOCUMENT: Convertidor en donde se unen los tres tipos de desmante

Deforestación = .008
 Desmante = 1
 DOCUMENT: Convertidor tipo apagador. Su funcion solamante es activar o desactivar una accion.

DS[BQP,1] = if time =1 then 0.851434 else 0
 DS[BQP,2] = if time =1 then 0 else 0
 DS[BQP,3] = if time =1 then 11.938905 else 0
 DS[ABTP,1] = if time =1 then 39.532596 else 0
 DS[ABTP,2] = if time =1 then 103.091765 else 0
 DS[ABTP,3] = if time =1 then 3.515583 else 0
 DS[BTP,1] = if time =1 then 1.454756 else 0
 DS[BTP,2] = if time =1 then 24.764209 else 0
 DS[BTP,3] = if time =1 then 4.964622 else 0
 DTM[BQP,1] = if time =1 then 0.03 else 0
 DTM[BQP,2] = if time =1 then 0 else 0
 DTM[BQP,3] = if time =1 then 0.33 else 0
 DTM[ABTP,1] = if time =1 then 0.99 else 0
 DTM[ABTP,2] = if time =1 then 2.58 else 0
 DTM[ABTP,3] = if time =1 then 0.09 else 0
 DTM[BTP,1] = if time =1 then 0.03 else 0
 DTM[BTP,2] = if time =1 then 0.57 else 0
 DTM[BTP,3] = if time =1 then 0.15 else 0
 especies_potenciales[BQP,reptiles] = 30
 DOCUMENT: Numero de especies potenciales registradas en cada unidad ambiental

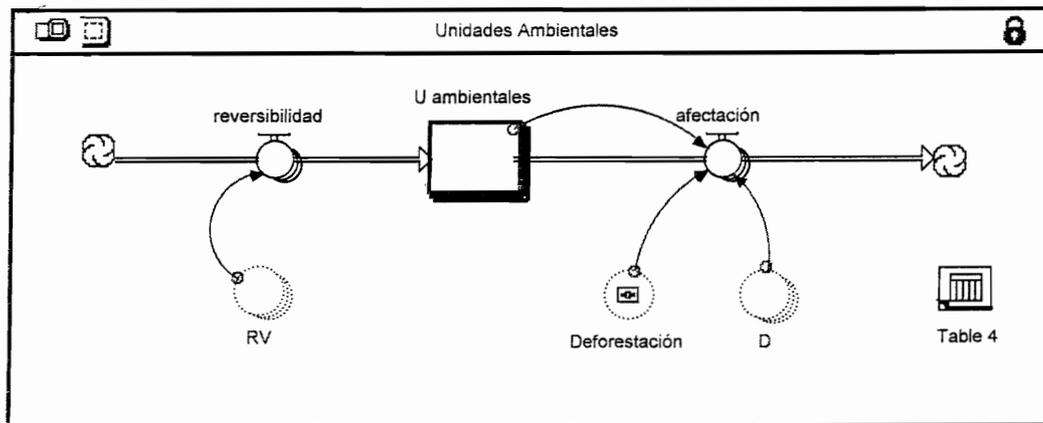
especies_potenciales[BQP,anfibios] = 21
 especies_potenciales[BQP,aves] = 45
 especies_potenciales[BQP,mamiferos] = 49
 especies_potenciales[BQP,Plantas] = 45
 especies_potenciales[ABTP,reptiles] = 49
 especies_potenciales[ABTP,anfibios] = 26
 especies_potenciales[ABTP,aves] = 127
 especies_potenciales[ABTP,mamiferos] = 54
 especies_potenciales[ABTP,Plantas] = 115
 especies_potenciales[BTP,reptiles] = 103
 especies_potenciales[BTP,anfibios] = 39
 especies_potenciales[BTP,aves] = 87
 especies_potenciales[BTP,mamiferos] = 82
 especies_potenciales[BTP,Plantas] = 81
 L = if Linea then if time > 3 then 1 else 0 else 0
 Linea = 1

DOCUMENT: Convertidor tipo apagador. Su funcion solamante es activar o desactivar una accion.

Maquinaria = 1
 Mi[1,BQP] = If Mitigación then 1 else 0
 Mi[1,ABTP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[1,BTP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[2,BQP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[2,ABTP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[2,BTP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[3,BQP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[3,ABTP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mi[3,BTP] = If Mitigación then 0 else 0
 Mitigación = 1
 MP[BQP,1] = if time =1 then 0.1353412 else 0
 MP[BQP,2] = if time =1 then 0 else 0
 MP[BQP,3] = if time =1 then 1.8950378 else 0

MP[ABTP,1] = if time =1 then 6.2718312 else 0
 MP[ABTP,2] = if time =1 then 16.3554182 else 0
 MP[ABTP,3] = if time =1 then 0.557805 else 0
 MP[BTP,1] = if time =1 then 0.2306026 else 0
 MP[BTP,2] = if time =1 then 3.9273202 else 0
 MP[BTP,3] = if time =1 then 0.7884092 else 0
 regeneración = 1
 RV[BQP,1] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.001 else 0
 RV[BQP,2] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0 else 0
 RV[BQP,3] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.011 else 0
 RV[ABTP,1] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.033 else 0
 RV[ABTP,2] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.086 else 0
 RV[ABTP,3] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.003 else 0
 RV[BTP,1] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.001 else 0
 RV[BTP,2] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.019 else 0
 RV[BTP,3] = if regeneración and Desmorte and time > 2 then 0.005 else 0
 Trabajadores = 1
 M = GRAPH(if Maquinaria then time else 0)
 (0.00, 0.00), (1.00, 0.00099), (2.00, 9.43e-005), (3.00, 4.72e-005)
 T = GRAPH(if Trabajadores then time else 0)
 (0.00, 0.00), (1.00, 0.00163), (2.00, 0.00467), (3.00, 2.81e-005)

Unidades Ambientales



DOCUMENT:

En este sector se modela la perdida de area de cada unidad ambiental

$$U_ambientales[U_amb,Seg](t) = U_ambientales[U_amb,Seg](t - dt) + (reversibilidad[U_amb,Seg] - afectación[U_amb,Seg]) * dt$$

$$INIT U_ambientales[U_amb,Seg] = Área_de_influencia[U_amb,Seg]$$

DOCUMENT: Existen tres unidades ambientales en tres segmentos. Bosque de Quercus perturbado, bosque tropical perennifolio y acahual de bosque tropical perennifolio

INFLOWS:

$$reversibilidad[U_amb,Seg] = RV[U_amb,Seg]$$

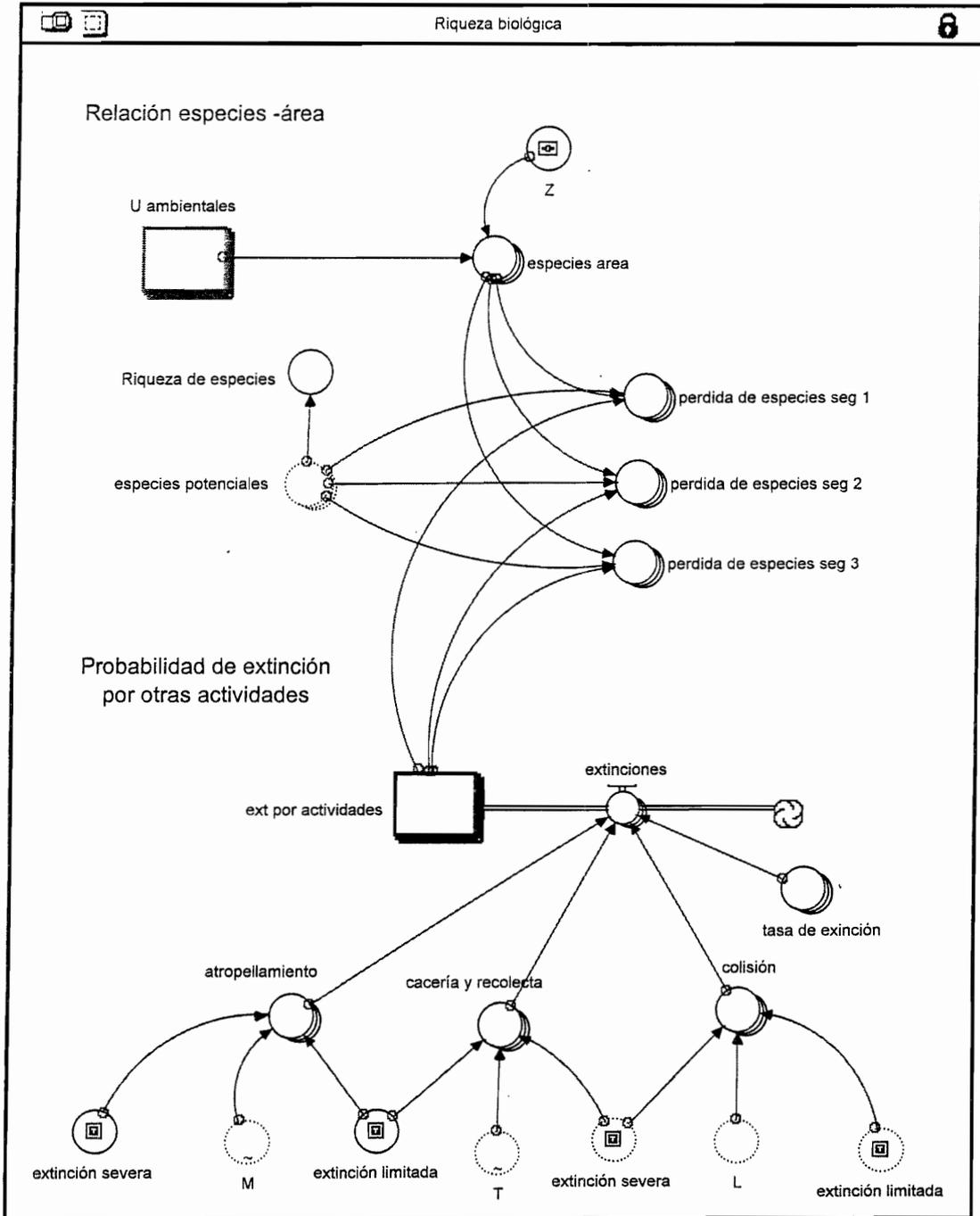
DOCUMENT: Existe la posibilidad de que una porcion de las unidades ambientales se regenere, ya que despues de efectuarse el desmorte temporal a matarrasa se permite el crecimiento de la vegetacion. Con los otros dos tipos ed desmorte no se permite esta regeneracion.

OUTFLOWS:

$$\text{afectación}[U_amb,Seg] = D[U_amb,Seg] + U_ambientales[U_amb,Seg] * \text{Deforestación}$$

DOCUMENT: Las unidades ambientales se pueden perder por dos razones. Por amenazas ajenas al proyecto (deforestación) y por el desmonte ocasionado durante la construcción de las líneas (D)

Riqueza biológica



DOCUMENT:

En este sector se modela la pérdida de especies debida a las siguientes causas: pérdida de area de la unidad ambiental, colisiones, recolecta y cacería y atropelamientos.

```
ext_por_actividades[Grupos,U_amb](t) = ext_por_actividades[Grupos,U_amb](t - dt) +
(extinciones[Grupos,U_amb]) * dt
INIT ext_por_actividades[Grupos,U_amb] = 0
INFLOWS:
extinciones[Grupos,U_amb] =
(cacería_y_recolecta[Grupos,U_amb]+colisión[Grupos,U_amb]+atropellamiento[Grupos,U_amb])*tasa_de_extinció
n[Grupos]
atropellamiento[reptiles,BQP] = if extinción_severa then 0.02919708*M else if M and extinción_limitada then 0
else 0
atropellamiento[reptiles,ABTP] = if extinción_severa then 0.04379562*M else if M and extinción_limitada then 0
else 0
atropellamiento[reptiles,BTP] = if extinción_severa then 0.051094891*M else if M and extinción_limitada then 0
else 0
atropellamiento[anfibios,BQP] = if extinción_severa then 0*M else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[anfibios,ABTP] = if extinción_severa then 0 *M else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[anfibios,BTP] = if extinción_severa then 0*M else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[aves,BQP] = if extinción_severa then 0*M else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[aves,ABTP] = if extinción_severa then 0 *M else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[aves,BTP] = if M and extinción_severa then 0 else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[mamíferos,BQP] = if extinción_severa then 0.011111111*M else if M and extinción_limitada then
0 else 0
atropellamiento[mamíferos,ABTP] = if extinción_severa then 0.022222222*M else if M and extinción_limitada
then 0 else 0
atropellamiento[mamíferos,BTP] = If extinción_severa then 0.022222222*M else if M and extinción_limitada then 0
else 0
atropellamiento[Plantas,BQP] = if extinción_severa then 0 else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[Plantas,ABTP] = if extinción_severa then 0 else if M and extinción_limitada then 0 else 0
atropellamiento[Plantas,BTP] = if extinción_severa then 0*M else if M and extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[reptiles,BQP] = if extinción_severa then 0.04379562*T else if extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[reptiles,ABTP] = if extinción_severa then 0.072992701*T else if extinción_limitada then 0 else
0
cacería_y_recolecta[reptiles,BTP] = if extinción_severa then 0.102189781*T else if extinción_limitada then 0 else
0
cacería_y_recolecta[anfibios,BQP] = if extinción_severa then 0 *T else if T and extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[anfibios,ABTP] = if extinción_severa then 0*T else if extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[anfibios,BTP] = if extinción_severa then 0*T else if extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[aves,BQP] = if extinción_severa then 0.005494505*T else if extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[aves,ABTP] = if extinción_severa then 0.065934066 *T else if extinción_limitada then
0.005494505*T else 0
cacería_y_recolecta[aves,BTP] = if extinción_severa then 0.049450549 *T else if extinción_limitada then 0 else 0
cacería_y_recolecta[mamíferos,BQP] = if extinción_severa then 0.044444444*T else if extinción_limitada then
0.022222222*T else 0
cacería_y_recolecta[mamíferos,ABTP] = if extinción_severa then 0.088888889*T else if extinción_limitada then
0.033333333*T else 0
cacería_y_recolecta[mamíferos,BTP] = if extinción_severa then 0.177777778 *T else if extinción_limitada then
0.100*T else 0
cacería_y_recolecta[Plantas,BQP] = if extinción_severa then 0.003787879*T else if extinción_limitada then
0.001262626*T else 0
cacería_y_recolecta[Plantas,ABTP] = if extinción_severa then 0.005050505 *T else if extinción_limitada then 0
else 0
```

cacería_y_recolecta[Plantas,BTP] = if extinción_severa then 0.002525253 *T else if extinción_limitada then 0.001262626*T else 0
 colisión[reptiles,BQP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[reptiles,ABTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[reptiles,BTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[anfibios,BQP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[anfibios,ABTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[anfibios,BTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[aves,BQP] = if L and extinción_severa then 0.005494505 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[aves,ABTP] = if L and extinción_severa then 0.027472527 else if L and extinción_limitada then 0.005494505 else 0
 colisión[aves,BTP] = if L and extinción_severa then 0.021978022 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[mamíferos,BQP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[mamíferos,ABTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[mamíferos,BTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[Plantas,BQP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[Plantas,ABTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 colisión[Plantas,BTP] = if L and extinción_severa then 0 else if L and extinción_limitada then 0 else 0
 especies_area[BQP,1] = 1 - ((INIT(U_ambientales[BQP,1])^Z - U_ambientales[BQP,1]^Z) / INIT(U_ambientales[BQP,1]^Z)
 especies_area[BQP,2] = 1 - ((INIT(U_ambientales[BQP,2])^Z - U_ambientales[BQP,2]^Z) / INIT(U_ambientales[BQP,2]^Z)
 especies_area[BQP,3] = 1 - ((INIT(U_ambientales[BQP,3])^Z - U_ambientales[BQP,3]^Z) / INIT(U_ambientales[BQP,3]^Z)
 especies_area[ABTP,1] = 1 - ((INIT(U_ambientales[ABTP,1])^Z - U_ambientales[ABTP,1]^Z) / INIT(U_ambientales[ABTP,1]^Z)
 especies_area[ABTP,2] = 1 - ((INIT(U_ambientales[ABTP,2])^Z - U_ambientales[ABTP,2]^Z) / INIT(U_ambientales[ABTP,2]^Z)
 especies_area[ABTP,3] = 1 - ((INIT(U_ambientales[ABTP,3])^Z - U_ambientales[ABTP,3]^Z) / INIT(U_ambientales[ABTP,3]^Z)
 especies_area[BTP,1] = 1 - ((INIT(U_ambientales[BTP,1])^Z - U_ambientales[BTP,1]^Z) / INIT(U_ambientales[BTP,1]^Z)

DOCUMENT: Existe una relacion entre la perdida de area y el numero de especies de acuerdo con:

sp = A elevada a la Z

sp = numero de especies

A = Area de la unidad ambiental

Z = constante

especies_area[BTP,2] = 1 - ((INIT(U_ambientales[BTP,2])^Z - U_ambientales[BTP,2]^Z) / INIT(U_ambientales[BTP,2]^Z)
 especies_area[BTP,3] = 1 - ((INIT(U_ambientales[BTP,3])^Z - U_ambientales[BTP,3]^Z) / INIT(U_ambientales[BTP,3]^Z)
 extinción_limitada = 1
 extinción_severa = 1

perdida_de_especies_seg_1[BQP,reptiles] = especies_area[BQP,1]*especies_potenciales[BQP,reptiles]-
 ext_por_actividades[reptiles,BQP]

DOCUMENT: En este convertidor se cuantifica la perdida de especies en el segmento 1 por la perdida de area, mas la que se ocasiona por otras actividades como la recolecta, el atropellamiento y las colisiones con los cables de la linea.

$perdida_de_especies_seg_1[BQP,anfibios] = especies_area[BQP,1]*especies_potenciales[BQP,anfibios]-$
 $ext_por_actividades[anfibios,BQP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BQP,aves] = especies_area[BQP,1]*especies_potenciales[BQP,aves]-$
 $ext_por_actividades[aves,BQP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BQP,mamiferos] = especies_area[BQP,1]*especies_potenciales[BQP,mamiferos]-$
 $ext_por_actividades[mamiferos,BQP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BQP,Plantas] = especies_area[BQP,1]*especies_potenciales[BQP,Plantas]-$
 $ext_por_actividades[Plantas,BQP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[ABTP,reptiles] = especies_area[ABTP,1]*especies_potenciales[ABTP,reptiles]-$
 $ext_por_actividades[reptiles,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[ABTP,anfibios] = especies_area[ABTP,1]*especies_potenciales[ABTP,anfibios]-$
 $ext_por_actividades[anfibios,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[ABTP,aves] = especies_area[ABTP,1]*especies_potenciales[ABTP,aves]-$
 $ext_por_actividades[aves,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[ABTP,mamiferos] = especies_area[ABTP,1]*especies_potenciales[ABTP,mamiferos]-$
 $ext_por_actividades[mamiferos,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[ABTP,Plantas] = especies_area[ABTP,1]*especies_potenciales[ABTP,Plantas]-$
 $ext_por_actividades[Plantas,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BTP,reptiles] = especies_area[BTP,1]*especies_potenciales[BTP,reptiles]-$
 $ext_por_actividades[reptiles,BTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BTP,anfibios] = especies_area[BTP,1]*especies_potenciales[BTP,anfibios]-$
 $ext_por_actividades[anfibios,BTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BTP,aves] = especies_area[BTP,1]*especies_potenciales[BTP,aves]-$
 $ext_por_actividades[aves,BTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BTP,mamiferos] = especies_area[BTP,1]*especies_potenciales[BTP,mamiferos]-$
 $ext_por_actividades[mamiferos,BTP]$
 $perdida_de_especies_seg_1[BTP,Plantas] = especies_area[BTP,1]*especies_potenciales[BTP,Plantas]-$
 $ext_por_actividades[Plantas,BTP]$
 $perdida_de_especies_seg_2[BQP,reptiles] = especies_area[BQP,2]*especies_potenciales[BQP,reptiles]-$
 $ext_por_actividades[reptiles,BQP]*0$
 $perdida_de_especies_seg_2[BQP,anfibios] = especies_area[BQP,2]*especies_potenciales[BQP,anfibios]-$
 $ext_por_actividades[anfibios,BQP]*0$
 $perdida_de_especies_seg_2[BQP,aves] = especies_area[BQP,2]*especies_potenciales[BQP,aves]-$
 $ext_por_actividades[aves,BQP]*0$
 $perdida_de_especies_seg_2[BQP,mamiferos] = especies_area[BQP,2]*especies_potenciales[BQP,mamiferos]-$
 $ext_por_actividades[mamiferos,BQP]*0$
 $perdida_de_especies_seg_2[BQP,Plantas] = especies_area[BQP,2]*especies_potenciales[BQP,Plantas]-$
 $ext_por_actividades[Plantas,BQP]*0$

DOCUMENT: En este convertidor se cuantifica la perdida de especies en el segmento 2 por la perdida de area, mas la que se ocasiona por otras actividades como la recolecta, el atropellamiento y las colisiones con los cables de la linea.

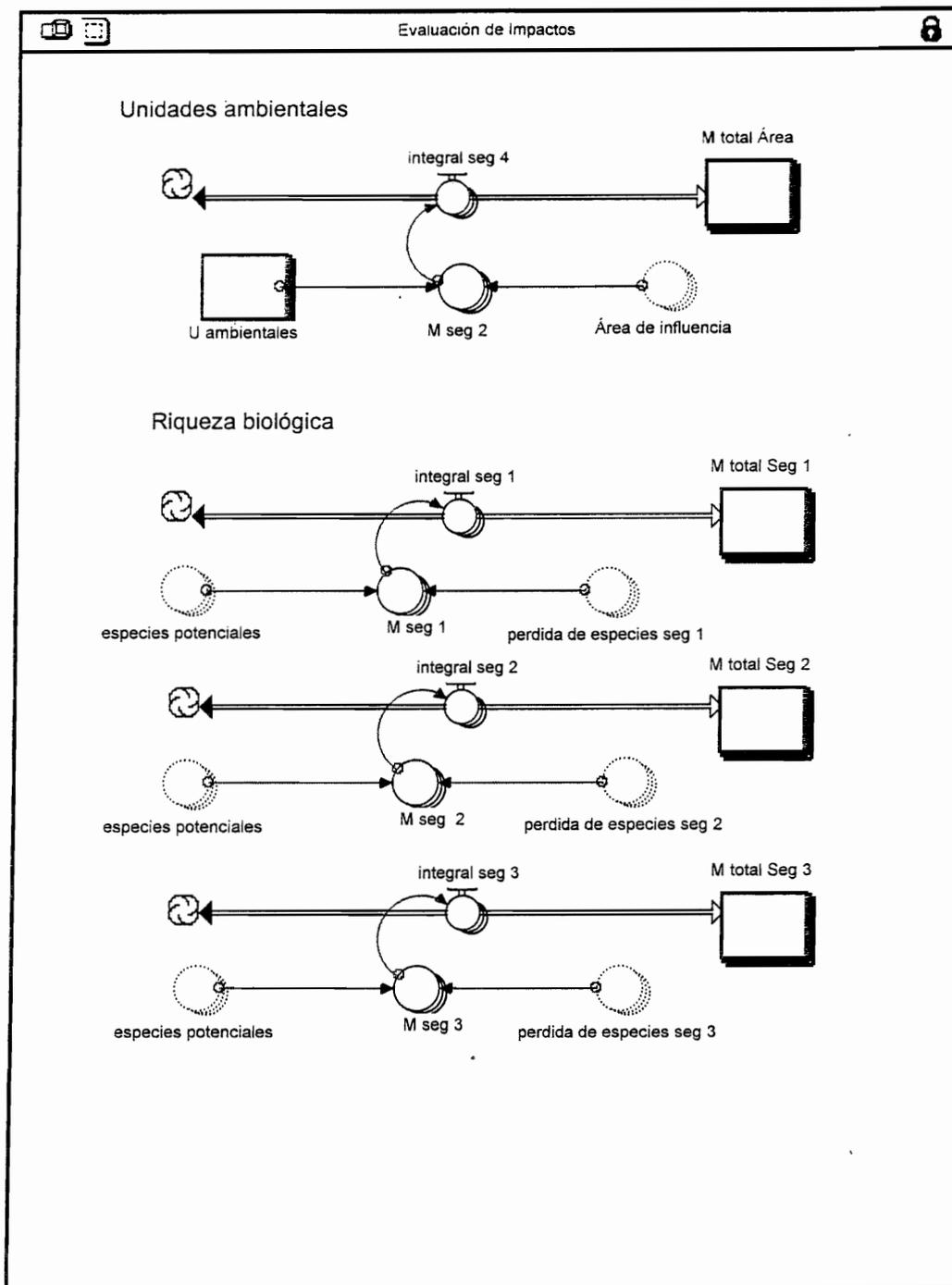
$perdida_de_especies_seg_2[ABTP,reptiles] = especies_area[ABTP,2]*especies_potenciales[ABTP,reptiles]-$
 $ext_por_actividades[reptiles,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_2[ABTP,anfibios] = especies_area[ABTP,2]*especies_potenciales[ABTP,anfibios]-$
 $ext_por_actividades[anfibios,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_2[ABTP,aves] = especies_area[ABTP,2]*especies_potenciales[ABTP,aves]-$
 $ext_por_actividades[aves,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_2[ABTP,mamiferos] = especies_area[ABTP,2]*especies_potenciales[ABTP,mamiferos]-$
 $ext_por_actividades[mamiferos,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_2[ABTP,Plantas] = especies_area[ABTP,2]*especies_potenciales[ABTP,Plantas]-$
 $ext_por_actividades[Plantas,ABTP]$
 $perdida_de_especies_seg_2[BTP,reptiles] = especies_area[BTP,2]*especies_potenciales[BTP,reptiles]-$
 $ext_por_actividades[reptiles,BTP]$

perdida_de_especies_seg_2[BTP,anfibios] = especies_area[BTP,2]*especies_potenciales[BTP,anfibios]-
 ext_por_actividades[anfibios,BTP]
 perdida_de_especies_seg_2[BTP,aves] = especies_area[BTP,2]*especies_potenciales[BTP,aves]-
 ext_por_actividades[aves,BTP]
 perdida_de_especies_seg_2[BTP,mamiferos] = especies_area[BTP,2]*especies_potenciales[BTP,mamiferos]-
 ext_por_actividades[mamiferos,BTP]
 perdida_de_especies_seg_2[BTP,Plantas] = especies_area[BTP,2]*especies_potenciales[BTP,Plantas]-
 ext_por_actividades[Plantas,BTP]
 perdida_de_especies_seg_3[BQP,reptiles] = especies_area[BQP,3]* especies_potenciales[BQP,reptiles]-
 ext_por_actividades[reptiles,BQP]
 perdida_de_especies_seg_3[BQP,anfibios] = especies_area[BQP,3]*especies_potenciales[BQP,anfibios]-
 ext_por_actividades[anfibios,BQP]
 perdida_de_especies_seg_3[BQP,aves] = especies_area[BQP,3]*especies_potenciales[BQP,aves]-
 ext_por_actividades[aves,BQP]
 perdida_de_especies_seg_3[BQP,mamiferos] = especies_area[BQP,3]*especies_potenciales[BQP,mamiferos]-
 ext_por_actividades[mamiferos,BQP]
 perdida_de_especies_seg_3[BQP,Plantas] = especies_area[BQP,3]*especies_potenciales[BQP,Plantas]-
 ext_por_actividades[Plantas,BQP]
 perdida_de_especies_seg_3[ABTP,reptiles] = especies_area[ABTP,3]*especies_potenciales[ABTP,reptiles]-
 ext_por_actividades[reptiles,ABTP]
 perdida_de_especies_seg_3[ABTP,anfibios] = especies_area[ABTP,3]*especies_potenciales[ABTP,anfibios]-
 ext_por_actividades[anfibios,ABTP]
 perdida_de_especies_seg_3[ABTP,aves] = especies_area[ABTP,3]*especies_potenciales[ABTP,aves]-
 ext_por_actividades[aves,ABTP]
 perdida_de_especies_seg_3[ABTP,mamiferos] = especies_area[ABTP,3]*especies_potenciales[ABTP,mamiferos]-
 ext_por_actividades[mamiferos,ABTP]
 perdida_de_especies_seg_3[ABTP,Plantas] = especies_area[ABTP,3]*especies_potenciales[ABTP,Plantas]-
 ext_por_actividades[Plantas,ABTP]

DOCUMENT: En este convertidor se cuantifica la perdida de especies en el segmento 3 por la perdida de area, mas la que se ocasiona por otras actividades como la recolecta, el atropellamiento y las colisiones con los cables de la linea.

perdida_de_especies_seg_3[BTP,reptiles] = especies_area[BTP,3]*especies_potenciales[BTP,reptiles]-
 ext_por_actividades[reptiles,BTP]
 perdida_de_especies_seg_3[BTP,anfibios] = especies_area[BTP,3]*especies_potenciales[BTP,anfibios]-
 ext_por_actividades[anfibios,BTP]
 perdida_de_especies_seg_3[BTP,aves] = especies_area[BTP,3]*especies_potenciales[BTP,aves]-
 ext_por_actividades[aves,BTP]
 perdida_de_especies_seg_3[BTP,mamiferos] = especies_area[BTP,3]*especies_potenciales[BTP,mamiferos]-
 ext_por_actividades[mamiferos,BTP]
 perdida_de_especies_seg_3[BTP,Plantas] = especies_area[BTP,3]*especies_potenciales[BTP,Plantas]-
 ext_por_actividades[Plantas,BTP]
 Riqueza_de_especies = ARRAYSUM(especies_potenciales[*,*])
 tasa_de_exinción[reptiles] = 0.0525
 tasa_de_exinción[anfibios] = 0.0125
 tasa_de_exinción[aves] = 0.2575
 tasa_de_exinción[mamiferos] = 0.275
 tasa_de_exinción[Plantas] = 0.99
 Z = .25

Evaluación de Impactos



DOCUMENT:

En este sector se evalua los impactos ambientales

$$M_total_Área[Seg,U_amb](t) = M_total_Área[Seg,U_amb](t - dt) + (integral_seg_4[Seg,U_amb]) * dt$$

$$INIT M_total_Área[Seg,U_amb] = 0$$

INFLOWS:

$$integral_seg_4[Seg,U_amb] = 1 - M_seg_2[U_amb,Seg]$$

DOCUMENT: Ver capítulo de descripción de impactos en donde se explica como fue evaluada la magnitud de cada componente.

$$M_total_Seg_1[U_amb,Grupos](t) = M_total_Seg_1[U_amb,Grupos](t - dt) + (integral_seg_1[U_amb,Grupos]) * dt$$

$$INIT M_total_Seg_1[U_amb,Grupos] = 0$$

INFLOWS:

$$integral_seg_1[U_amb,Grupos] = 1 - M_seg_1[U_amb,Grupos]$$

DOCUMENT: Ver capítulo de descripción de impactos en donde se explica como fue evaluada la magnitud de cada componente.

$$M_total_Seg_2[U_amb,Grupos](t) = M_total_Seg_2[U_amb,Grupos](t - dt) + (integral_seg_2[U_amb,Grupos]) * dt$$

$$INIT M_total_Seg_2[U_amb,Grupos] = 0$$

INFLOWS:

$$integral_seg_2[U_amb,Grupos] = 1 - M_seg_2[U_amb,Grupos]$$

DOCUMENT: Ver capítulo de descripción de impactos en donde se explica como fue evaluada la magnitud de cada componente.

$$M_total_Seg_3[U_amb,Grupos](t) = M_total_Seg_3[U_amb,Grupos](t - dt) + (integral_seg_3[U_amb,Grupos]) * dt$$

$$INIT M_total_Seg_3[U_amb,Grupos] = 0$$

INFLOWS:

$$integral_seg_3[U_amb,Grupos] = 1 - M_seg_3[U_amb,Grupos]$$

DOCUMENT: Ver capítulo de descripción de impactos en donde se explica como fue evaluada la magnitud de cada componente.

$$M_seg_1[U_amb,Grupos] = perdida_de_especies_seg_1[U_amb,Grupos] / especies_potenciales[U_amb,Grupos]$$

DOCUMENT: Evaluada como el porcentaje de afectación con respecto al área de influencia.

$$M_seg_2[U_amb,Seg] = U_ambientales[U_amb,Seg] / \text{Área_de_influencia}[U_amb,Seg]$$

DOCUMENT: Evaluada como el porcentaje de afectación con respecto al área de influencia.

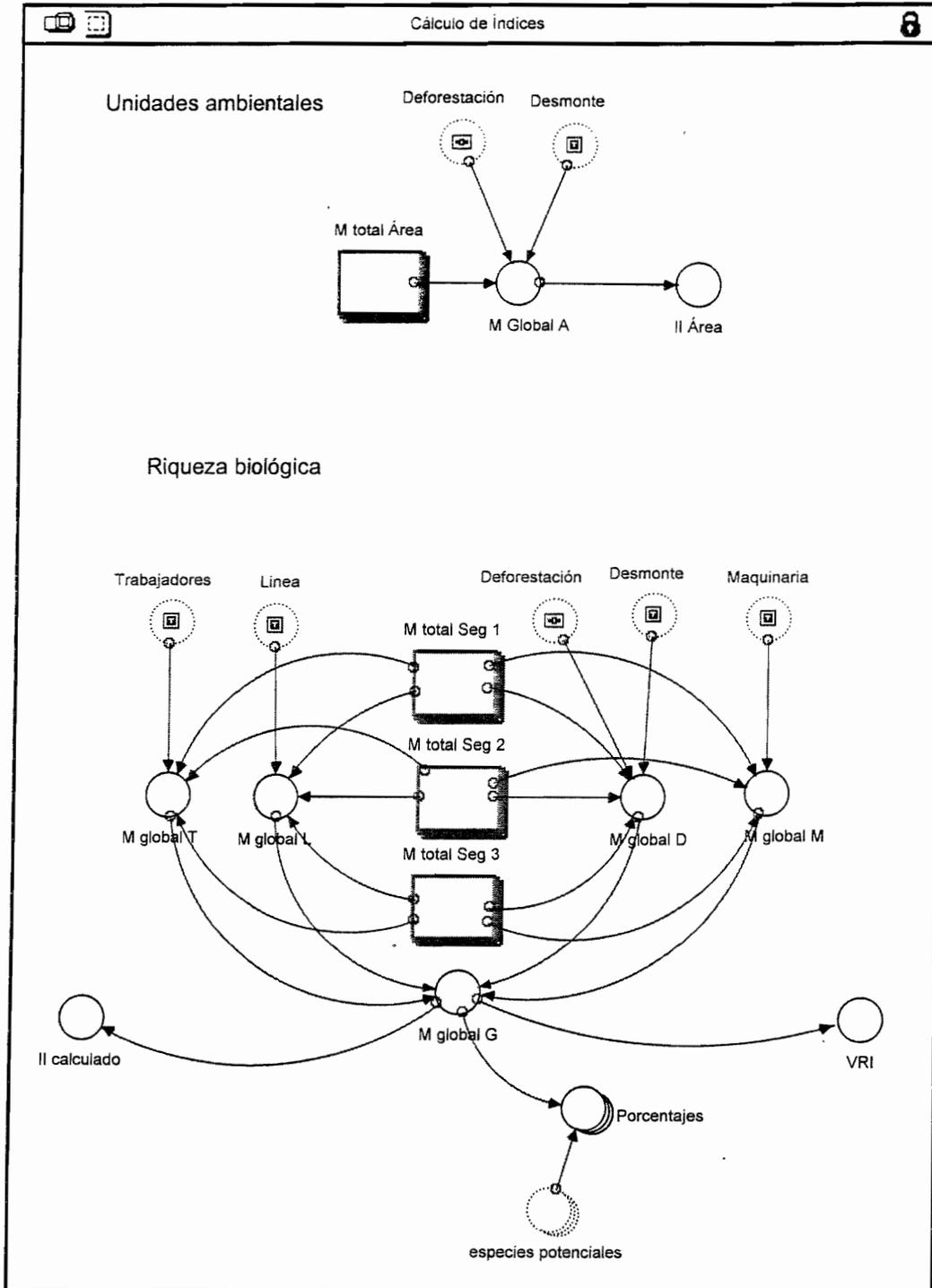
$$M_seg_3[U_amb,Grupos] = perdida_de_especies_seg_3[U_amb,Grupos] / especies_potenciales[U_amb,Grupos]$$

DOCUMENT: Evaluada como el porcentaje de afectación con respecto al área de influencia.

$$M_seg_2[U_amb,Grupos] = perdida_de_especies_seg_2[U_amb,Grupos] / especies_potenciales[U_amb,Grupos]$$

DOCUMENT: Evaluada como el porcentaje de afectación con respecto al área de influencia.

Cálculo de Índices



$$II_{\text{Área}} = M_{\text{Global A}} / (8 * 25) * 100$$

II_calculado = M_global_G/(40*25)*100

M_Global_A = If Desmonte or Deforestación then ARRAYSUM(M_total_Área[*,*]) else 0

M_global_D = If Desmonte or Deforestación then
ARRAYSUM(M_total_Seg_1[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_2[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_3[*,*]) else
0

M_global_G = M_global_D+M_global_M+M_global_L+M_global_T

M_global_L = If Línea then
ARRAYSUM(M_total_Seg_1[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_2[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_3[*,*]) else 0

M_global_M = If Maquinaria and time = 26 then
ARRAYSUM(M_total_Seg_1[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_2[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_3[*,*]) else 0

M_global_T = If Trabajadores then
ARRAYSUM(M_total_Seg_1[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_2[*,*])+ARRAYSUM(M_total_Seg_3[*,*]) else 0

Porcentajes[U_amb,Grupos] = M_global_G/especies_potenciales[U_amb,Grupos]

VRI = M_global_G/20.098445
*100

Descripción de los escenarios

Cuadro V.3.1.2-3 Descripción de escenarios				
Parámetros	Escenario			
	1	2	3	4
z	0.25	0.25	0.9	0.9
R	Riesgo bajo	Riesgo alto	Riesgo bajo	Riesgo alto

Valores de R

Proporción de especies afectadas por colisión						
R	Riesgo Alto			Riesgo Bajo		
U ambiental	ABTP	BQP	BTP	ABTP	BQP	BTP
Anfibios	0	0	0	0	0	0
Reptiles	0	0	0	0	0	0
Aves	0.0275	0.0055	0.0220	0.0055	0	0
Mamíferos	0	0	0	0	0	0
Plantas	0	0	0	0	0	0

Proporción de especies afectadas por atropellamiento						
R	Riesgo Alto			Riesgo Bajo		
U ambiental	ABTP	BQP	BTP	ABTP	BQP	BTP
Anfibios	0	0	0	0	0	0
Reptiles	0.0438	0.0292	0.0511	0	0	0
Aves	0	0	0	0	0	0
Mamíferos	0.0222	0.0111	0.0222	0	0	0
Plantas	0	0	0	0	0	0

Proporción de especies afectadas por cacería o recolecta						
R	Riesgo Alto			Riesgo Bajo		
U ambiental	ABTP	BQP	BTP	ABTP	BQP	BTP
Anfibios	0	0	0	0	0	0
Reptiles	0.0730	0.0438	0.1022	0	0	0
Aves	0.0659	0.0055	0.0495	0.0055	0	0
Mamíferos	0.0889	0.0444	0.1778	0.0333	0.0222	0.1000
Plantas	0.0051	0	0	0	0.0013	0.0013

Valor de magnitud (M_{ij}) Magnitud Total y Magnitud Global Escenario 1

M_{ij}			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmonte	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	0.77980	0.00000	0.00000	0.00000	0.780
		Anfibios	0.77980	0.00000	0.00000	0.00000	0.780
		Aves	0.77980	0.00000	0.00000	0.00000	0.780
		Mamíferos	0.77980	0.00000	0.00002	0.00000	0.780
		Plantas	0.77980	0.00000	0.00000	0.00000	0.780
	ABTP	Reptiles	0.04167	0.00000	0.00000	0.00000	0.042
		Anfibios	0.04167	0.00000	0.00000	0.00000	0.042
		Aves	0.04167	0.00000	0.00000	0.00257	0.044
		Mamíferos	0.04167	0.00000	0.00003	0.00000	0.042
		Plantas	0.04167	0.00000	0.00000	0.00000	0.042
	BTP	Reptiles	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.001
		Anfibios	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.001
		Aves	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.001
		Mamíferos	0.00087	0.00000	0.00005	0.00000	0.001
		Plantas	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.001
2	BQP	Reptiles	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Anfibios	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Aves	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Mamíferos	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Plantas	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.03766	0.00000	0.00000	0.00000	0.038
		Anfibios	0.03766	0.00000	0.00000	0.00000	0.038
		Aves	0.03766	0.00000	0.00000	0.00257	0.040
		Mamíferos	0.03766	0.00000	0.00003	0.00000	0.038
		Plantas	0.03766	0.00000	0.00000	0.00000	0.038
	BTP	Reptiles	0.00931	0.00000	0.00000	0.00000	0.009
		Anfibios	0.00931	0.00000	0.00000	0.00000	0.009
		Aves	0.00931	0.00000	0.00000	0.00000	0.009
		Mamíferos	0.00931	0.00000	0.00005	0.00000	0.009
		Plantas	0.00931	0.00000	0.00000	0.00000	0.009
3	BQP	Reptiles	0.09875	0.00000	0.00000	0.00000	0.099
		Anfibios	0.09875	0.00000	0.00000	0.00000	0.099
		Aves	0.09875	0.00000	0.00000	0.00000	0.099
		Mamíferos	0.09875	0.00000	0.00002	0.00000	0.099
		Plantas	0.09875	0.00000	0.00000	0.00000	0.099
	ABTP	Reptiles	0.01201	0.00000	0.00000	0.00000	0.012
		Anfibios	0.01201	0.00000	0.00000	0.00000	0.012
		Aves	0.01201	0.00000	0.00000	0.00257	0.015
		Mamíferos	0.01201	0.00000	0.00003	0.00000	0.012
		Plantas	0.01201	0.00000	0.00000	0.00000	0.012
	BTP	Reptiles	0.00504	0.00000	0.00000	0.00000	0.005
		Anfibios	0.00504	0.00000	0.00000	0.00000	0.005
		Aves	0.00504	0.00000	0.00000	0.00000	0.005
		Mamíferos	0.00504	0.00000	0.00005	0.00000	0.005
		Plantas	0.00504	0.00000	0.00000	0.00000	0.005
		Total	4.92552	0.00000	0.000	0.008	4.93353

M global

Valor Relativo de Impacto (VRI) Escenario 1

VRI _i			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmante	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Anfibios	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Aves	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Mamíferos	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Plantas	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
	ABTP	Reptiles	0.845	0.00000	0.000	0.000	0.845
		Anfibios	0.845	0.00000	0.000	0.000	0.845
		Aves	0.845	0.00000	0.000	0.052	0.897
		Mamíferos	0.845	0.00000	0.001	0.000	0.845
		Plantas	0.845	0.00000	0.000	0.000	0.845
	BTP	Reptiles	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
		Anfibios	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
		Aves	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
		Mamíferos	0.018	0.00000	0.001	0.000	0.019
		Plantas	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
2	BQP	Reptiles	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Anfibios	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Aves	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Mamíferos	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Plantas	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.763	0.00000	0.000	0.000	0.763
		Anfibios	0.763	0.00000	0.000	0.000	0.763
		Aves	0.763	0.00000	0.000	0.052	0.815
		Mamíferos	0.763	0.00000	0.001	0.000	0.764
		Plantas	0.763	0.00000	0.000	0.000	0.763
	BTP	Reptiles	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
		Anfibios	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
		Aves	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
		Mamíferos	0.189	0.00000	0.001	0.000	0.190
		Plantas	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
3	BQP	Reptiles	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Anfibios	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Aves	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Mamíferos	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Plantas	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
	ABTP	Reptiles	0.243	0.00000	0.000	0.000	0.243
		Anfibios	0.243	0.00000	0.000	0.000	0.243
		Aves	0.243	0.00000	0.000	0.052	0.296
		Mamíferos	0.243	0.00000	0.001	0.000	0.244
		Plantas	0.243	0.00000	0.000	0.000	0.243
	BTP	Reptiles	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Anfibios	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Aves	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Mamíferos	0.102	0.00000	0.001	0.000	0.103
		Plantas	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Total	99.838	0.00000	0.006	0.156	100.000

Valor de magnitud (M_{ij}) Magnitud Total y Magnitud Global Escenario 2

M_{ij}			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmante	Uso de maquinaria y vehiculos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	0.77980	0.00000	0.00001	0.00000	0.780
		Anfibios	0.77980	0.00000	0.00000	0.00000	0.780
		Aves	0.77980	0.00000	0.00000	0.00726	0.787
		Mamíferos	0.77980	0.00000	0.00004	0.00000	0.780
		Plantas	0.77980	0.00000	0.00001	0.00000	0.780
	ABTP	Reptiles	0.04167	0.00000	0.00001	0.00000	0.042
		Anfibios	0.04167	0.00000	0.00000	0.00000	0.042
		Aves	0.04167	0.00000	0.00002	0.01287	0.055
		Mamíferos	0.04167	0.00000	0.00007	0.00000	0.042
		Plantas	0.04167	0.00000	0.00001	0.00000	0.042
	BTP	Reptiles	0.00087	0.00000	0.00001	0.00000	0.001
		Anfibios	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.001
		Aves	0.00087	0.00000	0.00002	0.01503	0.016
		Mamíferos	0.00087	0.00000	0.00009	0.00000	0.001
		Plantas	0.00087	0.00000	0.00000	0.00000	0.001
2	BQP	Reptiles	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Anfibios	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Aves	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Mamíferos	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
		Plantas	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.03766	0.00000	0.00001	0.00000	0.038
		Anfibios	0.03766	0.00000	0.00000	0.00000	0.038
		Aves	0.03766	0.00000	0.00002	0.01287	0.051
		Mamíferos	0.03766	0.00000	0.00007	0.00000	0.038
		Plantas	0.03766	0.00000	0.00001	0.00000	0.038
	BTP	Reptiles	0.00931	0.00000	0.00001	0.00000	0.009
		Anfibios	0.00931	0.00000	0.00000	0.00000	0.009
		Aves	0.00931	0.00000	0.00002	0.01503	0.024
		Mamíferos	0.00931	0.00000	0.00009	0.00000	0.009
		Plantas	0.00931	0.00000	0.00000	0.00000	0.009
3	BQP	Reptiles	0.09875	0.00000	0.00001	0.00000	0.099
		Anfibios	0.09875	0.00000	0.00000	0.00000	0.099
		Aves	0.09875	0.00000	0.00000	0.00726	0.106
		Mamíferos	0.09875	0.00000	0.00004	0.00000	0.099
		Plantas	0.09875	0.00000	0.00001	0.00000	0.099
	ABTP	Reptiles	0.01201	0.00000	0.00001	0.00000	0.012
		Anfibios	0.01201	0.00000	0.00000	0.00000	0.012
		Aves	0.01201	0.00000	0.00002	0.01287	0.025
		Mamíferos	0.01201	0.00000	0.00007	0.00000	0.012
		Plantas	0.01201	0.00000	0.00001	0.00000	0.012
	BTP	Reptiles	0.00504	0.00000	0.00001	0.00000	0.005
		Anfibios	0.00504	0.00000	0.00000	0.00000	0.005
		Aves	0.00504	0.00000	0.00002	0.01503	0.020
		Mamíferos	0.00504	0.00000	0.00009	0.00000	0.005
		Plantas	0.00504	0.00000	0.00000	0.00000	0.005
		Total	4.92552	0.000038	0.001	0.098	5.02461

M global

Valor Relativo de Impacto (VRI) Escenario 2

VRI _i			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmonte	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	15.520	0.00004	0.000	0.000	15.520
		Anfibios	15.520	0.00000	0.000	0.000	15.520
		Aves	15.520	0.00000	0.000	0.145	15.664
		Mamíferos	15.520	0.00005	0.001	0.000	15.520
		Plantas	15.520	0.00000	0.000	0.000	15.520
	ABTP	Reptiles	0.829	0.00004	0.000	0.000	0.830
		Anfibios	0.829	0.00000	0.000	0.000	0.829
		Aves	0.829	0.00000	0.000	0.256	1.086
		Mamíferos	0.829	0.00009	0.001	0.000	0.831
		Plantas	0.829	0.00000	0.000	0.000	0.830
	BTP	Reptiles	0.017	0.00002	0.000	0.000	0.017
		Anfibios	0.017	0.00000	0.000	0.000	0.017
		Aves	0.017	0.00000	0.000	0.299	0.317
		Mamíferos	0.017	0.00006	0.002	0.000	0.019
		Plantas	0.017	0.00000	0.000	0.000	0.017
2	BQP	Reptiles	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Anfibios	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Aves	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Mamíferos	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Plantas	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.749	0.00004	0.000	0.000	0.750
		Anfibios	0.749	0.00000	0.000	0.000	0.749
		Aves	0.749	0.00000	0.000	0.256	1.006
		Mamíferos	0.749	0.00009	0.001	0.000	0.751
		Plantas	0.749	0.00000	0.000	0.000	0.750
	BTP	Reptiles	0.185	0.00002	0.000	0.000	0.185
		Anfibios	0.185	0.00000	0.000	0.000	0.185
		Aves	0.185	0.00000	0.000	0.299	0.485
		Mamíferos	0.185	0.00006	0.002	0.000	0.187
		Plantas	0.185	0.00000	0.000	0.000	0.185
3	BQP	Reptiles	1.965	0.00004	0.000	0.000	1.966
		Anfibios	1.965	0.00000	0.000	0.000	1.965
		Aves	1.965	0.00000	0.000	0.145	2.110
		Mamíferos	1.965	0.00005	0.001	0.000	1.966
		Plantas	1.965	0.00000	0.000	0.000	1.966
	ABTP	Reptiles	0.239	0.00004	0.000	0.000	0.239
		Anfibios	0.239	0.00000	0.000	0.000	0.239
		Aves	0.239	0.00000	0.000	0.256	0.496
		Mamíferos	0.239	0.00009	0.001	0.000	0.240
		Plantas	0.239	0.00000	0.000	0.000	0.239
	BTP	Reptiles	0.100	0.00002	0.000	0.000	0.100
		Anfibios	0.100	0.00000	0.000	0.000	0.100
		Aves	0.100	0.00000	0.000	0.299	0.400
		Mamíferos	0.100	0.00006	0.002	0.000	0.102
		Plantas	0.100	0.00000	0.000	0.000	0.100
		Total	98.028	0.00076	0.017	1.955	100.000

VRI _i			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmonte	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Anfibios	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Aves	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Mamíferos	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
		Plantas	15.806	0.00000	0.000	0.000	15.806
	ABTP	Reptiles	0.845	0.00000	0.000	0.000	0.845
		Anfibios	0.845	0.00000	0.000	0.000	0.845
		Aves	0.845	0.00000	0.000	0.052	0.897
		Mamíferos	0.845	0.00000	0.001	0.000	0.845
		Plantas	0.845	0.00000	0.000	0.000	0.845
	BTP	Reptiles	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
		Anfibios	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
		Aves	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
		Mamíferos	0.018	0.00000	0.001	0.000	0.019
		Plantas	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018
2	BQP	Reptiles	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Anfibios	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Aves	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Mamíferos	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
		Plantas	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.763	0.00000	0.000	0.000	0.763
		Anfibios	0.763	0.00000	0.000	0.000	0.763
		Aves	0.763	0.00000	0.000	0.052	0.815
		Mamíferos	0.763	0.00000	0.001	0.000	0.764
		Plantas	0.763	0.00000	0.000	0.000	0.763
	BTP	Reptiles	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
		Anfibios	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
		Aves	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
		Mamíferos	0.189	0.00000	0.001	0.000	0.190
		Plantas	0.189	0.00000	0.000	0.000	0.189
3	BQP	Reptiles	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Anfibios	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Aves	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Mamíferos	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
		Plantas	2.002	0.00000	0.000	0.000	2.002
	ABTP	Reptiles	0.243	0.00000	0.000	0.000	0.243
		Anfibios	0.243	0.00000	0.000	0.000	0.243
		Aves	0.243	0.00000	0.000	0.052	0.296
		Mamíferos	0.243	0.00000	0.001	0.000	0.244
		Plantas	0.243	0.00000	0.000	0.000	0.243
	BTP	Reptiles	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Anfibios	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Aves	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Mamíferos	0.102	0.00000	0.001	0.000	0.103
		Plantas	0.102	0.00000	0.000	0.000	0.102
		Total	99.838	0.00000	0.006	0.156	100.000

Valor de magnitud (M_{ij}) Magnitud Total y Magnitud Global Escenario 3

M_{ij}			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmante	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	2.69074	0.000	0.00000	0.00000	2.691
		Anfibios	2.69074	0.000	0.00000	0.00000	2.691
		Aves	2.69074	0.000	0.00000	0.00000	2.691
		Mamíferos	2.69074	0.000	0.00002	0.00000	2.691
		Plantas	2.69074	0.000	0.00000	0.00000	2.691
	ABTP	Reptiles	0.14969	0.000	0.00000	0.00000	0.150
		Anfibios	0.14969	0.000	0.00000	0.00000	0.150
		Aves	0.14969	0.000	0.00000	0.00257	0.152
		Mamíferos	0.14969	0.000	0.00003	0.00000	0.150
		Plantas	0.14969	0.000	0.00000	0.00000	0.150
	BTP	Reptiles	0.00313	0.000	0.00000	0.00000	0.003
		Anfibios	0.00313	0.000	0.00000	0.00000	0.003
Aves		0.00313	0.000	0.00000	0.00000	0.003	
Mamíferos		0.00313	0.000	0.00005	0.00000	0.003	
Plantas		0.00313	0.000	0.00000	0.00000	0.003	
2	BQP	Reptiles	0.00000	0.000	0.00000	0.00000	0.000
		Anfibios	0.00000	0.000	0.00000	0.00000	0.000
		Aves	0.00000	0.000	0.00000	0.00000	0.000
		Mamíferos	0.00000	0.000	0.00000	0.00000	0.000
		Plantas	0.00000	0.000	0.00000	0.00000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.13528	0.000	0.00000	0.00000	0.135
		Anfibios	0.13528	0.000	0.00000	0.00000	0.135
		Aves	0.13528	0.000	0.00000	0.00257	0.138
		Mamíferos	0.13528	0.000	0.00003	0.00000	0.135
		Plantas	0.13528	0.000	0.00000	0.00000	0.135
	BTP	Reptiles	0.03350	0.000	0.00000	0.00000	0.033
		Anfibios	0.03350	0.000	0.00000	0.00000	0.033
Aves		0.03350	0.000	0.00000	0.00000	0.033	
Mamíferos		0.03350	0.000	0.00005	0.00000	0.034	
Plantas		0.03350	0.000	0.00000	0.00000	0.034	
3	BQP	Reptiles	0.35361	0.000	0.00000	0.00000	0.354
		Anfibios	0.35361	0.000	0.00000	0.00000	0.354
		Aves	0.35361	0.000	0.00000	0.00000	0.354
		Mamíferos	0.35361	0.000	0.00002	0.00000	0.354
		Plantas	0.35361	0.000	0.00000	0.00000	0.354
	ABTP	Reptiles	0.04321	0.000	0.00000	0.00000	0.043
		Anfibios	0.04321	0.000	0.00000	0.00000	0.043
		Aves	0.04321	0.000	0.00000	0.00257	0.046
		Mamíferos	0.04321	0.000	0.00003	0.00000	0.043
		Plantas	0.04321	0.000	0.00000	0.00000	0.043
	BTP	Reptiles	0.01812	0.000	0.00000	0.00000	0.018
		Anfibios	0.01812	0.000	0.00000	0.00000	0.018
Aves		0.01812	0.000	0.00000	0.00000	0.018	
Mamíferos		0.01812	0.000	0.00005	0.00000	0.018	
Plantas		0.01812	0.000	0.00000	0.00000	0.018	
		Total	17.13639	0.000	0.00029	0.008	17.14440

M global

Valor Relativo de Impacto (VRI) Escenario 3

VRI _i			IMPACTOS				Total
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	Desmante	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	15.695	0.000	0.000	0.000	15.695
		Anfibios	15.695	0.000	0.000	0.000	15.695
		Aves	15.695	0.000	0.000	0.000	15.695
		Mamíferos	15.695	0.000	0.000	0.000	15.695
		Plantas	15.695	0.000	0.000	0.000	15.695
	ABTP	Reptiles	0.873	0.000	0.000	0.000	0.873
		Anfibios	0.873	0.000	0.000	0.000	0.873
		Aves	0.873	0.000	0.000	0.015	0.888
		Mamíferos	0.873	0.000	0.000	0.000	0.873
		Plantas	0.873	0.000	0.000	0.000	0.873
	BTP	Reptiles	0.018	0.000	0.000	0.000	0.018
		Anfibios	0.018	0.000	0.000	0.000	0.018
		Aves	0.018	0.000	0.000	0.000	0.018
		Mamíferos	0.018	0.000	0.000	0.000	0.019
		Plantas	0.018	0.000	0.000	0.000	0.018
2	BQP	Reptiles	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Anfibios	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Aves	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mamíferos	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Plantas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.789	0.000	0.000	0.000	0.789
		Anfibios	0.789	0.000	0.000	0.000	0.789
		Aves	0.789	0.000	0.000	0.015	0.804
		Mamíferos	0.789	0.000	0.000	0.000	0.789
		Plantas	0.789	0.000	0.000	0.000	0.789
	BTP	Reptiles	0.195	0.000	0.000	0.000	0.195
		Anfibios	0.195	0.000	0.000	0.000	0.195
		Aves	0.195	0.000	0.000	0.000	0.195
		Mamíferos	0.195	0.000	0.000	0.000	0.196
		Plantas	0.195	0.000	0.000	0.000	0.195
3	BQP	Reptiles	2.063	0.000	0.000	0.000	2.063
		Anfibios	2.063	0.000	0.000	0.000	2.063
		Aves	2.063	0.000	0.000	0.000	2.063
		Mamíferos	2.063	0.000	0.000	0.000	2.063
		Plantas	2.063	0.000	0.000	0.000	2.063
	ABTP	Reptiles	0.252	0.000	0.000	0.000	0.252
		Anfibios	0.252	0.000	0.000	0.000	0.252
		Aves	0.252	0.000	0.000	0.015	0.267
		Mamíferos	0.252	0.000	0.000	0.000	0.252
		Plantas	0.252	0.000	0.000	0.000	0.252
	BTP	Reptiles	0.106	0.000	0.000	0.000	0.106
		Anfibios	0.106	0.000	0.000	0.000	0.106
		Aves	0.106	0.000	0.000	0.000	0.106
		Mamíferos	0.106	0.000	0.000	0.000	0.106
		Plantas	0.106	0.000	0.000	0.000	0.106
		Total	99.953	0.000	0.002	0.045	100.000

Valor de magnitud (M_{ij}) Magnitud Total y Magnitud Global Escenario 4

M_{ij}			IMPACTOS				Total
SEGMENTO	Unidad Ambiental	Componentes ambientales	Desmonte	Uso de maquinaria y vehiculos	Presencia de personal	Presencia de cables	
1	BQP	Reptiles	2.691	0.000019	0.0000118	0.0000000	2.691
		Anfibios	2.691	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.691
		Aves	2.691	0.0000000	0.0000048	0.0072628	2.698
		Mamiferos	2.691	0.0000024	0.0000383	0.0000000	2.691
		Plantas	2.691	0.0000000	0.0000128	0.0000000	2.691
	ABTP	Reptiles	0.150	0.0000018	0.0000120	0.0000000	0.150
		Anfibios	0.150	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.150
		Aves	0.150	0.0000000	0.0000205	0.0128670	0.163
		Mamiferos	0.150	0.0000043	0.0000695	0.0000000	0.150
		Plantas	0.150	0.0000000	0.0000067	0.0000000	0.150
	BTP	Reptiles	0.003	0.0000010	0.0000080	0.0000000	0.003
		Anfibios	0.003	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.003
		Aves	0.003	0.0000000	0.0000225	0.0150270	0.018
		Mamiferos	0.003	0.0000028	0.0000915	0.0000000	0.003
		Plantas	0.003	0.0000000	0.0000047	0.0000000	0.003
2	BQP	Reptiles	0.000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000
		Anfibios	0.000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000
		Aves	0.000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000
		Mamiferos	0.000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000
		Plantas	0.000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000
	ABTP	Reptiles	0.135	0.0000018	0.0000120	0.0000000	0.135
		Anfibios	0.135	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.135
		Aves	0.135	0.0000000	0.0000205	0.0128670	0.148
		Mamiferos	0.135	0.0000043	0.0000695	0.0000000	0.135
		Plantas	0.135	0.0000000	0.0000067	0.0000000	0.135
	BTP	Reptiles	0.033	0.0000010	0.0000080	0.0000000	0.034
		Anfibios	0.033	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.033
		Aves	0.033	0.0000000	0.0000225	0.0150270	0.049
		Mamiferos	0.033	0.0000028	0.0000915	0.0000000	0.034
		Plantas	0.033	0.0000000	0.0000047	0.0000000	0.034
3	BQP	Reptiles	0.354	0.0000019	0.0000118	0.0000000	0.354
		Anfibios	0.354	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.354
		Aves	0.354	0.0000000	0.0000048	0.0072628	0.361
		Mamiferos	0.354	0.0000024	0.0000383	0.0000000	0.354
		Plantas	0.354	0.0000000	0.0000128	0.0000000	0.354
	ABTP	Reptiles	0.043	0.0000018	0.0000120	0.0000000	0.043
		Anfibios	0.043	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.043
		Aves	0.043	0.0000000	0.0000205	0.0128670	0.056
		Mamiferos	0.043	0.0000043	0.0000695	0.0000000	0.043
		Plantas	0.043	0.0000000	0.0000067	0.0000000	0.043
	BTP	Reptiles	0.018	0.0000010	0.0000080	0.0000000	0.018
		Anfibios	0.018	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.018
		Aves	0.018	0.0000000	0.0000225	0.0150270	0.033
		Mamiferos	0.018	0.0000028	0.0000915	0.0000000	0.018
		Plantas	0.018	0.0000000	0.0000047	0.0000000	0.018
		Total	17.13639	0.000038	0.000842	0.098	17.23548

M global

Valor Relativo de Impacto (VRI) Escenario 4

VRI _i			IMPACTOS				Total	
Segmento	Unidad Ambiental	Componentes ambientales	Desmonte	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal	Presencia de cables		
1	BQP	Reptiles	15.612	0.00001	0.000	0.000	15.612	
		Anfibios	15.612	0.00000	0.000	0.000	15.612	
		Aves	15.612	0.00000	0.000	0.042	15.654	
		Mamíferos	15.612	0.00001	0.000	0.000	15.612	
		Plantas	15.612	0.00000	0.000	0.000	15.612	
	ABTP	Reptiles	0.868	0.00001	0.000	0.000	0.869	
		Anfibios	0.868	0.00000	0.000	0.000	0.868	
		Aves	0.868	0.00000	0.000	0.075	0.943	
		Mamíferos	0.868	0.00002	0.000	0.000	0.869	
	BTP	Plantas	0.868	0.00000	0.000	0.000	0.869	
		Reptiles	0.018	0.00001	0.000	0.000	0.018	
		Anfibios	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018	
		Aves	0.018	0.00000	0.000	0.087	0.105	
	BTP	Mamíferos	0.018	0.00002	0.001	0.000	0.019	
		Plantas	0.018	0.00000	0.000	0.000	0.018	
Reptiles		0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000		
Anfibios		0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000		
2	BQP	Aves	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000	
		Mamíferos	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000	
		Plantas	0.000	0.00000	0.000	0.000	0.000	
		Reptiles	0.785	0.00001	0.000	0.000	0.785	
		Anfibios	0.785	0.00000	0.000	0.000	0.785	
	ABTP	Aves	0.785	0.00000	0.000	0.075	0.860	
		Mamíferos	0.785	0.00002	0.000	0.000	0.785	
		Plantas	0.785	0.00000	0.000	0.000	0.785	
		Reptiles	0.194	0.00001	0.000	0.000	0.194	
	BTP	Anfibios	0.194	0.00000	0.000	0.000	0.194	
		Aves	0.194	0.00000	0.000	0.087	0.282	
		Mamíferos	0.194	0.00002	0.001	0.000	0.195	
		Plantas	0.194	0.00000	0.000	0.000	0.194	
	3	BQP	Reptiles	2.052	0.00001	0.000	0.000	2.052
			Anfibios	2.052	0.00000	0.000	0.000	2.052
Aves			2.052	0.00000	0.000	0.042	2.094	
Mamíferos			2.052	0.00001	0.000	0.000	2.052	
Plantas			2.052	0.00000	0.000	0.000	2.052	
ABTP		Reptiles	0.251	0.00001	0.000	0.000	0.251	
		Anfibios	0.251	0.00000	0.000	0.000	0.251	
		Aves	0.251	0.00000	0.000	0.075	0.325	
		Mamíferos	0.251	0.00002	0.000	0.000	0.251	
BTP		Plantas	0.251	0.00000	0.000	0.000	0.251	
		Reptiles	0.105	0.00001	0.000	0.000	0.105	
		Anfibios	0.105	0.00000	0.000	0.000	0.105	
		Aves	0.105	0.00000	0.000	0.087	0.192	
BTP		Mamíferos	0.105	0.00002	0.001	0.000	0.106	
		Plantas	0.105	0.00000	0.000	0.000	0.105	
	Total		99.425	0.00022	0.005	0.570	100.000	

Resumen de especies potenciales

	BQP	ABTP	BTP	Total
Reptiles	30	49	103	182
Anfibios	21	26	39	86
Aves *	45	127	87	259
Mamíferos	49	54	82	185
Plantas*	45	115	81	241
Total	190	371	392	953

*Los números presentados para las aves y las plantas corresponden a las especies registradas durante la descripción del sistema. En los otros casos, son especies potenciales

VII			Escenario			
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	1	2	3	4
1	BQP	Reptiles	0.7798	0.7798	2.6907	2.6908
		Anfibios	0.7798	0.7798	2.6907	2.6907
		Aves	0.7798	0.7871	2.6907	2.6980
		Mamíferos	0.7798	0.7798	2.6908	2.6908
		Plantas	0.7888	0.7798	2.6998	2.6907
			3.9080	3.9063	13.4627	13.4610
	ABTP	Reptiles	0.0417	0.0417	0.1497	0.1497
		Anfibios	0.0417	0.0417	0.1497	0.1497
		Aves	0.0442	0.0546	0.1523	0.1626
		Mamíferos	0.0417	0.0417	0.1497	0.1498
		Plantas	0.0417	0.0417	0.1497	0.1497
			0.2110	0.2213	0.7510	0.7614
	BTP	Reptiles	0.0009	0.0009	0.0031	0.0031
		Anfibios	0.0009	0.0009	0.0031	0.0031
		Aves	0.0009	0.0159	0.0031	0.0182
Mamíferos		0.0009	0.0010	0.0032	0.0032	
Plantas		0.0059	0.0009	0.0081	0.0031	
		0.0094	0.0195	0.0207	0.0308	
2	BQP	Reptiles	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Anfibios	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Aves	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Mamíferos	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Plantas	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ABTP	Reptiles	0.0377	0.0377	0.1353	0.1353
		Anfibios	0.0377	0.0377	0.1353	0.1353
		Aves	0.0402	0.0505	0.1379	0.1482
		Mamíferos	0.0377	0.0377	0.1353	0.1354
		Plantas	0.0377	0.0377	0.1353	0.1353
			0.1909	0.2013	0.6790	0.6894
	BTP	Reptiles	0.0093	0.0093	0.0335	0.0335
		Anfibios	0.0093	0.0093	0.0335	0.0335
		Aves	0.0093	0.0244	0.0335	0.0485
Mamíferos		0.0094	0.0094	0.0336	0.0336	
Plantas		0.0143	0.0093	0.0385	0.0335	
		0.0516	0.0617	0.1726	0.1826	
3	BQP	Reptiles	0.0988	0.0988	0.3536	0.3536
		Anfibios	0.0988	0.0988	0.3536	0.3536
		Aves	0.0988	0.1060	0.3536	0.3609
		Mamíferos	0.0988	0.0988	0.3536	0.3537
		Plantas	0.1078	0.0988	0.3626	0.3536
			0.5028	0.5011	1.7771	1.7754
	ABTP	Reptiles	0.0120	0.0120	0.0432	0.0432
		Anfibios	0.0120	0.0120	0.0432	0.0432
		Aves	0.0146	0.0249	0.0458	0.0561
		Mamíferos	0.0120	0.0121	0.0432	0.0433
		Plantas	0.0120	0.0120	0.0432	0.0432
			0.0627	0.0730	0.2186	0.2290
	BTP	Reptiles	0.0050	0.0050	0.0181	0.0181
		Anfibios	0.0050	0.0050	0.0181	0.0181
		Aves	0.0050	0.0201	0.0181	0.0332
Mamíferos		0.0051	0.0051	0.0182	0.0182	
Plantas		0.0101	0.0050	0.0231	0.0181	
		0.0302	0.0403	0.0957	0.1058	
	Total	4.9666	5.0246	17.1775	17.2355	

Mii			Escenario			
Segmento	Unidad ambiental	Componentes ambientales	1	2	3	4
1	BQP	Reptiles	2.599%	2.599%	3.969%	3.969%
		Anfibios	3.713%	3.713%	12.813%	12.813%
		Aves	1.733%	1.749%	5.979%	5.996%
		Mamíferos	1.591%	1.592%	5.491%	5.491%
		Plantas	1.753%	1.733%	5.999%	5.979%
			2.057%	2.056%	7.086%	7.085%
	ABTP	Reptiles	0.085%	0.085%	0.305%	0.306%
		Anfibios	0.160%	0.160%	0.576%	0.576%
		Aves	0.035%	0.043%	0.120%	0.128%
		Mamíferos	0.077%	0.077%	0.277%	0.277%
		Plantas	0.036%	0.036%	0.130%	0.130%
			0.057%	0.060%	0.202%	0.205%
	BTP	Reptiles	0.001%	0.001%	0.003%	0.003%
		Anfibios	0.002%	0.002%	0.008%	0.008%
		Aves	0.001%	0.018%	0.004%	0.021%
Mamíferos		0.001%	0.001%	0.004%	0.004%	
Plantas		0.007%	0.001%	0.010%	0.004%	
		0.002%	0.005%	0.005%	0.008%	
2	BQP	Reptiles	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
		Anfibios	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
		Aves	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
		Mamíferos	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
		Plantas	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
			0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
	ABTP	Reptiles	0.077%	0.077%	0.276%	0.276%
		Anfibios	0.145%	0.145%	0.520%	0.520%
		Aves	0.032%	0.040%	0.109%	0.117%
		Mamíferos	0.070%	0.070%	0.251%	0.251%
		Plantas	0.033%	0.033%	0.118%	0.118%
			0.051%	0.054%	0.183%	0.186%
	BTP	Reptiles	0.009%	0.009%	0.033%	0.033%
		Anfibios	0.024%	0.024%	0.086%	0.086%
		Aves	0.011%	0.028%	0.039%	0.056%
Mamíferos		0.011%	0.011%	0.041%	0.041%	
Plantas		0.018%	0.011%	0.048%	0.041%	
		0.013%	0.016%	0.044%	0.047%	
3	BQP	Reptiles	0.329%	0.329%	1.179%	1.179%
		Anfibios	0.470%	0.470%	1.684%	1.684%
		Aves	0.219%	0.236%	0.786%	0.802%
		Mamíferos	0.202%	0.202%	0.722%	0.722%
		Plantas	0.240%	0.219%	0.806%	0.786%
			0.265%	0.264%	0.935%	0.934%
	ABTP	Reptiles	0.025%	0.025%	0.088%	0.088%
		Anfibios	0.046%	0.046%	0.166%	0.166%
		Aves	0.011%	0.020%	0.036%	0.044%
		Mamíferos	0.022%	0.022%	0.080%	0.080%
		Plantas	0.010%	0.010%	0.038%	0.038%
			0.017%	0.020%	0.059%	0.062%
	BTP	Reptiles	0.005%	0.005%	0.018%	0.018%
		Anfibios	0.013%	0.013%	0.046%	0.046%
		Aves	0.006%	0.023%	0.021%	0.038%
Mamíferos		0.006%	0.006%	0.022%	0.022%	
Plantas		0.012%	0.006%	0.029%	0.022%	
		0.008%	0.010%	0.024%	0.027%	
	Total		0.521%	0.527%	1.802%	1.809%

Evaluación de las Unidades Ambientales

Escenario	Desmante del proyecto	Tasas de deforestación
1	No	0.80%
2	No	2%
A	Si	0
B	Si	0.80%
C	Si	2%

M_{ij}		Escenario				
Segmento	Unidad ambiental	1	2	A	B	C
1	BQP	2.441	5.570	2.970	5.152	7.945
	ABTP	2.441	5.570	0.166	2.593	5.703
	BTP	2.441	5.570	0.003	2.444	5.573
2	BQP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ABTP	2.441	5.570	0.150	2.578	5.690
	BTP	2.441	5.570	0.037	2.475	5.600
3	BQP	2.441	5.570	0.393	2.799	5.884
	ABTP	2.441	5.570	0.048	2.485	5.608
	BTP	2.441	5.570	0.020	2.459	5.586
	M_p	19.528	44.560	3.788	22.986	47.588

IT_i		Escenario					
Segmento	Unidad ambiental	1	2	A	B	A	
1	BQP	1.220	2.785	1.485	2.576	3.973	
	ABTP	1.220	2.785	0.083	1.296	2.851	
	BTP	1.220	2.785	0.002	1.222	2.786	
	ABTP	1.220	2.785	0.075	1.289	2.845	
	BTP	1.220	2.785	0.019	1.237	2.800	
	BQP	1.220	2.785	0.196	1.400	2.942	
3	ABTP	1.220	2.785	0.024	1.242	2.804	
	BTP	1.220	2.785	0.010	1.230	2.793	
	IT_p	9.764	22.280	1.894	11.493	23.794	
						VTI	200

