



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN GEOGRAFÍA**  
**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**GEOGRAFÍA AMBIENTAL DEL VALLE DE PUEBLA.**  
**EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE PROYECTOS DE**  
**INFRAESTRUCTURA CARRETERA: “LIBRAMIENTO PONIENTE DE LA CIUDAD DE**  
**PUEBLA”, MÉXICO**

**INVESTIGACIÓN DOCTORAL**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

**PRESENTA:**  
**JORGE ADRIÁN FLORES RANGEL**

**TUTOR:**  
**DR. JOSÉ RAMÓN HERNÁNDEZ SANTANA**  
*Instituto de Geografía, UNAM*

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR**  
**Dr. Manuel Bollo Manent**  
*Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*

**Dra. Patricia Eugenia Olivera Martínez**  
*Facultad de Filosofía y Letras, UNAM*

**CIUDAD DE MÉXICO, DICIEMBRE DE 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **DEDICATORIA**

A pueblos y comunidades en resistencia...

A mi familia, Miztli y Vanessa, y a la gran familia extendida que nos envuelve.

*El señor que domina nuestra época está oculto, es poderoso, omnipresente, salta a la vista pero precisamente por eso no llama la atención y pasa desapercibido, se pierde y desaparece para convertirse en la más trivial de las obviedades, que es lo que en realidad es.*

*El señor oculto de la época moderna (dominus absconditus) es la continuidad y la omnipresencia del funcionamiento, la petrificación y la divinización de únicamente uno de sus componentes: el transporte.*

*Todo está sometido al transporte y a su servicio; él es el soberano en marcha a quien ceden el paso la naturaleza, la historia, los monumentos, la moral, dejando vía libre a su expansión.*

*Este dictador omnipresente tiene poderes ilimitados y lo somete todo a sus necesidades, pone a la realidad a su servicio.*

*Es el señor y el maestro de la transformación generalizada y de la perversión universal.*

*Lo que por su esencia está dedicado a la relación entre la gente y al encuentro, lo que la tradición construyó y reconoció como lugar para la estancia y el contacto entre las personas -la calle y la plaza- todo eso se convierte hoy en un espacio del que es expulsado lo humano, lo ciudadano, lo público, lo político.*

*Estos espacios han sido conquistados por el transporte, que degrada, avasalla, rebaja y convierte las calles y las plazas en simples vías de paso, en superficies para el aparcamiento de vehículos*

*Es típico que el transporte, el traslado, el tránsito, la locomoción -bajo tierra, por tierra o por aire- denominen al conjunto de sus relaciones y conexiones mediante el término comunicación; esto revela que en lugar de la comunidad, de la colectividad humana -de la comunicación de las personas entre ellas y con todo lo que existe-, aparece una comunicación ya empobrecida; la comunicación de un lugar con otro lugar, de un punto con otro.*

Karel Kosik, "Reflexiones antediluvianas"

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante cuatro años de investigación, un amplio conjunto de personas participaron de múltiples formas. En primer lugar, agradezco al Dr. José Ramón Hernández Santana, por todo el tiempo dedicado a la conducción y tutoría de la investigación. Desde el momento en que aceptó dirigirla, en agosto de 2011, hasta la conclusión metodológica, en marzo de 2016, y durante todo el proceso de revisiones, hasta junio de 2017 y aún después ya como coordinador del posgrado. Además del autor, el tutor de la investigación es quien, sin duda, conoce mejor los detalles del trabajo. Agradezco especialmente al Dr. Manuel Bollo Manent, quien en realidad fungió como co-tutor durante las revisiones ante el comité tutorial y presenció todo el proceso de desarrollo de la investigación, entre 2011 y 2015, y posteriormente, dedicó especial atención en los aspectos teóricos y metodológicos durante el proceso de revisión desde marzo de 2017 y hasta el momento de impresión. De igual forma agradezco a la Dra. Patricia E. Olivera Martínez quien, siempre atenta al desarrollo de la investigación como parte del comité tutorial, apoyó, impulsó y promovió de diversas maneras el proceso de investigación, así como la importancia teórica y metodológica del esfuerzo realizado. Los comentarios, sugerencias y reflexiones del comité tutorial, sin duda contribuyeron en la realización de la investigación, y se agradecen sincinceramente. Finalmente agradezco al Dr. Stephané André Couturier y al Dr. Luis Miguel Espinoza Rodríguez la lectura y sugerencias realizadas en marzo de 2015 durante el proceso de candidatura, así como a los sinodales de la investigación Dra. Verónica Ibarra García y Dr. Juan Manuel Sandoval Palacios. Otro agradecimiento especial es para David Flores, quien facilitó mi introducción en el mundo de los sistemas de información geográfica y asesoró el proceso de elaboración de unidades de paisaje del área de evaluación. En Puebla, agradezco el apoyo del Frente de Pueblos en Defensa de la Tierra y el Agua Puebla-Tlaxcala, particularmente a Alejandro, Miguel y Juan, por facilitar el acercamiento al territorio afectado directamente por los proyectos de infraestructura de transporte, no sólo el Libramiento Poniente de Puebla, sino también el Proyecto Integral Morelos. A David Jiménez, quien abrió las puertas de las redes de colaboración y solidaridad de la Ciudad de Puebla a la realización de esta investigación. Al Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales (CUPREDER) de la Benemérita Universidad de Puebla, particularmente Alejandra López y Valentina Campos, por el acompañamiento durante el acercamiento a los pueblos y comunidades en resistencia. Y a las y los trabajadores, comerciantes, estudiantes, ejidatarios, campesinos y pobladores de Zacatepec, Calpan, Nealtican, Tecuanipan, Acuexcomac, Coapa y Atzizihuacan, Tulcingo y Jumilco, quienes compartieron sus experiencias, conocimientos y perspectivas de organización frente a los procesos de despojo detonados por la expansión de las redes de infraestructura de transporte.

## Índice de contenido

INTRODUCCIÓN: UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y ANÁLISIS ESCALAR DEL PROYECTO QUE SE EVALÚA.....	12
Planteamiento del problema: el “boom” de la infraestructura carretera en México.....	13
Justificación: La Reforma Energética y la necesidad de la Evaluación Socio-Ambiental.....	18
Antecedentes: El proyecto “Gran Visión”, la conformación de la Megalópolis del valle de México y la importancia del valle de Puebla (escala nacional, regional y local).....	22
Hipótesis teórico-metodológica de la evaluación: la crisis de sobreacumulación y la sobreproducción de carreteras (escala global).....	27
Objetivo general: evaluación integral y global de los proyectos de infraestructura.....	29
Objetivos particulares: tipología, zonificación, caracterización y evaluación socio-ambiental.....	30
CAPÍTULO I. LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES: DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL A LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	33
1. Problematización e hipótesis de trabajo: el discurso teórico moderno y el discurso crítico.....	33
2. Discusión sobre los significados y los alcances de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	35
2.1 La Evaluación de Impactos (EI) como una herramienta para la gestión administrativa del territorio.....	35
2.2 La Evaluación Ambiental (EA) como herramienta para la gestión científica del territorio.....	38
2.3 El Estado y el carácter contradictorio y acotado de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	39
a) Evolución histórica de la Evaluación de Impacto Ambiental: del movimiento social a las instituciones financieras internacionales.....	40
b) Una nueva escala de análisis: Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).....	45
i. Noción de la Evaluación Ambiental Estratégica a nivel conceptual.....	45
ii. Despliegue territorial de la Evaluación Ambiental Estratégica: el caso de Bolivia.....	47
3. Comentarios sobre los tres niveles o límites de las metodologías tradicionales para la Evaluación de Impacto Ambiental: evaluación, impactos e indicadores.....	50
3.1 La evaluación objetiva-científica (valor absoluto) y la evaluación subjetiva (valor relativo): tasación, comparación y valoración.....	52
3.2 La conceptualización dicotómica de los tipos de impactos.....	54
3.3 Los indicadores ambientales: el discurso del desarrollo sostenible y los límites de la EIA.....	56
4. La evaluación (comunitaria) de la infraestructura como fundamento de una Evaluación de Impacto Socio-Ambiental (EISA).....	59

CAPÍTULO II. ANÁLISIS DEL PAISAJE Y DEL ESPACIO: LA TIPOLOGÍA SOCIO-AMBIENTAL DEL TERRITORIO COMO BASE DE LA CARTOGRAFÍA DE LA FRACTURA METABÓLICA.....63

1. Los medios de comunicación, el territorio y la población: criterios para la delimitación del área de estudio.....	64
2. Clasificación y delimitación de las unidades superiores de paisaje del área de estudio: tipología del paisaje a escala 1:50,000.....	70
2.1 Comentarios al diálogo entre geografía y ecología del paisaje: el enfoque geoecológico.....	74
2.2 Comentarios al diálogo entre la geoecología, el metabolismo social y la teoría de la fractura metabólica.....	79
3. Propuesta metodológica para la tipología y zonificación socio-ambiental a escala 1:10,000.....	85
3.1 La forma natural y social del espacio: espacio del valor de uso y del valor.....	86
3.2 La división del espacio (rural/urbano) y el desarrollo de la ciudad capitalista.....	90
3.3 El uso de suelo y las formas de apropiación del suelo: zonificación socio-ambiental a escala 1:10,000.....	92

CAPÍTULO III. IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE LAS AUTOPISTAS EN EL VALLE DE PUEBLA. . .106

1. Antecedentes: 50 años de construcción de autopistas, industrialización, urbanización y especulación de la tierra en la ciudad de Puebla (1962-2012). Breve historia del despojo y el deterioro ambiental.....	106
1.1 Autopista México-Puebla: despojo ejidal y desarrollo de la industria automotriz durante el auge de la industrialización por sustitución de importaciones (1962-1976).....	107
1.2 Recta a Cholula: especulación inmobiliaria y expansión de fraccionamientos durante la crisis del modelo industrial [y] del Estado nacional-populista (1976-1984).....	110
1.3 Autopista Puebla-Atlixco y Periférico Ecológico: violencia, planificación y expansión comercial durante la terciarización económica y la transformación neoliberal del Estado (1984-2000).....	113
a) La concepción y uso de las Reservas Territoriales.....	114
b) La Reserva Territorial Quetzalcóatl-Atlixcáyotl y el Periférico Ecológico.....	116
2. Análisis crítico del Proyecto “Libramiento Poniente” y su Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional.....	122
2.1 Características generales del Eje Troncal: MIA fragmentaria, paralelismo de la infraestructura vial, transfiguración de sus fines, producción de la demanda y carencia de perspectiva socio-ambiental.....	122
2.2 Características de las obras complementarias: evaluación incompleta, limitada y parcial.....	124
2.3 Obras y actividades provisionales y asociadas: omisiones y disgregación de la evaluación y externalización de impactos.....	127
2.4 Articulación jurídica: MIA inconsistente, contradictoria, superficial, autorreferida y justificante de la perturbación y fragmentación.....	128

CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA.....	132
1. Unidades Socio-Ambientales: fundamento para la caracterización de impactos de la infraestructura carretera.....	132
2. Caracterización y asignación de índices de los impactos sociales potenciales (ISP) de la infraestructura carretera.....	133
3. Caracterización y asignación de índices de los impactos ecológicos potenciales (IEP) de la infraestructura carretera.....	141
3.1 Caracterización de impactos potenciales sobre la estructura topográfica (relieve).....	142
3.2 Caracterización de impactos potenciales sobre la composición litológica (geología).....	145
3.3 Caracterización de impactos potenciales sobre la cubierta edáfica (edafología).....	146
3.4 Determinación y distinción del indicador de impactos ecológicos preliminares potenciales (IIEPP) y del indicador de impactos ambientales potenciales (IIAP).....	149
4. Evaluación del proyecto: impactos socio-ambientales reales del Libramiento Poniente.....	154
4.1 Asignación del índice de distancia al proyecto (iDP): factor de impacto (FI).....	156
4.2 Determinación del indicador de impactos sociales y ambientales reales (IISAR) .....	157
5. Impactos sinérgicos del Libramiento Poniente de Puebla con el gasoducto Proyecto Integral Morelos .....	165
CONCLUSIONES.....	174
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178
ANEXOS.....	191
ANEXO 1. Leyenda de paisajes físico-geográficos del área de evaluación, a escala 1:10,000.....	191
ANEXO 2. Comentario sobre la incorporación de la renta de la tierra como un indicador para la evaluación de impactos socio-ambientales de proyectos de infraestructura de transporte.....	201



## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Total de kilómetros y tasa de crecimiento medio anual (TCMA) en las fases del crecimiento de la infraestructura carretera.....	14
Cuadro 2. Concesiones carreteras rescatadas en 1997.....	17
Cuadro 3. Crecimiento de la población en las principales Zonas Metropolitanas de México, 1990-2010...23	
Cuadro 4. Tasas de crecimiento medio anual (TCMA) de la población y de la producción manufacturera de los corredores industriales metropolitanos a escala municipal, 1999-2009.....	24
Cuadro I.1. Deficiencias escalares (absolutas, mediatas e inmediatas) de la EIA desde una perspectiva administrativa.....	37
Cuadro I.2. Recomendaciones de MIREIA (BID) para la EIA en países de América Latina y el Caribe.....	44
Cuadro I.3. Proyectos en los que se ha implementado la EAE en el Estado Plurinacional Boliviano.....	48
Cuadro I.4. Pares dicotómicos de impactos en distintas metodologías de evaluación.....	55
Cuadro I.5. Estudios de impacto ambiental de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	58
Cuadro I.6. Características y paradigmas de los indicadores ambientales.....	60
Cuadro II.1. Tamaño de localidades del área de estudio.....	67
Cuadro II.2. Método para la elaboración del mapa de unidades superiores de paisaje.....	71
Cuadro II.3. Etapas de la ciencia del paisaje.....	78
Cuadro II.4. Sistema de clasificación de la vegetación y uso de suelo escala 1:250:000, Serie V, INEGI.....	92
Cuadro II.5. Zonificación del uso de suelo de Ciudad de México y el municipio de Puebla.....	93
Cuadro II.6. Diferenciación de las formas de apropiación de suelo en el área de evaluación (1:10,000)....	95
Cuadro II.7 Formas de apropiación y uso del espacio (1:10,000).....	99
Cuadro III.1. Grupo avilacamachista.....	111
Cuadro III.2. Diferencias entre autopistas A2 y A4.....	123
Cuadro III.3. Primera limitación. Superficie afectada por el proyecto de acuerdo con la MIA.....	125
Cuadro III.4. Segunda limitación. Superficie afectada por el proyecto de acuerdo con el uso de suelo...126	
Cuadro III.5. Tercera limitación. Superficie requerida para la infraestructura adicional.....	126
Cuadro IV.1. Asignación del índice de impacto básico a las formas de apropiación del suelo.....	134
Cuadro IV.2. Asignación del índice preliminar de impacto potencial (IPIP) de las unidades socio-ambientales.....	136
Cuadro IV.3. I – Indicador de impacto social potencial (IISP).....	139
Cuadro IV.4. Asignación del índice de impacto potencial sobre el relieve de acuerdo con la disección vertical del área de evaluación.....	144
Cuadro IV.5. Asignación del índice de impacto litológico de acuerdo con la dureza de la roca y la maquinaria necesaria para su tratamiento.....	146

Cuadro IV.6. Asignación del índice de impacto edafológico de acuerdo con la necesidad de trabajo, riego y rendimientos agrícolas.....	148
Cuadro IV.7. Índice decimal de impacto edafológico de acuerdo con su combinación en el área de evaluación.....	149
Cuadro IV.8. Calificaciones y criterios de clasificación mediante el método del Valor Índice Medio (VIM) .....	150
Cuadro IV.9. II – Indicador de Impacto Ambiental Potencial (IIAP).....	152
Cuadro IV.10. Determinación del indicador de distancia al proyecto y el factor de impacto según la distancia al derecho de vía.....	157
Cuadro IV.11. Grados de intensidad real de los impactos sociales y ambientales de acuerdo con la desviación estándar de los valores Z.....	158
Cuadro IV.12. Cualificación de los indicadores de impactos socio-ambientales reales (IISAR) de acuerdo con la combinación de intensidad de impactos.....	159
Cuadro IV.13. Impactos socio-ambientales reales del LPP. [Superficie afectada en el área de evaluación (m <sup>2</sup> )] .....	160
Cuadro IV.14. III' – Indicadores de impactos socio-ambientales reales (IISAR), incluyendo derecho de vía del proyecto LPP. Determinación del índice de distancia al proyecto (iDP) y el factor de impacto (FI) y asignación de tipo de impactos .....	161
Cuadro IV.15. III' – Índice de Impacto Socio-Ambiental del Proyecto Libramiento Poniente. Parte I.....	162
Cuadro IV.16. III' – Índice de Impacto Socio-Ambiental del Proyecto Libramiento Poniente. Parte II.....	162
Cuadro IV.17. Tipos de impactos reales del PIM de acuerdo con su distancia al proyecto.....	165
Cuadro IV.18. Grados de intensidad real de los impactos sociales y ambientales del PIM de acuerdo la desviación estándar de los valores Z.....	166
Cuadro IV.19. Cualificaciones de intensidad sinérgica entre dos proyectos.....	167
Cuadro IV.20. Tipos de impactos sinérgicos entre ambos proyectos.....	167
Cuadro IV.21. IV'' – Índice de impacto socio-ambiental del PIM. Determinación del tipo de impactos....	168
Cuadro IV.22. IV'' -Índice de Impacto Socio-Ambiental del Proyecto Integral Morelos. Parte I.....	168
Cuadro IV.23. IV'' – Índice de Impacto Socio-Ambiental del Proyecto Integral Morelos. Parte II.....	169
Cuadro IV.24. Impactos Socio-Ambientales Sinérgicos de la Infraestructura de Transporte (autopista y gasoducto) en el área de evaluación.....	169
Cuadro IV.25. Articulación de unidades socio-ambientales dedicadas a la producción de capital y desarticulación de unidades que soportan la reproducción socio-ambiental derivadas de los impactos sinérgicos de ambos proyectos. Despliegue de cualificación de impactos para algunas unidades.....	171
Cuadro A. Zonificación y valores unitarios del suelo urbano y rústico en el área de evaluación.....	202

## Índice de mapas

Mapa 1. Ejes troncales definidos por el proyecto México 2030.....	24
Mapa 2. Corredores carreteros y e industriales.....	25
Mapa 3. Evolución de la construcción de autopistas en el valle de México.....	26
Mapa 4. Municipios, zonas metropolitanas, tamaño de localidades y distribución de la población en el área de estudio, 2010.....	68
Mapa 5. Infraestructura de transporte: vinculación entre población y territorio.....	69
Mapa 6. Unidades superiores de paisaje del área de estudio (1:50,000) y unidades de paisaje del área de evaluación (1:10,000).....	73
Mapa 7. Uso de suelo, polígonos urbanos y formas de apropiación del suelo (Escala 1:50,000 y 1:10,000).....	102
Mapa 8. Superficie y división interna de los núcleos agrarios y elementos del equipamiento urbano del área de estudio.....	103
Mapa 9. Unidades de paisaje (incluyendo el proceso de urbanización) del área de evaluación (Escala 1:10,000).....	104
Mapa 10. Unidades socio-ambientales (Escala 1:10,000).....	105
Mapa 11. Articulación industrial y urbana a partir de la construcción de autopistas en el área de estudio (Escala 1:50,000).....	121
Mapa 12. Aspecto de los Impactos Sociales Potenciales del Libramiento Poniente.....	140
Mapa 13. Comparación de los índices y el indicador de impactos ecológicos preliminares potenciales (IIEPP) y los índices y el indicador de impacto ambiental potencial (IIAP).....	153
Mapa 14. Impactos sociales y ambientales reales derivados del Libramiento Poniente de Puebla.....	164
Mapa 15. Impactos Sociales Ambientales Reales (ISAR) derivados del gasoducto “Proyecto Integral Morelos”.....	172
Mapa 16. Impactos socio-ambientales sinérgicos de los proyectos Libramiento Poniente de Puebla y Proyecto Integral Morelos.....	173

## Índice de Figuras

Figura 1. Fases de la evolución de la infraestructura carretera en México (1930-2011).....	14
Figura 2. Fases en la construcción de autopistas 1952-2016.....	15
Figura 3. Evolución de la EIA. De los movimientos ambientalistas locales a los organismos financieros internacionales.....	41
Figura 4. De la evaluación ambiental a la evaluación de la infraestructura.....	62
Figura 5. Histograma del impacto social potencial de acuerdo con la desviación del índice tipificado Z...139	
Figura 6. Síntesis metodológica para la determinación de los indicadores de impactos sociales y ambientales potenciales.....	151
Figura 7. Síntesis metodológica para la determinación de las categorías de impacto socio-ambiental....163	



## **INTRODUCCIÓN: UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y ANÁLISIS ESCALAR DEL PROYECTO QUE SE EVALÚA**

Desde el punto de vista de la geografía, ya sea desde la perspectiva de la geografía crítica, que parte del concepto de espacio (Lefebvre, 1976, 2013; Harvey, 2010) o desde la perspectiva de la geoecología, que parte del concepto del paisaje (Troll, 1968; Mateo, 2000; Bollo, en revisión), una evaluación integral o global de cualquier proyecto de infraestructura implica, en primer lugar, el análisis del contexto en el cual es construido. En esta introducción, se presentan los componentes básicos de la investigación (planteamiento, justificación, antecedentes, hipótesis y objetivos) al tiempo que se emprende la ubicación espacio-temporal y el análisis en distintas escalas de los proyectos de infraestructura carretera, siguiendo las líneas metodológicas desarrolladas en la investigación de maestría, según la cual las relaciones globales del espacio pueden ser develadas a partir del análisis de: a) las *relaciones inmediatas* que acontecen entre la sociedad y su territorio, es decir el análisis de la escala local; b) las *relaciones mediatas* que incluyen la intermediación que introduce el Estado y cuyo análisis corresponde con la escala nacional, y c) las *relaciones absolutas*, donde el análisis vincula la escala global, nacional y local, además de incorporar las reflexiones existentes sobre el tema.

Teniendo en cuenta esta perspectiva, el planteamiento del problema de investigación se presenta a partir de una breve historia de la construcción de infraestructura carretera en México; la justificación incorpora las modificaciones incluidas por la Reforma Energética; los antecedentes incluyen el análisis de la importancia del nodo de valle de Puebla para el nuevo proyecto de integración territorial del Estado mexicano; en la formulación de la hipótesis se consideran -si bien superficialmente- los procesos de acumulación originaria, subsunción del espacio y sobreacumulación de capital a escala global; y finalmente, los objetivos principales y particulares de la tesis reseñan la estructura general de la tesis.

## **Planteamiento del problema: el “boom” de la infraestructura carretera en México**

La expansión del sector de comunicaciones y transportes en las últimas dos décadas, se ha convertido en uno de los negocios más rentables en el país. Los datos oficiales señalan que la participación de este sector en el Producto Interno Bruto (PIB) creció de 9.5%, en 1997, a 12.7%, en 2006 (SCT, 2008); en el caso particular de la infraestructura de transporte, aunque entre 1993 y 2016 su participación en el PIB solamente se incrementó del 5.4% al 5.8% (INEGI, 2016), la cantidad de kilómetros construidos creció de 245 mil km, en 1993, a 374 mil, en 2011, es decir 53%, y su crecimiento continúa en el sexenio 2012-2018. El Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones (PIITC) 2013-2018, señala la necesidad de invertir 582 mil millones de pesos en 210 proyectos de infraestructura de transporte; del total de proyectos contemplados por el PIITC, el 70% (149) corresponde a 5,410 km de nuevas carreteras, libramientos y autopistas, para los que se requieren 386 mil millones de pesos (66% de la inversión); de los cuales 73 proyectos son considerados estratégicos (SCT, 2013).

Ante este panorama, y en relación con la evaluación de los proyectos de infraestructura carretera, surge una de las preguntas que guía la investigación: ¿Por qué es necesario continuar construyendo carreteras? ¿A qué necesidad responde la construcción de carreteras? Para aproximar esta cuestión en términos de la ubicación espacio-temporal de los 5,410 km de proyectos carreteros, en primer lugar, es necesario conocer tanto la evolución histórica como la expresión espacial del total de kilómetros construidos en el país. Este ejercicio, desarrollado a partir de los datos históricos del sector transporte (INEGI, 2010) y de los manuales estadísticos del sector transporte (IMT, 2012), permite aclarar las fases de expansión carretera en el país, así como los momentos de auge de construcción de carreteras, dos cuestiones que facilitan la evaluación general del proyecto de integración territorial del Estado mexicano y la ubicación espacio-temporal de proyectos carreteros específicos, como el Libramiento Poniente de Puebla (LPP).

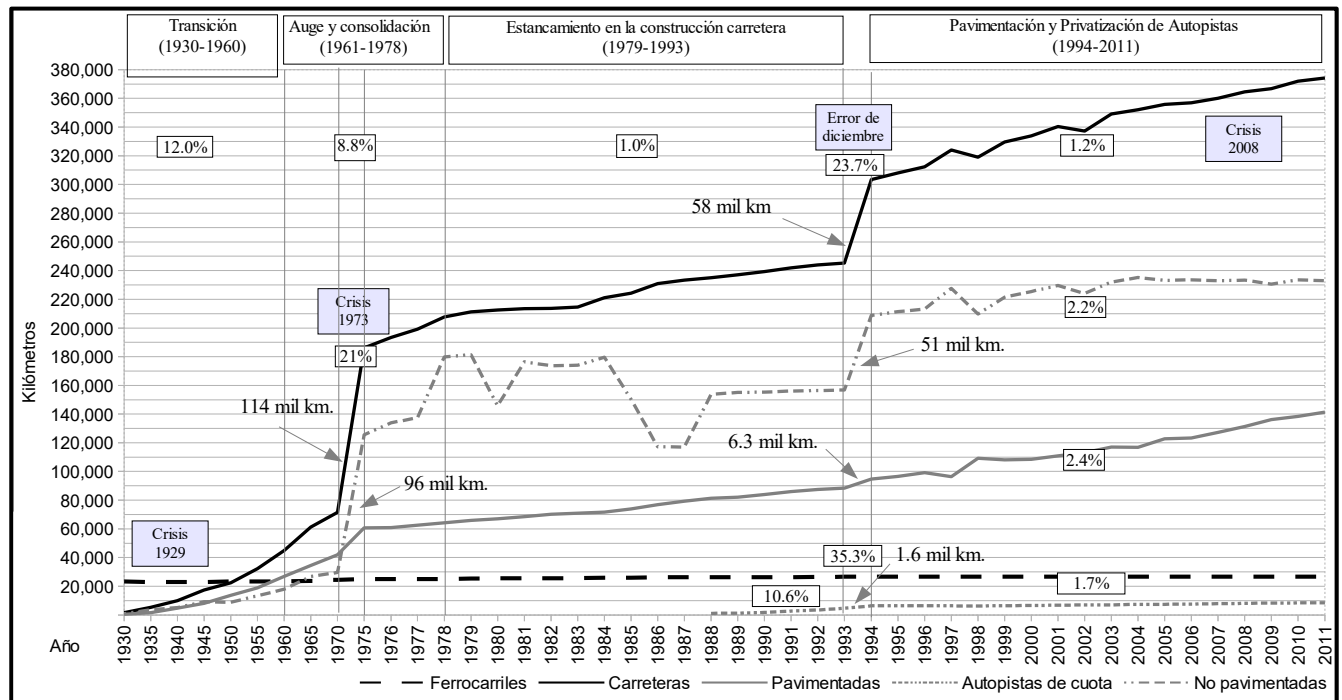
Los resultados, expresados en la Figura 1, permiten distinguir cuatro fases en el proceso general de construcción de infraestructura carretera en México. La primera fase, que transcurre entre 1930 y 1960, ha sido definida por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) como un periodo de competencia ferrocarril-autotransporte en cuanto al volumen de carga (Mercado Díaz *et al.*, 2011:8)<sup>1</sup>; sin embargo, desde el punto de

1 Desde el punto de vista de la carga transportada, en una gráfica elaborada con base en un documento inédito de Chías Becerril (2004) y los anuarios estadísticos que elabora IMT-SCT, los autores plantean tres fases en la evolución de la red carretera y ferroviaria: la primera (1928-1940) corresponde con el predominio del ferrocarril y el modelo agro-exportador; la segunda (1940-1968) con la competencia ferrocarril-autotransporte y el modelo de sustitución de importaciones; la tercera etapa (1968-2003) con el predominio del autotransporte y la apertura comercial. Finalmente señalan una posible cuarta etapa en la cual, la venta del ferrocarril reinicia una nueva fase de competencia ferrocarril-autotransporte.

*Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

vista de la expansión de infraestructura, la primera fase corresponde a la transición entre el abandono en la construcción de ferrocarriles y al predominio en la construcción de carreteras, que crece a un ritmo anual del 12%, y se despliega de manera paralela a las líneas ferroviarias construidas entre 1873 y 1930 (ver Figura 1 y Cuadro 1).

Figura 1. Fases de la evolución de la infraestructura carretera en México (1930-2011)



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010); IMT (2012).

Fase	Ferrocarriles		Carreteras		Pavimentadas		No pavimentadas		Autopistas	
	Total (km)	CMA	Total (km)	CMA	Total (km)	CMA	Total (km)	CMA	Total (km)	CMA
Ausencia (1873-1929)	23,345	6.96%								
Transición (1930-1960)	23,369	0.003%	44,892	12.01%	26,879	13.90%	17,913	10.55%	122*	30.59%
Consolidación (1961-1978)	25,101	0.42%	207,661	8.88%	64,176	4.95%	179,836	13.67%	579	9.04%
Estancamiento (1979-1993)	26,585	0.35%	245,183	1.05%	88,371	2.09%	156,812	-1.01%	4,668	16.08%
Privatización (1994-2011)	26,677	-0.01%	374,426	1.27%	141,361	2.43%	232,901	0.66%	8,459	1.77%

\* Datos calculados entre 1952, año en que se construye la primer autopista de cuota (México-Cuernavaca) y 1960.

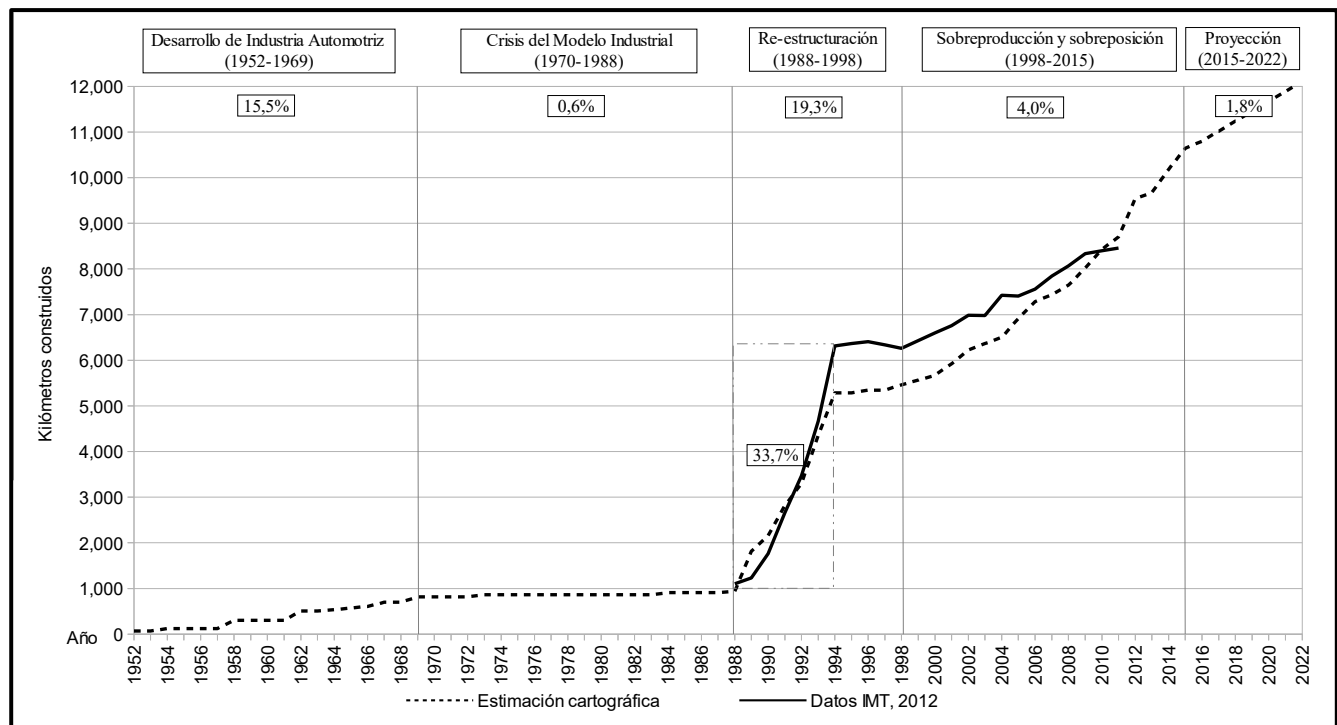
Elaboración propia con base en INEGI (2009) y IMT (2012).

Durante la segunda fase (1961-1978), aún cuando el crecimiento anual (8.88%) es menor al registrado en la fase previa, se consolida la red carretera a nivel nacional. Esta tendencia se acentúa particularmente durante el

*Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

sexenio de Luis Echeverría Álvarez; entre 1970 y 1975, se construyeron más de 114 mil km de carreteras, si bien más del 83% (96 mil km) constituyen carreteras no pavimentadas (Ver Figura 1). A partir de la tercera fase (1979-1993), se presenta una transformación contradictoria en la expansión de la infraestructura: por un lado ocurre un estancamiento en la construcción general de carreteras, que en conjunto crecen apenas al 1% anual (33 mil km en 14 años); por el otro, ocurre una expansión de la construcción de autopistas de cuota, que en este mismo periodo crecen al 16.08% anual (4 mil km). Esta tendencia se acentuó durante el sexenio de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), periodo en el que de acuerdo con datos oficiales, se construyeron 5,200 km a un ritmo de 33.7% anual, y fue particularmente intensa en 1993 (1,649 km construidos), justo un año antes de la crisis financiera general, que obligó al Estado a rescatar las carreteras en 1997 (Ver Figura 2).

Figura 2. Fases en la construcción de autopistas 1952-2016



Fuente: Elaborado con base en IMT (2012) y una estimación cartográfica propia.

Nota 1: La Tasa Media Anual de cada periodo fue calculada a partir de los datos obtenidos por la estimación cartográfica.

Nota 2: La periodización de esta gráfica sigue el argumento presentado en el capítulo III.

En este punto resulta útil apuntar, aunque sea a modo de hipótesis de trabajo, la correspondencia entre las crisis financieras y la expansión en la construcción de carreteras. Los dos periodos de mayor construcción de infraestructura carretera en México coinciden con dos momentos de crisis económicas: a) la *recesión y devaluación de 1971-1973* y la *disminución de las exportaciones de 1975*, que pudieron ser solventadas parcialmente mediante el aumento del gasto público (déficit), sostenido primero por el “boom” petrolero y más



### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

tarde mediante la deuda externa (Ángeles, 1979); y b) el llamado “*error de diciembre*” (Salinas, *dixit*) de 1994, derivado de la inestabilidad política del país, desatada por la firma del Tratado de Libre Comercio, la transferencia de la deuda externa del país a empresas estadounidenses mediante los *Tesobonos* y la posibilidad de declarar una moratoria en los pagos; crisis que fue parcialmente superada por el préstamo que otorgó Bill Clinton a México, aún contra el voto del congreso de Estados Unidos de América, con el fin de evitar la inestabilidad económica de los inversionistas (Cue, 2001).

En este paralelismo entre las crisis económicas y la construcción de infraestructura<sup>2</sup>, sin embargo, existen dos diferencias fundamentales. En primer lugar, durante el gobierno nacionalista e industrializador de Luis Echeverría, la relación se expresó en la expansión de carreteras no pavimentadas de acceso libre construidas por el Estado; mientras que durante el gobierno neoliberal de Carlos Salinas, la expansión ocurrió sobre todo en las autopistas de cuota concesionadas a empresas privadas y a Estados de la República. En segundo lugar, la crisis del sexenio de Echeverría se expresó simplemente en un estancamiento de la construcción, que se prolongó hasta 1993, mientras que la crisis derivada del sexenio de Salinas, se expresó en el rescate estatal de las autopistas concesionadas en 1997.

Por último, la cuarta fase (1994-2011) se caracteriza por la consolidación del modelo de construcción privatizada de infraestructura carretera, a partir de dos vertientes: por un lado, mediante la re-privatización de la red de carreteras “rescatada”<sup>3</sup> por el Estado en 1997 (ver Cuadro 2), conocida como Red FARAC (Fideicomiso de Apoyo para el Rescate de Autopistas Concesionadas) hasta 2012, y actualmente denominada Red FONADIN (Fondo Nacional de Infraestructura); y por otro, mediante la construcción de una red privada de carreteras, a partir de la formalización de mecanismos de financiamiento que permiten la asociación entre capital público o estatal y los capitales privados. Al respecto, la ley de Asociaciones Público-Privadas (APP) aprobada en 2011, define y legisla a nivel federal las tres modalidades que habían sido impulsadas a nivel estatal por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a partir del Programa para el Impulso de Asociaciones Público-Privadas en Estados Mexicanos (PIAPPEM):

- 2 La relación entre las crisis económicas y el comportamiento del sector de la construcción ha sido objeto de investigaciones recientes en España y Estados Unidos, particularmente en el subsector inmobiliario, como resultado de la crisis de 2008-2009. Desafortunadamente todavía no existen estudios que analicen el subsector de la infraestructura de transporte. V.gr. Galindo y Sosvilla, 2012. “Construcción y crecimiento económico”. En *Revistas de Información Económica*, N° 867, julio-agosto 2012. pp. 39-49. Número dedicado a la Economía de la vivienda en España. España.
- 3 Resulta interesante contrastar la terminología empleada por el Estado-Neoliberal (“rescate”) frente al término preferido por el Estado-Nacionalista (“nacionalización”).

*Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

- a) el *Aprovechamiento de Activos*, que permite concesionar a un particular la administración de infraestructura previamente construida;
- b) el *Proyecto de Prestación de Servicios (PPS)*, que facilita la inversión de capital privado en proyectos de infraestructura requeridos por el Estado, a cambio de una renta pagada por el Estado mexicano; y
- c) el esquema de *Concesiones*, que permite a particulares construir, administrar, gestionar y mantener proyectos de infraestructura de acuerdo con sus propios requerimientos, y aún en contra de las necesidades de integración nacional o de los intereses de la población local afectada (Flores, 2015).

**Cuadro 2. Concesiones carreteras rescatadas en 1997**

Tramo carretero concesionado	Fecha de otorgamiento	Empresa concesionaria
Cuernavaca-Acapulco	28 de julio de 1989	Grupo Mexicano de Desarrollo, S.A. de C.V.
Guadalajara-Tepic	23 de agosto de 1989	Autopistas Mexicanas Concesionadas, S.A. de C.V.
Monterrey-Nuevo Laredo	6 de noviembre de 1989	Viaductos de Peaje, S.A. de C.V.
Libramiento Poniente de Tampico	1 de diciembre de 1989	Autopistas Concesionadas de Tampico, S.A. de C.V.
Zapotlanejo-Lagos de Moreno	18 de abril de 1990	Caminos Alfa Omega, S.A. de C.V.
La Tinaja- Acayucan; y Acayucan-Cosoleacaque	27 de agosto de 1990	Promotora de Autopistas del Golfo, S.A. de C.V.
León-Lagos-Aguascalientes	7 de noviembre de 1990	Autopistas Concesionadas del Centro, S.A. de C.V.
Mazatlán-Culiacán	12 de noviembre de 1990	Autovías Sinaloenses, S.A. de C.V.
Libramiento Noroeste de la Ciudad de Querétaro	7 de diciembre de 1990	Gobierno del Estado de Querétaro
Cadereyta-Reynosa	25 de enero de 1991	Impulsora de Autopistas, S.A. de C.V.
Campeche-Champotón	25 de febrero de 1991	Consorcio de Constructores Campechanos, S.A. de C.V.
Chamapa-Lechería	30 de abril de 1991	Promotora y Administradora de Carreteras, S.A. de C.V.
Libramiento Oriente de Saltillo (La Carbonera-Ojo Caliente) y Los Chorros	15 de enero de 1992	Gobierno del Estado de Coahuila
Maravatío-Zapotlanejo y Libramiento de Toluca	9 de octubre de 1992	Autopistas de Occidente, S.A. de C.V.
Estación Don-Nogales	21 de octubre de 1992	Gobierno del Estado de Sonora
Guadalajara-Zapotlanejo	27 de enero de 1993	Autopistas Mexicanas Concesionadas, S.A.
Puente Internacional Reynosa-Matmoros	19 de octubre de 1993	Gobierno del Estado de Tamaulipas
Gómez Palacio-Límite del estado de Durango con el estado de Chihuahua	27 de octubre de 1993	Gobierno del Estado de Durango
Cárdenas-Entronque Agua Dulce	16 de noviembre de 1993	Gobierno del Estado de Tabasco
Reynosa-Matamoros	8 de diciembre de 1993	Gobierno del Estado de Tamaulipas
Santa Ana-Caborca-Sonoita	15 de diciembre de 1993	Gobierno del Estado de Sonora
Torreón-Salttillo	27 de enero de 1994	Ejes Terrestres de Coahuila, S.A. de C.V.
Puente de Zacatal	4 de agosto de 1994	Promotora de Infraestructura Vial, S.A. de C.V.

Fuente: Elaborado con base en datos de González Rodríguez, 2007 y DOF, 27-08-1997.

## *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

Desde esta perspectiva, con base en una *estimación cartográfica*<sup>4</sup> sobre la construcción de autopistas entre 1952 y 2015, se puede identificar que a partir de 1998, se presenta una fase de construcción de infraestructura carretera que bien puede caracterizarse por la *sobreposición* y la *sobreproducción* de autopistas de cuota (ver Figura 2). La primera construcción de un segundo piso vial ocurrió en 2003 (*Distribuidor Vial San Antonio*<sup>5</sup>) y el segundo piso de la Autopista México-Puebla<sup>6</sup> constituye por ahora el único segundo piso de cuota construido fuera de la Ciudad de México, de modo que la construcción de autopistas de cuota sobrepuestas o paralelas a vialidades anteriores, es una tendencia que aún requiere de una demostración sistemática. Por su parte, la idea de sobreproducción de autopistas constituye una hipótesis formulada a partir de: a) las quejas presentadas por algunos empresarios en 2012, frente al alto costo del libramiento de Xalapa, considerado uno de los tramos más caros del país (González, 2012)<sup>7</sup>; b) el concepto de *aforo sombra* o *tarifa sombra* incorporado por los nuevos esquemas de concesiones por APP, que permiten a una empresa cobrar por aquellos vehículos que no transiten por una autopista (Bel, 2004; González, 2005); c) el *rescate carretero* ocurrido tras el auge de construcción de autopistas que culminó en 1994; y finalmente d) los señalamientos de Roberto Bermejo (2010) sobre una posible transformación del paradigma de transporte por efecto del aumento del precio del petróleo. No obstante, como ha señalado David Harvey en el debate que sostiene Rosa Luxemburgo, la cuestión esencial es la sobreacumulación de capital, y no el subconsumo (o la sobreproducción) de mercancías. Pero antes de puntualizar en esta cuestión, se presentan la justificación y los antecedentes de la investigación.

### **Justificación: La Reforma Energética y la necesidad de la Evaluación Socio-Ambiental**

La primera expansión de infraestructura vial del país que, como se aprecia en la Figura 1, fue particularmente intensa entre 1970 y 1975, coincide en términos generales con la expansión de otras obras de mega-infraestructura, como presas hidroeléctricas, gasoductos, oleoductos y parques industriales. La expansión de este conjunto de proyectos, en relación con la expansión del movimiento ambientalista de la década de 1960, iniciado en Estados Unidos, indujo al Estado mexicano al desarrollo de la legislación ambiental, cuyo primer

4 La estimación cartográfica se realizó a partir del mapeo de todas las autopistas de cuota construidas en el país, y el registro de su fecha de inauguración con base en fuentes oficiales y hemerográficas; la base cartográfica, que contiene otros datos como empresa constructora e inversión, puede consultarse en el portal [geocomunes.org](http://geocomunes.org)

5 El Distribuidor Vial permanece como el único segundo piso de acceso libre, es decir, sin cuota de entrada.

6 Los 13.3 km de este proyecto, que en un principio incluía 19 km, fue anunciado por el gobierno de Puebla en 2014 como alternativa a la fuerte resistencia presentada ante el proyecto de 35 km del "Libramiento Norte de la Ciudad de Puebla", concesionado a la constructora española OHL.

7 En 2012 un empresario local aseguraba que, debido a los altos cobros del nuevo libramiento, para los camiones que transportan mercancías era preferible utilizar la carretera libre. Un reportaje reciente asegura que el tramo *Perote-Banderilla*, operado por Grupo Ascendi, es el tercer tramo más caro del país (\$4.53 x km), después de la *SuperVía Los Poetas* (\$4.57 x km) y la *Autopista Urbana Norte* (4.76 x km), ambas operadas por OHL (Sánchez, 2016).

### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

instrumento fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (LFPCCA) de 1971. Bajo esta ley, en 1977 se creó la primer *Subdirección de Impacto Ambiental* al interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). En 1982, la Ley de Protección al Ambiente (LPA) creó la Dirección de Impacto Ambiental (DIA), pero adscrita a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Más tarde, bajo la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988, la DIA fue transferida al Instituto Nacional de Ecología (INE); finalmente, con las modificaciones de 1996 a la LGEEPA, y a su Reglamento en 2000, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ecológico (DGIRA) quedó a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2012b).

Bajo este esquema normativo, asentado ya durante la fase de privatización de autopistas (1994-2011), fueron creadas las guías sectoriales para facilitar a “los promoventes de proyectos” (*Ibid.*, 67) la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en aquellos sectores “que solicitan con mayor frecuencia la autorización en materia de evaluación de impacto ambiental” (*Ibidem*); entre ellas, en 2002, SEMARNAT editó las guías para el sector de vías generales de comunicación en sus dos modalidades: general y particular. Por su parte, el Instituto Mexicano de Transporte (IMT) publicó en 1999, el “Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación” (Martínez y Damián, 1999) y más tarde, como parte de una línea de investigación sobre el Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros, publicó en 2001, dos manuales técnicos concentrados en la evaluación y mitigación de la etapa de construcción y mantenimiento de la superficie de rodamiento sobre pavimentos flexibles y rígidos (Hernández, *et al.*, 2001). Sin embargo, la especialización de los documentos oficiales en cuestiones ambientales, contrasta con el abandono de la evaluación en términos sociales, una línea de investigación abierta recientemente en el ámbito internacional.

Una de las primeras evaluaciones que atendieron aspectos socio-económicos, además de aspectos ambientales, fue impulsada en 2005, en el campo de los cultivos modificados genéticamente por PG Economics LTD, una consultora británica dirigida por Graham Brookes y Peter Barfoot; desde entonces, los autores publican anualmente los avances de su evaluación; sin embargo, los resultados fueron publicados por una revista científica enfocada en la biotecnología hasta 2015 (Brookes y Barfoot, 2015). En términos generales, esta evaluación tiene como objetivo justificar el empleo de la biotecnología en la agricultura, de modo que difícilmente puede constituir un referente metodológico para la evaluación científica en otros campos. Además, los resultados de la evaluación ambiental fueron publicados de forma separada de los resultados de la evaluación socio-económica, la cual se restringe a los impactos en el ingreso y la producción.

### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

Otro referente de las evaluaciones que combinan criterios económicos y ambientales, pero realizado en el campo de la infraestructura de transporte, es el “Análisis ambiental y económico de proyectos carreteros en la Selva Maya, un estudio a escala regional”, impulsado por el Fondo de Alianzas para los Ecosistemas Críticos (CEPF, por sus siglas en inglés)<sup>8</sup>, en 2007. Aunque sus conclusiones cuestionan el modelo de desarrollo caracterizado por grandes obras de infraestructura, como el Plan Puebla-Panamá y el Proyecto Mundo Maya<sup>9</sup>, su análisis se basa en modelos de valoración de externalidades ambientales, es decir, en la asignación o “cálculo” del valor económico que poseen los “valores ambientales”. Además, este tipo de evaluaciones tienen la desventaja de limitar su ámbito de acción a los *hotspots* de biodiversidad; de modo que resultan inoperantes en regiones que carecen de “valor ambiental” desde el punto de vista económico.

Una forma de trascender simultáneamente las limitaciones de las evaluaciones ambientales restringidas a aspectos exclusivamente técnicos, así como las evaluaciones sociales restringidas a aspectos exclusivamente económicos, consiste en abordar la evaluación desde la teoría del metabolismo sociedad-naturaleza. Aunque la concepción socio-ambiental, cuenta ya con una sólida tradición teórica e incluso con algunos textos clásicos (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991; Fisher-Kowalsky, 1997; Foster, 2000) la evaluación de proyectos de infraestructura no ha sido explorada desde esta perspectiva; que como se ha dicho, permitiría realizar evaluaciones socio-ambientales más allá del valor estrictamente económico del ambiente y, por tanto, evaluar los proyectos en regiones ambientalmente degradadas. Pero fundamentalmente, permite evaluar los proyectos en relación con el intercambio metabólico que establecen los distintos grupos humanos con el ambiente; lo cual implica, reconocer distintas formas sociales de apropiación de la naturaleza y, por supuesto, reconocer y evaluar los impactos de los proyectos sobre las distintas formas de propiedad de la tierra.

De vuelta al ámbito oficial o gubernamental, fue la necesidad de contar con instrumentos de evaluación de aspectos sociales, tales como la “relación de las comunidades con los recursos naturales, [ y la] forma legal y tradicional de posesión y propiedad de la tierra” (Puga, 2015), que las leyes secundarias de la Reforma Energética aprobadas en 2014, incorporaron la presentación de una Evaluación de Impacto Social (EVIS) ante la

8 En su página de internet señala: “El Fondo de Alianzas para Ecosistemas Críticos (CEPF) es un programa global que suministra fondos a organizaciones no-gubernamentales y otros socios del sector privado para proteger ecosistemas críticos. [...] El CEPF es un programa conjunto de la Agencia Francesa para el Desarrollo, Conservación Internacional, la Unión Europea, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), el Gobierno del Japón, la Fundación John D. y Catherine T. MacArthur y el Banco Mundial”.  
[http://www.cepf.net/about\\_cepf/faq/Pages/faq\\_es.aspx](http://www.cepf.net/about_cepf/faq/Pages/faq_es.aspx)

9 “En algunos casos estos modelos llevan a los países en desarrollo a realizar grandes inversiones con pocos resultados, alto endeudamiento y, como se muestra en este caso particular, con pérdidas tanto económicas como del patrimonio natural. Para agravar la situación, frecuentemente estas obras son subutilizadas y generarán constantes gastos de mantenimiento que afectan el presupuesto de los gobiernos y representan una obligación permanente para los contribuyentes. En ciertos casos los beneficiarios se limitan a unas pocas personas con propiedades adyacentes a la carretera y aquellos contratistas elegidos para la construcción y mantenimiento de las obras” (Amor, *et al.*, 2007).

### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

Secretaría de Energía (SENER), como un requisito necesario para “los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en materia de hidrocarburos” (DOF, 11-08-2014). Además de la Ley de Hidrocarburos, la Ley de la Industria Eléctrica también establece la necesidad de contar con una EVIS; sin embargo, estas leyes solo contemplan los “procedimientos de consulta previa, libre e informada” en regiones con presencia de “comunidades y pueblos indígenas” (*Ibidem*)<sup>10</sup>; y por supuesto, restringen su ámbito de acción a los proyectos contemplados por la reforma energética. Además, tal como ha señalado Katya Puga, Directora General Adjunta de Evaluación de Impacto Social de la SENER, su objetivo es “garantizar el desarrollo de los proyectos” y no necesariamente evaluar los proyectos<sup>11</sup>.

En este contexto, la investigación metodológica sobre la Evaluación de Impacto Socio-Ambiental resulta fundamental para trascender las evaluaciones enfocadas exclusivamente en el ambiente o en la sociedad; pues de este modo, se corre el riesgo de justificar proyectos en regiones ambiental y/o socialmente degradadas y llegar al absurdo de considerar que los grandes proyectos de infraestructura únicamente deben respetar regiones con grandes cantidades de biodiversidad o con presencia de comunidades indígenas. De igual forma, es imprescindible que las metodologías de Evaluación de Impacto Socio-Ambiental re-dirijan su atención hacia la evaluación de los proyectos y los impactos que tienen sobre el ambiente y la sociedad. En definitiva, se trata de invertir los presupuestos metodológicos de la EIA y de la EVIS, que *presuponen la necesidad de los proyectos* y evalúan el estado de la sociedad y al ambiente; cuando de lo que se trata, es de *evaluar la necesidad de los proyectos* y presuponer, mantener y desarrollar el bienestar de la sociedad y del ambiente. Y por supuesto, el desarrollo de un ambiente y una sociedad saludables, requieren metodologías que fusionen estos dos aspectos, aparentemente disociados pero realmente dislocados, en un solo marco teórico. Por eso, en relación con la construcción de proyectos de infraestructura carretera, recordamos nuevamente la cita de Marx:

Lo que necesita explicación, o es resultado de un proceso histórico, no es la unidad del hombre viviente y actuante con las condiciones inorgánicas, naturales, de su metabolismo con la naturaleza, y, por lo tanto su apropiación de la naturaleza, sino la *separación* entre estas condiciones inorgánicas de la existencia humana [es decir *naturaleza*] y esta existencia activa [*trabajo*], una separación que por primera vez es puesta plenamente en la relación entre trabajo asalariado y capital (Marx, 1857: 449).

10 La Ley de Hidrocarburos considera la EVIS en su Título IV, Capítulo V. “Del Impacto Social”; mientras que la Ley de la Industria Eléctrica lo incluye en su Capítulo II. “Del Impacto Social y Desarrollo Sustentable”. Aunque presentan ligeras variaciones, las disposiciones son las mismas.

11 “Las evaluaciones de impacto social no buscan únicamente comprender a las comunidades, buscan generar la apropiación de los mismos por parte de las comunidades, ya que se trata de proyectos que duran de 25 a 30 años y requieren de un proceso de apropiación por parte de la comunidad para garantizar la sustentabilidad a lo largo de la vigencia del proyecto” (Puga, 2015).

## **Antecedentes: El proyecto “Gran Visión”, la conformación de la Megalópolis del valle de México y la importancia del valle de Puebla (escala nacional, regional y local)**

*Difícil, siempre difícil ha sido la tarea de establecer diferentes perspectivas sobre la evolución de México en los años por venir, así como las diferentes adecuaciones que habría que ir planteando a los distintos sistemas que lo integran, incluido el de transporte.*  
Daniel Díaz Díaz<sup>12</sup>. México 2030.

El presente es este segundo, este minuto,  
esta semana, este año, este siglo.  
Julio Millán, México 2030.

Entre julio-noviembre de 2006, una serie de talleres organizados por el Fideicomiso para Apoyar el Cambio de Administración del Ejecutivo Federal -en la que participaron gobernadores, empresarios y políticos- definieron las bases del *Proyecto de Gran Visión. México 2030*<sup>13</sup>, a partir del cual sería diseñado el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y los planes sectoriales y subsectoriales para las siguientes cuatro administraciones (Presidencia de la República, S/R)<sup>14</sup>. Con base en este documento, el Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCyT) y el Plan Nacional de Infraestructura (PNI) del periodo 2007-2012, definieron los 14 Corredores Troncales del país, que permitirán “convertir a México en una de las principales plataformas logísticas del mundo” (SCT, 2007: 22), a partir de su “modernización con carreteras de altas especificaciones” (*ibíd*, 44); la propuesta de gobierno consistía en que los nuevos mecanismos de financiamiento concentraran las inversiones públicas y privadas a lo largo de estos 14 corredores (Flores, 2015).

Como puede observarse en el Mapa 1, la megalópolis del centro de México, que concentra el 26% de la población del país en tan solo 2% de su territorio (Eibenschutz, 2010) y cuya conformación inició en la década de 1980 (Garza, 1987 citado en Ramírez, 2010) es atravesada por 4 de los 14 corredores carreteros definidos en

12 Secretario de Comunicaciones y Transportes de 1984-1988, director del Instituto Mexicano del Transporte (1995-1997) y presidente de la Comisión de Comunicaciones y Transportes de la Cámara de Diputados (2000-2003),

13 Cuyo antecedente es el documento *México 2030. Nuevo siglo, nuevo país*, publicado por Fondo de Cultura Económica (2000), donde un grupo de tecnócratas inspirados en la idea de Octavio Paz según la cual “hemos pasado más tiempo revisando lo ocurrido que poponiéndonos lo que desearíamos que ocurriera” y basados en una visión prospectiva, fueron impelidos por Miguel de la Madrid y patrocinados por un grupo de empresarios (Julio A. Millán, Carlos Abedrop, José Mendoza Fernández y Carlos Slim) para “construir los futuros a largo plazo” de “nuestro país” (Millán, 2000).

14 Los documentos del Proyecto Gran Visión estuvieron disponibles hasta 2012 en la página [www.vision2030.gob.mx](http://www.vision2030.gob.mx). Un análisis periodístico de sus 14 documentos fue realizado por Nancy Flores en una serie de artículos publicados por la Revista Contralínea en 2010 (ver en bibliografía). Hasta el momento, los PND, los planes sectoriales y subsectoriales 2007-2012 y 2013-2018, han mantenido y profundizado los lineamientos del Proyecto Gran Visión 2030.

*Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

2006<sup>15</sup>. De igual modo, en la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala, la cuarta zona más poblada del país (ver Cuadro 3), confluyen 4 corredores<sup>16</sup>. Esta concentración de corredores carreteros, más que a la concentración de población que da cuerpo a la megalópolis, responde fundamentalmente a la concentración de actividades productivas a lo largo de los corredores industriales megalopolitanos; los cuales concentran únicamente el 17% de unidades económicas dedicadas al sector manufacturero, pero producen el 27% del valor agregado del sector. Entre ellos, destaca el corredor de Naucalpan que representa el 10% del total de la producción manufacturera del país; y el corredor Puebla-Tlaxcala ya que, aún sin contar con el polo industrial de San Martín Texmelucan, constituye una de las mayores concentraciones de unidades económicas manufactureras del país (17 mil); además, a escala regional ocupa el segundo lugar en cuanto a concentración de trabajadores dedicados al sector (174.5 mil), producción bruta (232 millones) y concentración de capital fijo (96.5 millones). El cuadro 4, que sintetiza las tasas de crecimiento anual de cada corredor en términos de población y producción manufacturera, muestra una disminución del personal ocupado entre 1999 y 2009 en el corredor Puebla-Tlaxcala-Apizaco, aún cuando la producción bruta presenta la tercer tasa más elevada en el mismo periodo, lo que puede ser interpretado tanto en términos de incremento en la productividad como en términos de aumento en la tasa de explotación.

Cuadro 3. Crecimiento de la población en las principales Zonas Metropolitanas de México. 1990-2010								
Zonas Metropolitanas más pobladas		Población			Crecimiento Medio Anual (%)		Superficie (km <sup>2</sup> )	Densidad media (hab/ha)
		1990	2000	2010	1990-2000	2000-2010		
1°	ZM del Valle de México	15 563 795	18 396 677	20 116 842	1.7	0.9	7 866.1	160.1
2°	ZM de Guadalajara	3 003 868	3 699 136	4 434 878	2.1	1.8	2 727.5	124.4
3°	ZM de Monterrey	2 671 715	3 381 005	4 106 054	2.4	1.9	6 794.0	109.1
4°	ZM de Puebla-Tlaxcala	1 776 884	2 269 995	2 728 790	2.5	1.8	2 392.4	76.6
5°	ZM de Toluca	1 110 492	1 540 452	1 936 126	3.3	2.2	2 203.2	64.8
<b>Zonas metropolitanas de la Corona Regional de Ciudades*</b>								
15°	ZM de Cuernavaca	587 495	798 782	924 964	3.1	1.4	1 189.9	70.7
30°	ZM de Pachuca	276 512	375 022	512 196	3.1	3.1	1 196.5	76.3
31°	ZM de Tlaxcala-Apizaco	303 779	408 401	499 567	3	2	708.1	34.7
33°	ZM de Cuautla	279 697	372 256	434 147	2.9	1.5	979.6	51.1
47°	ZM de Tulancingo	147 137	193 638	239 579	2.8	2.1	673.1	63.5
48°	ZM de Tula	140 438	169 901	205 812	1.9	1.9	591.4	30.1
<b>Total Corona de Ciudades</b>		20 186 229	24 525 124	27 598 023	2	1.2	N.A.	N.A.

\* Incluye la Ciudad de México, , Puebla-Tlaxcala, Cuernavaca, Cuautla, Toluca, Pachuca, Tula de Allende y Tulancingo.

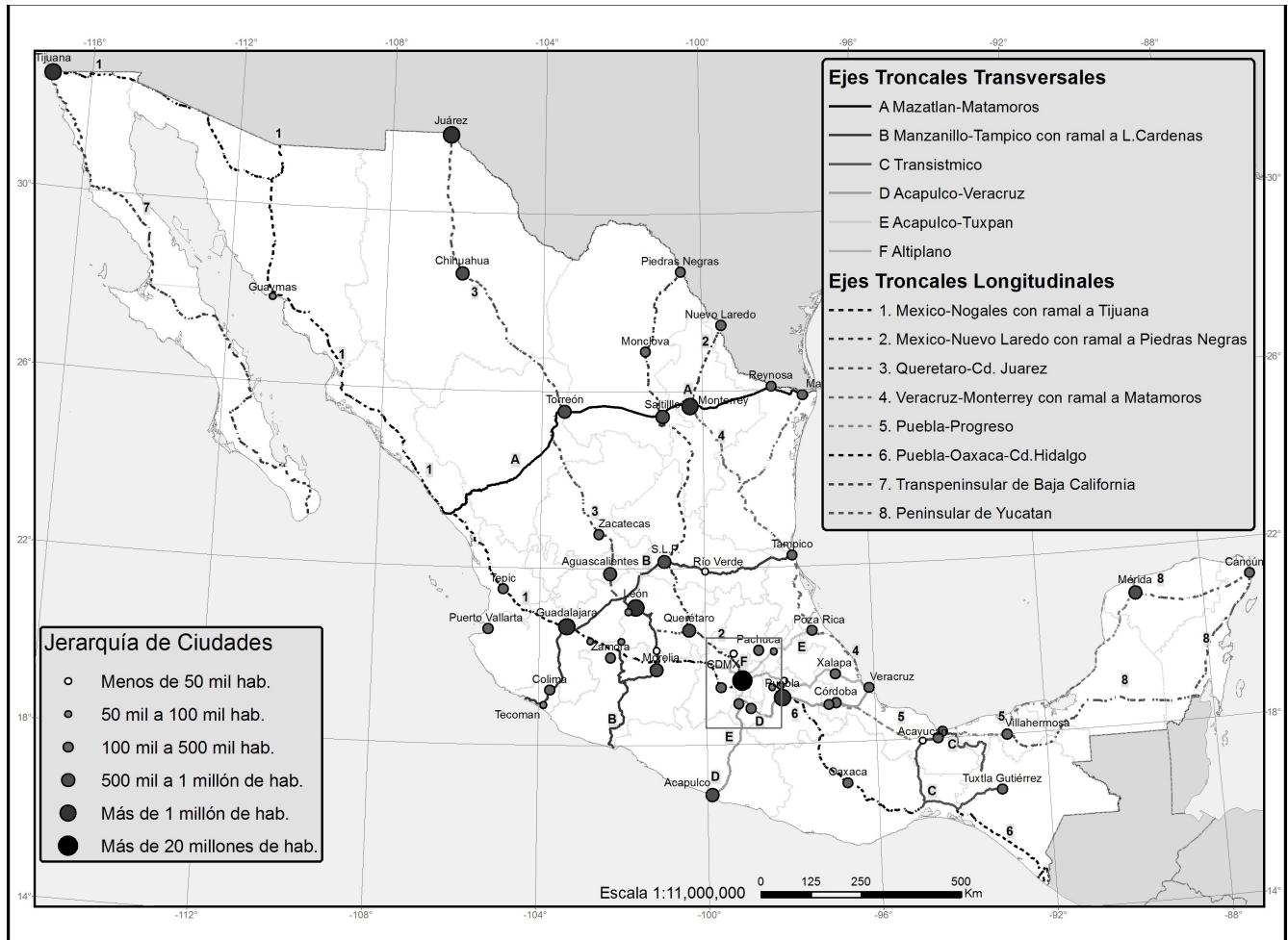
Fuente: Elaborado con base en datos de CONAPO, Delimitación de Zonas Metropolitanas, 2010.

15 Se trata de los corredores Acapulco-Tuxpan; Altiplano; México-Nogales y México-Nuevo Laredo

16 Acapulco-Veracruz; Puebla-Progreso; Puebla-Oaxaca-Ciudad Hidalgo y el corredor del Altiplano.



Mapa 1. Ejes troncales definidos por el proyecto México 2030



Fuente: Elaborado con base en SCT, 2007

Cuadro 4. Tasas de crecimiento medio anual (TCMA) de la población y de la producción manufacturera de los corredores industriales metropolitanos a escala municipal, 1999-2009

Corredores industriales*	Población		Unidades económicas (UE)	Personal ocupado total (POT)	Producción bruta total (PBT)	Valor agregado censal bruto (VACB)	Acervo total de activos fijos (ATAF)	PBT/UE	VACB/POT	PBT/POT
	1990-2010	2000-2010								
Corredor Cuautla	1.93	1.33	3.59	0.88	11.50	12.71	22.22	11.54	9.95	9.58
Corredor Toluca-Atzacmulco	2.81	2.38	5.99	3.19	11.47	12.21	8.57	4.19	9.19	8.65
Corredor Puebla-Tlaxcala-Apizaco	2.17	1.83	3.55	-1.32	10.86	11.86	9.39	6.72	8.27	8.3
Corredor Cuernavaca	3.31	1.93	4.84	2.77	10.24	12.49	5.89	8.89	10.98	8.28
Corredor Texcoco	2.79	1.98	2.66	1.40	7.33	5.96	0.96	5.16	8.1	8.26
Corredor Fcatepec	1.12	0.84	1.58	-1.64	5.07	3.68	-0.35	4.71	10.04	7.81
Corredor Tehuacán	2.78	2.05	3.97	-4.15	5.67	-11.08	1.25	5.08	13.32	7.24
Corredor Iztapalapa-Ixtapaluca	2.40	1.51	2.34	-0.15	7.22	8.10	4.87	1.60	8.26	6.16
Corredor Naucalban-Tula	1.47	0.83	1.35	-1.86	8.26	6.45	2.59	8.57	4.74	3.66

*Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

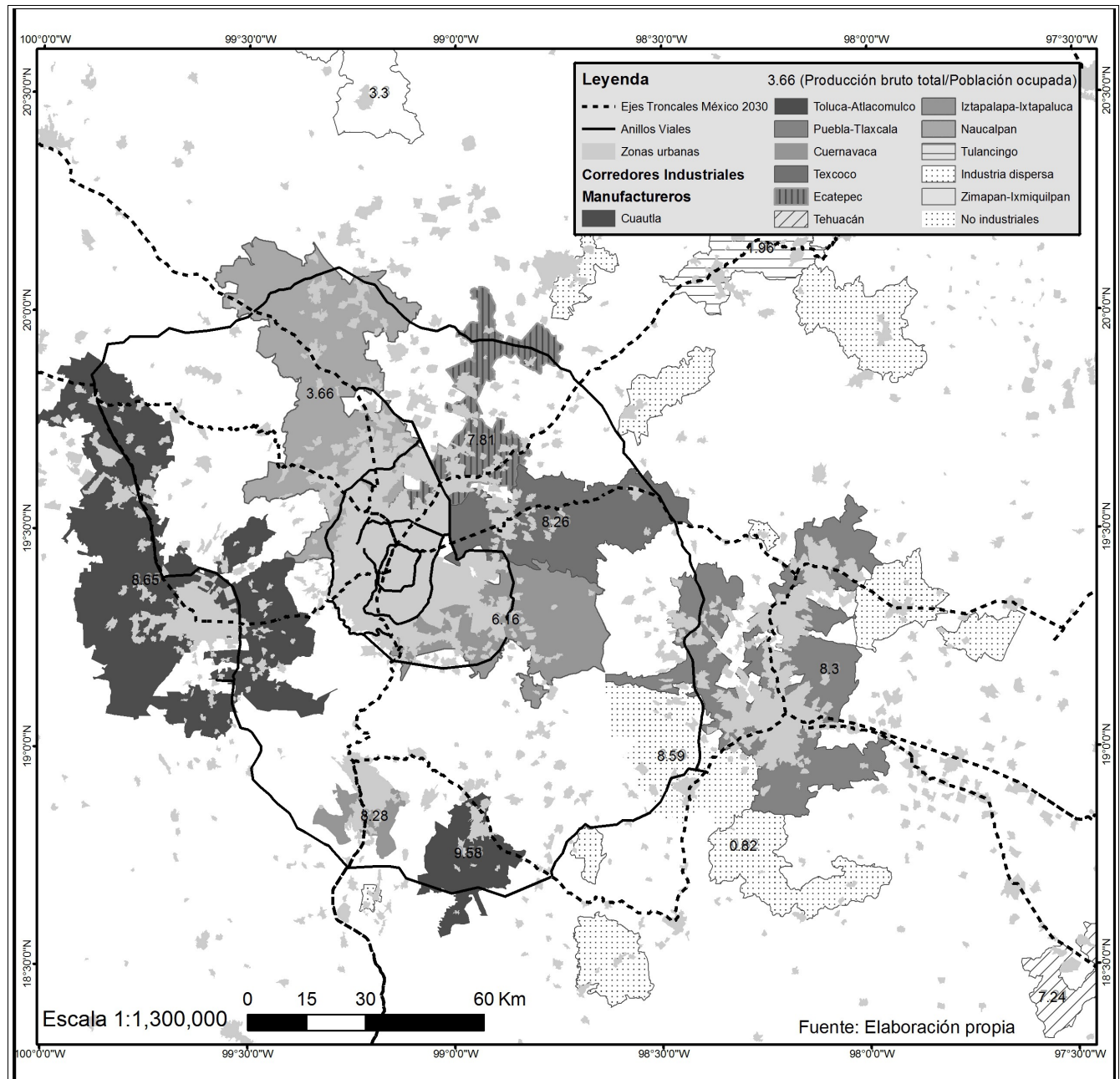
Corredor Tulancingo	2.33	1.98	0.14	-0.17	1.34	3.71	-2.82	1.04	6.7	1.96
Industria dispersa	1.32	1.08	2.95	0.51	5.84	6.80	5.41	-1.07	4.99	0.82
Corredor Zimapan-Ixmiquilpan	1.07	0.98	6.06	9.70	6.20	7.22	2.65	-2.71	-3.87	-3.3
Municipios no industriales	1.09	0.73	2.14	2.65	7.67	8.69	3.49	7.91	8.1	8.59
Total Corredores	1.87	1.34	2.78	-0.82	8.46	7.76	4.44	5.53	8.65	9.36
Total 6 Estados			2.26	-0.52	8.07	8.36	4.68	5.68	8.93	8.64

\* Delimitados a partir de la continuidad espacial de la orientación sectorial de los municipios de acuerdo con Aguilar, 2005

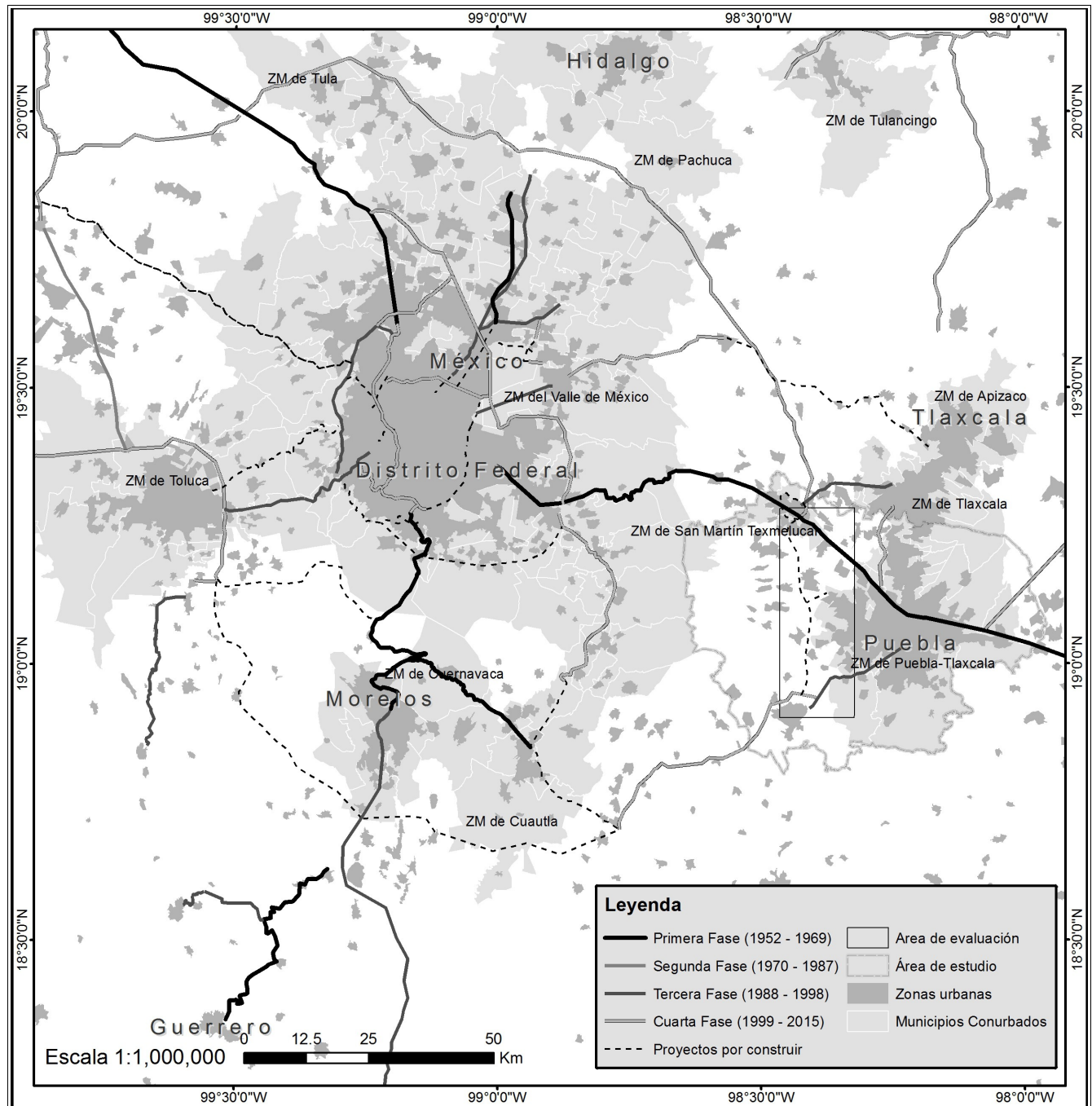
\*\* Incluye información a nivel estatal de México, Distrito Federal, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y Morelos

Fuente: Elaborado con base en el Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos, a partir del en el Censo Económico, 2009.

Mapa 2. Corredores carreteros y e industriales



Mapa 3. Evolución de la construcción de autopistas en el valle de México



Fuente: Elaboración propia

Al vincular los corredores industriales y los corredores carreteros desde una perspectiva multiescalar, se obtiene una imagen nítida del contexto en el que se insertan los proyectos de infraestructura carretera en el gran proyecto megalopolitano. En esta región, la construcción de los corredores carreteros avanzó lentamente

### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

desde 1952 hasta 1996<sup>17</sup> y se mantuvo sin modificaciones hasta el año 2000. Durante las dos primeras fases de construcción de carreteras (Predominio y Consolidación) las autopistas siguieron casi exclusivamente los principales corredores carreteros<sup>18</sup>; pero a partir de la tercer fase (Estancamiento), una lógica completamente distinta a los ejes troncales comenzó a definir el trazo de las autopistas de cuota<sup>19</sup>. Esta nueva lógica de construcción corresponde a la consolidación de cuatro anillos viales alrededor de la zona metropolitana de la Ciudad de México durante la fase de Privatización y, aunque comenzó a configurarse a partir de 1989, ésta lógica se manifestó claramente a partir de 2005, con la construcción del *Circuito Exterior Mexiquense* (porción norte del Tercer Anillo) y el *Arco Norte de la Ciudad de México* (porción norte del Cuarto Anillo) impulsados por el gobierno del Estado de México, bajo la administración de Enrique Peña Nieto (2006-2012).

Desde esta perspectiva, el Libramiento Poniente de Puebla constituye el primer tramo del *Cuarto Anillo Vial* de la Megalópolis, en su porción sur. Aunque aún no existe un proyecto conjunto entre los estados de Puebla, Morelos y Estado de México para construir el “Arco Sur de la Ciudad de México”, el gobierno federal ha favorecido la asociación de capitales privados para la consecución de este proyecto, que no forma parte de ningún plan de desarrollo de infraestructura del Estado mexicano, sino de un proyecto impulsado por capitales privados, nacionales y extranjeros, que al parecer apunta hacia la consolidación de una gran región urbano-industrial capaz de absorber y generar cantidades de capital a una escala gigantesca: la Megalópolis del Valle de México; y en cuya conformación la inversión en capital fijo resulta esencial.

### **Hipótesis teórico-metodológica de la evaluación: la crisis de sobreacumulación y la sobreproducción de carreteras (escala global)**

El mega-proyecto metropolitano o megalopolitano de la Ciudad de México no es el primer proyecto urbano que se despliega en el mundo. El geógrafo David Harvey ha analizado desde 1970, los procesos de renovación urbana de París, en 1848, y de Nueva York, en la década de 1930, y sus relaciones con el sistema financiero y los movimientos sociales urbanos. Sus investigaciones han profundizado en la forma como “*el entorno construido* constituye un vasto campo de medios colectivos de producción y consumo que absorbe grandes cantidades de capital, tanto para su construcción como para su mantenimiento” (Harvey, 2010) y cómo la producción del espacio urbano contribuye a neutralizar la tendencia del sistema capitalista a las crisis de sobreacumulación. Tanto en París, como en Nueva York, los proyectos de urbanización dirigidos por George E. Haussman, en 1848,

17 Cuando se detuvo por efecto de la crisis financiera de 1994, que derivó en el rescate carretero de 1997.

18 La única excepción fue la construcción de la autopista México-Tizayuca en 1962.

19 Se trata de las autopistas Tenango-Ixtapan de la Sal, construida en 1989; la autopista San Martín Texmelucan-Tlaxcala, del año 1991 y la autopista Chamapa-Lechería, concluida en 1994.

### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

y por Robert Moses, en 1930, incluyeron la construcción de infraestructura de transporte (ferrocarriles en el siglo XIX y carreteras en el siglo XX); de modo que las reflexiones urbanas de Harvey resultan muy útiles para comprender el papel que juega la expansión del capital fijo, en general, y la infraestructura de transporte, en particular (ferrocarriles, carreteras, puertos y aeropuertos), en los intentos por absorber excedentes de capital (Flores, 2015).

Desde esta perspectiva, si bien el concepto de acumulación originaria (Marx) o acumulación por desposesión (Harvey) permite comprender los procesos de despojo que desencadena la construcción de infraestructura carretera a escala local, así como los procesos de resistencia social que se configuran alrededor de ellos; la tendencia decreciente de la tasa de ganancia y la sobreacumulación de capital son los conceptos clave que permiten comprender y, por tanto, evaluar en términos globales (es decir, desde el punto de vista socio-ambiental y a escala global), las tendencias actuales de la construcción de carreteras. Sin embargo, existe un tercer concepto que no ha sido plenamente incorporado por el análisis de David Harvey, que también resulta fundamental para una evaluación global y que conduce a planteamientos que guían el desarrollo de la presente investigación: ¿las carreteras construidas actualmente son todavía fuerzas productivas? ¿O su construcción corresponde ya a la expansión de *fuerzas destructivas*? ¿Estamos ya ante una *sobreproducción* de carreteras? ¿Es posible que las carreteras construidas en esta última fase (privatización) constituyan infraestructura obsoleta o inútil desde el punto de vista social? Si fuera así, ¿Cuál sería entonces la utilidad que tiene su construcción?

Además, en el contexto de la crisis de los energéticos que se ha agudizado en los últimos años, bien caben otros cuestionamientos: ¿el transporte automotor mantendrá su vigencia por 30 años más? ¿Qué ocurrirá con la infraestructura construida una vez que los vehículos automotores ya no sean útiles? ¿Vale la pena modificar o destruir el “entorno construido” a partir de una infraestructura *obsoleta*? En términos de costo-beneficio, ¿serán mayores los costos a largo plazo que los beneficios a corto plazo? Si así fuera, ¿Qué alternativas existen? ¿Es posible y necesaria una producción del espacio urbano más allá de la producción capitalista contemporánea? Tras estos cuestionamientos, la evaluación de los impactos socio-ambientales de este gran proyecto adquiere su verdadera dimensión: el Libramiento Poniente constituye tan solo un fragmento de un proyecto mucho más amplio, cuya evaluación requiere un estudio sistemático de mayor alcance. Mientras que la evaluación parcial del proyecto, debe tener en cuenta su dimensión o escala megalopolitana.

## **Objetivo general: evaluación integral y global de los proyectos de infraestructura**

La presente investigación no se plantea como tarea inmediata un análisis profundo sobre todos estos conceptos como requisito previo para emprender una evaluación global de los proyectos de infraestructura carretera. El camino que emprende es completamente diferente. Parte de una aproximación superficial de ellos realizada durante la primera fase de la investigación, cuyo desarrollo fue presentado en distintos espacios (artículos y ponencias) en los que se trazó un camino para profundizar en sus relaciones de manera colectiva. De esta forma, tiene en cuenta una reflexión teórica que, aunque todavía se encuentra en proceso de maduración, tiende hacia la elaboración de un objetivo más ambicioso: la evaluación global de los proyectos de infraestructura del país. La Introducción, permite ubicar espacial y temporalmente todos los proyectos de infraestructura carretera del país a partir de una hipótesis teórico-metodológica específica: la sobreproducción de carreteras y la utilidad social de los proyectos. Pero además, ofrece pistas para realizar el mismo ejercicio para proyectos de infraestructura lineales (como gasoductos, oleoductos, líneas eléctricas, trasvases), o puntuales (plantas de bombeo, pozos, basureros); pero también areales (presas, aeropuertos, fracking), zonales (corredores industriales o de vivienda, o proyectos como el canal interoceánico) e incluso, relacionales (una presa construida para la extracción minera, por ejemplo), proyectos que serían el verdadero objeto de una evaluación global. Es decir, la *evaluación global* de los proyectos de infraestructura tiende hacia la *evaluación espacial*, estratégica, del proyecto capitalista de apropiación del territorio mexicano.

El objetivo general de la investigación es la evaluación de un fragmento del proyecto global de expansión de infraestructura carretera: el Libramiento Poniente de Puebla. Evaluar el proyecto de expansión de autopistas a partir de uno de sus fragmentos, permitirá desarrollar una metodología que será perfeccionada conforme la evaluación se complete, es decir, conforme continúe la evaluación de la expansión de infraestructura. De igual forma, concentrar la evaluación en un proyecto específico, facilita confrontar y, al mismo tiempo, relacionar teóricamente distintas metodologías de evaluación. En este caso, se realiza una propuesta metodológica para la *Evaluación de Impacto Socio-Ambiental de Proyectos de Infraestructura Carretera*, en la cual se emplean herramientas del enfoque geoecológico y de la teoría del metabolismo sociedad-naturaleza (o teoría de la fractura metabólica). De esta forma, se delimita y, al mismo tiempo, se amplía el objetivo general: se trata de la evaluación del Libramiento Poniente de Puebla, en términos de sus impactos sociales y de sus impactos ambientales. La investigación tiene como objeto general la realización de una metodología que facilite la evaluación integral (socio-ambiental) y global (espacial) de los proyectos de infraestructura carretera del país, a partir de la evaluación de uno de sus fragmentos: el Libramiento Poniente de Puebla.

## **Objetivos particulares: tipología, zonificación, caracterización y evaluación socio-ambiental**

Para realizar la propuesta metodológica, en primer lugar, es necesario estudiar críticamente las metodologías para la evaluación de impacto ambiental existentes. El objeto de conocer la mayor cantidad de *metodologías tradicionales* consiste en encontrar, entre todas ellas, alguna característica que se replique y que pueda arrojar alguna pista sobre aquello que conduce a todas las evaluaciones a convertirse en *simples justificaciones de los proyectos que supuestamente evalúan*. Sin embargo, el tránsito de la evaluación a la justificación no ocurre exclusivamente en el terreno de las metodologías para la evaluación, sino principalmente en el terreno de la *Manifestación de Impacto Ambiental*. Por esta razón, resulta necesario explorar históricamente el desarrollo de las metodologías de evaluación y entender cómo ocurrió su inserción en las legislaciones nacionales, a nivel internacional; en otras palabras, el objetivo particular del primer capítulo consiste en [1°] **responder** a la pregunta: ¿cómo se convirtió la Evaluación de Impacto Ambiental en la metodología hegemónica para el análisis de las infraestructuras a nivel internacional? Evidentemente, el tema no se agota en este primer capítulo, y en realidad abre un campo de investigación que aún no se ha desarrollado en América Latina, para el que se dejan algunas referencias clave. Pero además, como contraparte de este primer objetivo, el primer capítulo plantea otras interrogantes: ¿En qué consiste aquello que impele a cualquier evaluación a convertirse en justificación? ¿Existe alguna posibilidad de trascenderlo? ¿Cómo sería una evaluación que realmente evalúe y no tienda a justificar? Aunque toda la investigación es una respuesta a estas cuestiones, el primer capítulo también plantea, en términos generales, la clave desde la cual se desarrolla toda la propuesta metodológica.

El segundo objetivo particular de la investigación está plenamente vinculado con el desarrollo de la propuesta metodológica: [2°] **realizar** una tipología y zonificación socio-ambiental del área de evaluación, para la que resulta necesaria una delimitación del área de estudio. En el desarrollo de estas dos propuestas metodológicas, se recurre al diálogo metodológico entre dos categorías del pensamiento geográfico: el paisaje y el espacio. Mientras la geografía del paisaje posee amplia experiencia en cuanto a evaluación ambiental, la geografía de la producción del espacio difícilmente se ha ocupado por explorar este terreno; en cambio, desde la perspectiva del espacio se han elaborado metodologías que permiten visibilizar las fuerzas sociales, que modelan el *paisaje histórico del capitalismo*, aunque sin atender sistemáticamente las fuerzas ambientales que también modelan este *paisaje físico natural*, rigurosamente sistematizadas por la geografía del paisaje. Instalado siempre en la interfaz de estas dos dimensiones, *yendo y viniendo* (teóricamente) de una a otra, se realiza una propuesta para la tipología y zonificación socio-ambiental del área de evaluación.

### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

El tercer capítulo constituye un segundo momento de análisis anclado exclusivamente en la dimensión social. El capítulo primero estudia el papel que juega la mediación del Estado-nación, como ente jurídico a escala internacional, en el desarrollo de las metodologías de evaluación; en este segundo momento, el análisis enfoca el papel del Estado como ente político a escala local, en el proceso de expansión de infraestructura de transporte en el área de estudio. El objetivo particular consiste en [3°] **reconstruir** el contexto local en el que se inserta el proyecto evaluado. Se trata de un ejercicio similar al realizado en los antecedentes de esta introducción, aunque con un mayor nivel de profundidad. Señala el papel específico que han desempeñado otros proyectos de infraestructura de transporte en el valle de Puebla, para *pronosticar* cómo podrían ocurrir los impactos socio-ambientales del Libramiento Poniente de Puebla. En relación con este ejercicio, el cuarto objetivo particular consiste en [4°] **mostrar** la variedad de formas empleadas por la *Manifestación de Impacto Ambiental* para justificar la construcción del proyecto, para ocultar sus impactos sociales y transfigurar sus impactos ambientales sobre el área de evaluación.

Finalmente, se realiza la caracterización de impactos socio-ambientales del área de evaluación, que permitirá realizar la evaluación socio-ambiental del proyecto de infraestructura carretera y de sus sinergias con otros proyectos de infraestructura de transporte, en este caso, con el proyecto de gasoducto que vincula los estados de Tlaxcala y Morelos, atravesando el área de estudio casi de manera paralela al Libramiento Poniente de Puebla. En este proceso, se desarrollan los últimos cuatro objetivos particulares de la investigación: [5°] **articular** la caracterización de impactos socio-ambientales del área de evaluación, a escala 1:10,000, con base en la tipología elaborada en el segundo capítulo, que combina las dimensiones sociales y ambientales. En estrecho vínculo con esta caracterización, [6°] **diseñar, asignar y determinar** los índices e indicadores de impactos sociales y ambientales, a partir de los presupuestos previamente desarrollados, es decir, estableciendo vínculos entre los aspectos teóricos y metodológicos de la zonificación, la caracterización y la evaluación socio-ambiental. Por último, [7°] **elaborar** un producto cartográfico que permita **evaluar** los impactos socio-ambientales del proyecto Libramiento Poniente de Puebla y [8°] **evaluar** sus sinergias con el Proyecto Integral Morelos en el área de evaluación. Estos últimos cuatro objetivos requirieron de un riguroso trabajo de sistematización de información geo-estadística, cuyo desarrollo se explica en el cuarto capítulo, y constituyen el núcleo central de la investigación; sin embargo, todo el cuarto capítulo se sustenta en el trabajo desarrollado en los tres capítulos previos, los cuales requirieron del mismo tipo de trabajo, aunque basado en información muy distinta.

Para concluir la Introducción, es importante destacar que a lo largo de toda la investigación, en general, el



### *Introducción. Ubicación espacio-temporal del proyecto que se evalúa*

ambiente se comprende como las *condiciones originales de la producción*, es decir, aquellas *condiciones materiales* que no son resultado del trabajo humano sino sus presupuestos naturales<sup>20</sup> (Marx, 1857: 86; O'Connor, 2000). Desde esta perspectiva, se reconoce el esfuerzo de diversos campos disciplinares por conceptualizar *lo ambiental* como la relación que establecen los grupos humanos con el mundo físico, como la historia ambiental (Arnold, 2001). El título de la investigación incluso se inscribe como parte de la propuesta realizada en el campo de la *geografía ambiental* concebida como un enfoque “que se ubica entre los límites de la geografía física y la humana” cuyo propósito es “matizar los límites o diferencias entre los campos socioculturales y biofísicos” (Bocco y Urquijo, 2013). Sin embargo, reconoce también que el estudio del *ambiente* se concentra particularmente en el medio biofísico, como ocurre en general con las ciencias ambientales, que si bien se conciben teóricamente como un campo interdisciplinario entre las ciencias naturales, sociales y humanas (Giannuzzo, 2010), su énfasis se encuentra en el conocimiento químico, físico y biológico<sup>21</sup>.

Por esta razón, se retoma la concepción de ambiente empleada por los estudios sobre *conflictos ambientales*, derivados de la “creciente competencia y escasez de recursos naturales en el Sur y en la emergencia de nuevos valores ambientalistas en el Norte” surgidos a partir de 1980 (Walter, 2009). Desde esta perspectiva, se ha empleado el término *socio-ambiental* para caracterizar los conflictos que surgen “como consecuencia de la acción de un agente extraño que altera o pretende alterar las relaciones preexistentes entre una comunidad y su ambiente” (Folchi, citado en Walter, 2009). De manera tal que, aunque lo ambiental y lo social se conciben como los elementos constitutivos, tanto de las relaciones sociales como de las relaciones ambientales, para enfatizar sobre la doble naturaleza de tales relaciones, se emplean ambos términos. En el caso de los conflictos socio-ambientales, la inclusión de los dos términos de la relación sirve para indicar que la alteración del agente extraño ha modificado tanto a la comunidad como a su ambiente.

20 “las condiciones originarias de la producción *aparecen* como presupuestos naturales, como condiciones naturales de existencia del productor, exactamente igual que su cuerpo viviente, el cual, por más que él lo reproduzca y lo desarrolle, originariamente no es puesto por él mismo sino que *aparece* como el presupuesto de sí mismo; su propia existencia (corporal) es un supuesto natural, que él no ha puesto” (Marx, 1857 (1971), 86; subrayados añadidos)

21 Esto se puede corroborar en los programas de estudio de ciencias ambientales; el 70% de créditos se orientan al estudio del medio biofísico, y el resto, para el desarrollo de habilidades técnicas y el estudio de las interacciones sociales.

## **CAPÍTULO I. LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES: DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL A LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

### **1. Problematicación e hipótesis de trabajo: el discurso teórico moderno y el discurso crítico**

El análisis sobre la literatura de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) permite observar un debate sobre el significado y los alcances de esta herramienta de gestión administrativa, útil para el diseño de política pública y la toma de decisiones. La metodología clásica, de corte económico, persigue la asignación *científica* de un *valor* al ambiente. El desarrollo metodológico alternativo, que busca superar el economicismo a partir de criterios ambientales, busca *valorar las cualidades* del ambiente; a diferencia de la metodología clásica, al introducir conceptos como incertidumbre, complejidad y riesgo, acepta que cierto grado de valoración subjetiva es imprescindible, aunque sin renunciar a la sistematización científica. Este capítulo analiza la diversidad de metodologías para la elaboración de EIA, a partir del contraste entre los *errores* del discurso teórico moderno y el método del discurso crítico definido por Bolívar Echeverría (1974). Sigue de cerca el procedimiento de “marcar con precisión los defectos esenciales de que adolece el discurso teórico tradicional e indica, en calidad de tarea por cumplir, la posibilidad de un nuevo discurso teórico que no esté afectado por ellos” (Echeverría, 1974:7). Tal como señala Echeverría, la crítica “apunta no tanto hacia el saber producido explícitamente en el discurso científico-filosófico moderno, sino precisamente al horizonte de posibilidades cognoscitivas” (*ibídem*).

De acuerdo con esta perspectiva, el análisis se realiza a partir de las dos modalidades del *discurso teórico moderno*: a) el *materialista-empirista*, que reduce la objetividad a “la constatación de un objeto que se impone [...] a un sujeto preexistente que lo constata [...]; una sustancia inherente al objeto, independiente de todo tipo de relación sujeto-objeto[...]; como cosa exterior siempre ya dada frente al sujeto” (*Ibíd.*, 9); y b) el *idealista-racionalista*, que reduce la objetividad “a un acto unilateral de construcción del objeto por parte del sujeto [...];

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

un proceso emanado del acto en que el sujeto *pone* al objeto [...] al nivel de la actividad espiritual o teórico-especulativa” (*Ibíd.*, 10). Dos modalidades contradictorias que o bien olvidan, o bien acentúan mistificadamente “el aspecto activo” de la relación. Para trascender simultáneamente las deficiencias de ambas versiones, se propone considerar la objetividad subjetivamente, es decir, a partir del concepto de praxis: “un proceso en curso [...] que afecta esencialmente y por igual tanto al objeto como al sujeto” (*Ibíd.*, 9) “un proceso básicamente material, [...] de metabolismo práctico entre el hombre y la naturaleza” (*Ibíd.*, 12); “un proceso de constitución de sentido en lo real” que constituye “la posibilidad de comunicar y significar” (*Ibíd.*, 9).

La "verdad" del discurso teórico —y por tanto también su "falsedad", su evasión "al misticismo"— sólo puede ser explicada si ese discurso es concebido como momento componente del proceso práctico-histórico en su totalidad (y no como acto independiente de figuración adecuada o inadecuada, "realista" o "irrealista" de una cosa). Es este proceso el que, según la tendencia inmanente de su desarrollo general, organiza en cada una de sus épocas el campo de posibilidades de la producción de significaciones, es decir: jerarquiza los niveles y las regiones de problematicidad en lo real y ubica la perspectiva desde la cual esta problematicidad puede ser abordada eficazmente. Por esta razón, lo que constituye la "verdad" del discurso teórico es precisamente su compenetración con este proceso —como elaboración conceptual de las significaciones que en él se producen y que, trabajadas, deben revertirse sobre él para su autotransformación—: en otras palabras, su "verdad" es su "poder", su contribución o participación específica en la realización concreta de la tendencia fundamental de este proceso práctico-histórico (Echeverría, 1974:13).

A partir de estas consideraciones, este trabajo de investigación parte de una premisa sencilla: la principal deficiencia de los Estudios de Impacto Ambiental (EslA) es que *restringen la evaluación al ambiente*; es decir, descuidan o relegan al aspecto activo de la relación, de manera que la población directamente afectada queda reducida a un elemento pasivo al que se “manifiestan” previamente y por escrito, los impactos que habrá de soportar en el futuro como consecuencia de la construcción de un proyecto. A partir de esta evidente ausencia, sin embargo, se ha desarrollado el estudio de las interacciones entre los elementos del ambiente; por ejemplo, mediante la incorporación de la complejidad en el concepto de ecosistema, o mediante el concepto de geosistema propuesto por la geoecología del paisaje. La premisa se complejiza al mostrar que las limitaciones fundamentales de los EslA se encuentran en la propia formulación de la EIA, de modo que no pueden ser superadas desde el terreno teórico desde el que se aborda el EslA. Aún las formulaciones teóricas más elaboradas, solo incorporan superficialmente dos elementos fundamentales de la evaluación: el proyecto a

desarrollar y la población afectada. Para iniciar, se mostrará que aún las definiciones conceptuales más someras sobre la Evaluación de Impacto Ambiental consideran la intervención de tres factores: el ambiente, el proyecto y la población. Pero que metodológicamente, aún en sus definiciones más complejas, la *evaluación* se restringe al estado del ambiente, la *evaluación del proyecto* se reduce a una simple descripción y la *participación de la población* se limita al acceso a la información sobre las características del proyecto una vez que ha sido aprobado por todas las instancias.

## **2. Discusión sobre los significados y los alcances de la Evaluación de Impacto Ambiental**

En la mayoría de los manuales que presentan metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, se dedica un capítulo a reseñar históricamente la expansión discursiva y espacial de esta técnica; es decir, a explicar la forma en que la EIA se ha convertido en un instrumento obligatorio a nivel mundial, desde su primer formulación en Estados Unidos de América, contenido en la *National Environmental Policy Act* (NEPA), de 1969. Es por ello, que otro capítulo trata sobre la implementación legislativa de la EIA en cada país (Argentina, España, México, etc.). Algunos estudios también incluyen referentes empíricos de EIA sobre algún caso particular, y algunos otros, incorporan además referentes conceptuales sobre el significado y alcances de las *metodologías de evaluación*, de los *indicadores de impacto* y sobre el *concepto de ambiente*. De acuerdo con la ausencia o la presencia de la discusión empírica y conceptual, así como del grado de profundidad incluido en cada trabajo, y con el objeto explícito de elegir e incorporar los elementos más acabados para elaborar una metodología adecuada para la evaluación de los proyectos de infraestructura carretera analizados por la presente investigación, este apartado emprende el análisis de la diversidad metodológica de la Evaluación de Impacto Ambiental, iniciando con la definición que cada autor o corriente realiza sobre la Evaluación de Impacto Ambiental. Una primera sistematización puede realizarse a partir de la distinción entre las *definiciones científicas*, que se enfocan en la evaluación del ambiente (*Environmental Assessment*); y las *definiciones administrativas*, centradas en la evaluación de impactos (*Impact Assessment*).

### **2.1 La Evaluación de Impactos (EI) como una herramienta para la gestión administrativa del territorio**

La International Association for Impact Assessment la define como “el proceso de identificar, prever, evaluar y mitigar los efectos relevantes, de orden biofísico, social u otros, de proyectos o actividades, antes de que se tomen decisiones importantes” (citado en Burderías y Muguruza, 2008:83). Otras definiciones consideran la

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

Evaluación de Impactos (EI) como un instrumento de planeación o de gestión pública, que “puede ayudar a tomar decisiones políticas y aun a diseñar políticas ambientales” (Echeuri *et al.*, 2001:23). Burderías y Muguruza, en un esfuerzo por trascender su consideración como un “mero trámite”, lo definen como un procedimiento jurídico-técnico-administrativo, cuyos resultados son de carácter vinculante para el promotor del proyecto (2008:83). Por último, Bartlett (1988, citado en Scott-Brown, 2008:3) considera que la EIA constituye una de las mayores innovaciones de políticas y administración del siglo XX.

De tal manera, más allá de su indecisión en torno a si, se trata de un proceso, un instrumento o un procedimiento, lo que caracteriza a las definiciones de corte administrativo es la ambigüedad que presentan sobre su grado de participación respecto de los proyectos analizados. La tesis de García de la Rosa (2001) señala que en algunos casos su aplicación se emplea para aceptar o rechazar proyectos; en otros, solamente para evitar proyectos ambientalmente inapropiados, y en otros más, para proporcionar información en caso de conflictos ambientales (Bojórquez-Tapia y Ongay Delhumau, 1994; citados en García, 2001). Paradójicamente, a pesar de la diversidad de posibilidades que ofrece la EIA desde la perspectiva administrativa (toma de decisiones, diseño de políticas públicas, protección ambiental, diseño de proyectos, resolución de conflictos), también es desde esta perspectiva que se renuncia al potencial político de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Siguiendo a Gilpin (1995), García de la Rosa (2001) considera que la incapacidad de EIA para funcionar como un instrumento de planeación, se debe a problemas técnicos y administrativos. Entre las deficiencias administrativas, señala interferencias políticas, la escasa participación del público, la falta de control en la calidad y su elaboración como “mero trámite”. Mientras que entre las deficiencias técnicas señala “la carencia de expertos y equipos multidisciplinarios [...] la falta de información local y actualizada así como de investigación académica”, y la falta de rigurosidad en los métodos aplicados, que no incorporan principios ecológicos, efectos acumulativos, sinérgicos, controversia entre sectores sociales y los diferentes plazos en la ocurrencia de impactos (García, 2001:2). Por su parte, Scott-Brown (2008) considera que sus principales deficiencias provienen de la escala de su análisis y de su implementación en fases tempranas del proyecto (ver Cuadro I.1). Por último, para coronar las deficiencias que presenta la EIA desde la perspectiva administrativa, Echechuri *et al.*, (2002) consideran que:

Una EIA tampoco da soluciones globales, ya que se trabaja siempre con un proyecto y éste, por definición es acotado. Una EIA en general no plantea la nulidad de un proyecto, sino que identifica y valora los impactos positivos y negativos y las posibles medidas de mitigación de estos últimos, con lo cual, la

*Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

evaluación final sobre la decisión de llevar a cabo o no el proyecto no depende de la EIA, sino de la ponderación de los factores políticos, económicos, sociales y ambientales que le dieron origen. Una EIA no posee características de “*deep ecology*” ni va demostrar conceptos profundos sobre la vida del hombre en el planeta. Una EIA, aún cuando se incorpore en su desarrollo la participación ciudadana, no resuelve conflictos entre partes involucradas; procura alcanzar consensos. Una EIA no resuelve problemas de diseño, los detecta tempranamente. Una EIA no resuelve problemas de calidad de la gestión ambiental urbana, sólo puede contribuir a proponer medidas parciales y sectoriales de gestión ambiental (Echechuri *et al.*, 2002:58).

Como se verá, el desarrollo de la investigación retoma las iniciativas de García (2001) y Scott-Brown (2008) de enfocar la EIA desde una perspectiva crítica, con el objeto de proponer una *metodología propia o apropiada*; e incluso retoma algunos de sus principios básicos, como la distinción entre deficiencias administrativas y científicas (técnicas) como propone García (2001), y un análisis en términos de escala (inmediata, mediata y absoluta), tal como se desprende del ejercicio de Scott-Brown (2008). Sin embargo, se diferencia claramente de ellos pues aborda sistemáticamente sus errores y deficiencias a partir de un marco teórico específico, lo que permite, además de enunciarlos, comprenderlos, y más aún, explicarlos y, eventualmente, incluso trascenderlos.

Cuadro 1.1. Deficiencias escalares (absolutas, mediatas e inmediatas) de la EIA desde una perspectiva administrativa		
Debilidades ( <i>absolutas</i> ) de la EIA	Problemas de aplicación ( <i>mediata</i> ) en países en desarrollo	Debilidades ( <i>inmediatas</i> ) de EIA en América del Sur
Aplicación en la última fase del proyecto	Falta de voluntad política e institucional	Ausencia de requisitos de EIA para políticas, planes y programas
Limitada por Términos de Referencia restrictivos o formalizados	Habilidades y capacidades limitadas de practicantes y reguladores de EIA	Alcance inadecuado de EIA; busca estudiar todo
Limitada a los impactos del área inmediata	Resistencia burocrática a la gestión ambiental de largo plazo	Descriptivo, de baja calidad y repetitivo
Oportunidades limitadas para compartir datos entre proponentes	Antagonismo entre intereses declarados	Enfocado en cumplir requisitos de aprobación, más que en predicción
Excesiva información inútil para la toma de decisiones	Corrupción	Sin detalle en medidas de mitigación y planes de manejo ambiental
Limitada integración de impactos ambientales y sociales	Descentralización de estructuras organizativas	Consulta y participación pública inadecuadas
Ausencia de mecanismos para incorporar a la “opinión pública”	Carencia de metas y objetivos ambientales claros	
Escasa atención al monitoreo y seguimiento de compromisos de EIA		

Fuente: Elaborado con base en Scott-Brown, 2008.

## 2.2 La Evaluación Ambiental (EA) como herramienta para la gestión científica del territorio

La característica más evidente de las concepciones científicas, es el análisis desglosado de los elementos que componen la EIA: en un primer nivel de análisis, se enfocan en la definición individual de los términos, es decir, Evaluación, Impactos y Ambiente; y en un segundo nivel, se enfocan, aunque de forma caótica e incompleta, en sus definiciones relacionales: es decir, Impacto Ambiental (*Environmental Impact*), Evaluación Ambiental (*Environmental Assesment*) y Evaluación de Impactos (*Impact Assesment*). Hasta el momento, parece no existir un manual de EIA, que sistematice claramente cada una de las tres posibles interacciones entre sus términos. Dado que la discusión conceptual sobre la evaluación y los impactos se realiza más adelante (parágrafos 3.1 y 3.2 respectivamente), esta sección enfoca primordialmente las concepciones científicas de *ambiente* en relación con el impacto y la evaluación.

Erias y Álvarez-Campana (2007), al comparar algunas definiciones básicas, optan por utilizar un concepto de *ambiente* alejado de las abstracciones intemporales y utópicas características de la ortodoxia conceptual alojada en las instituciones oficiales, y en cambio lo emplean como una concepción concreta imbuida en procesos espacio-temporales. Sin embargo, al incluir como paradigma la “tragedia de los comunes” de Hardin, retornan a posiciones malthusianas<sup>22</sup>, que enfocan la *sobrepoblación* como el problema fundamental de la *degradación ambiental*. Cantarino (1999) considera al *Impacto Ambiental* como la “alteración de una determinada variable ambiental, dotada de importancia para el ambiente, que puede modificar la calidad del medio”<sup>23</sup>. Borderías y Muguruza (2008:39) definen el *Valor Ambiental* como “el grado de utilidad o aptitud de un ámbito geográfico [...] en relación con su unicidad, escasez, representividad, endemismo, biodiversidad y estado de conservación”.

Pero la característica fundamental de la perspectiva científica, es el escrutinio científico sobre distintos aspectos del procedimiento y los postulados de la EIA. Estudios como el de Cantarino (1999), han llegado a cuestionar, aunque muy vagamente, la “supuesta utilidad” de los proyectos que habrán de impactar “otros elementos del ambiente *igualmente útiles* o deseables” (Cantarino, 1999:45). Esta noción, que apunta a *igualar la utilidad del ambiente a la utilidad del proyecto*, posibilita transitar del concepto de *evaluación como tasación* hacia una conceptualización de *evaluación como comparación*. Pero lo más importante es que apunta a la evaluación del proyecto y no únicamente a la evaluación del ambiente. Más adelante, este mismo estudio incluso plantea

22 Una buena investigación que permite comprender y trascender “la trampa malthusiana”, se encuentra en Bellamy Foster (2000) “El Metabolismo de sociedad y Naturaleza”, en *El Materialismo de Marx. Materialismo y Naturaleza*. Madrid, El Viejo Topo.

23 Sin notar que la “importancia” sólo puede definirse subjetivamente, mientras que la “alteración” está evidentemente mediada por un proyecto.

reflexiones sobre la pertinencia del esquema causa-efecto; de modo que la agudeza de su rigor científico no sorprende: se comprende.

Como ya dejó claro Hume, no hay ninguna forma de demostrar indiscutiblemente, científicamente que tal acción ha causado tal efecto, lo único que podemos hacer, ante una supuesta relación causa-efecto, es comprobar con el mayor cuidado si se cumple una serie de criterios que apoyan o hacen razonable la atribución de causalidad (Cantarino, 1999:50).

Sin embargo, las técnicas empleadas por Cantarino (1999) para superar las limitaciones de la correlación estadística que pueden derivar en “la falacia ecológica”<sup>24</sup>, como confundir causas con efectos cuando se mezclan distintas escalas (individuo/grupo, parte/todo), redundan en la exploración de formas estadísticas más complejas, que si bien se encuentran entre las tradiciones más avanzadas, no contemplan elementos de mediación social fundamentales en el diseño de instrumentos de política pública como la EIA. No obstante, dado que transita del modelo causal determinista a modelos estocásticos (no-deterministas), como los utilizados en procesos de diseño de inteligencia artificial o en el diseño de instrumentos de riesgo financiero, la “tercera componente” incluida por Cantarino es considerada seriamente; pero antes de discutir metodológicamente estas cuestiones, es necesario explicar la mediación estatal.

*El riesgo ambiental es*, por tanto, el impacto ambiental cuando a sus componentes de magnitud de cambio o afección y de valoración de las repercusiones ambientales se añade una tercera componente: la probabilidad de que como consecuencia de la acción, el suceso efectivamente ocurra. En realidad, aunque raramente resulta posible en EIA el uso de modelos causales deterministas, los impactos en general deberían considerarse casi siempre como riesgos. No obstante se reserva aquí este término, de forma simplificada (y en cierta forma de acuerdo con el empleo general) a aquellos impactos para los que se hace uso explícito de modelos probabilísticos y las probabilidades del suceso son relativamente bajas, es decir, a lo que suele considerarse como *accidente* (Cantarino, 1999:51; subrayado añadido).

### **2.3 El Estado y el carácter contradictorio y acotado de la Evaluación de Impacto Ambiental**

Dadas las limitaciones propias de la perspectiva administrativa, este trabajo prioriza la perspectiva científica de

24 Tanto la falacia ecológica como la “falacia atomista. Ambas pueden considerarse variantes del problema que implica hacer inferencias a un nivel de agregación a partir de datos que corresponden a otro nivel. En la falacia ecológica se infiere a nivel individual a partir de datos de nivel grupal [...] La falacia atomística es la falacia de diseñar inferencias a nivel grupal basadas en datos de nivel individual” (Diez Roux, 1998).



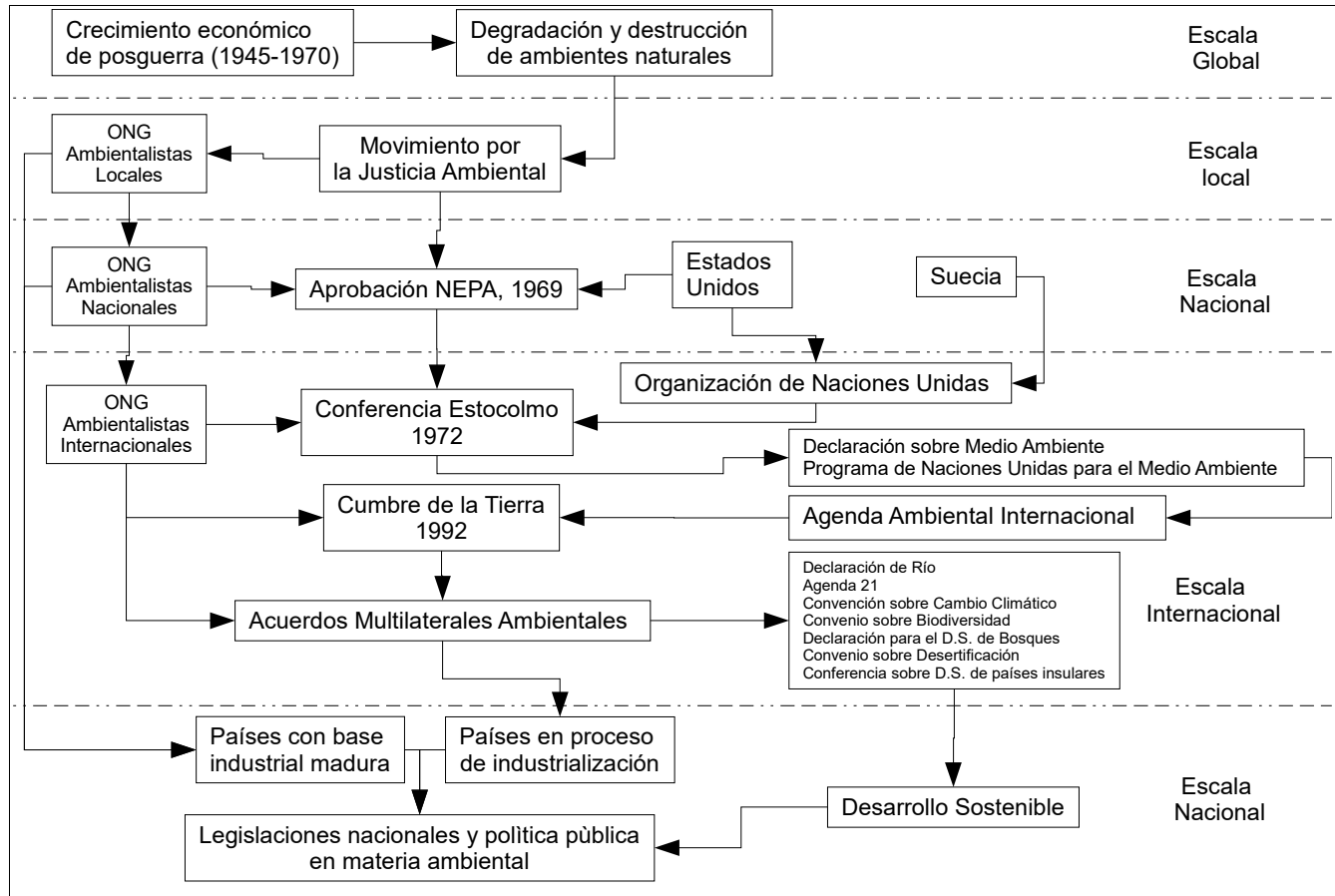
la evaluación. Sin embargo, el análisis de las perspectivas científicas también ha revelado sus propias limitaciones para ofrecer soluciones integrales, evaluar rigurosamente los proyectos, conceptualizar seriamente las interacciones entre la humanidad y el planeta, su participación en la solución de conflictos, etc. Sin embargo, todas estas deficiencias no provienen únicamente de los errores o limitaciones de los métodos científicos, sino fundamentalmente de *la mediación estatal*, es decir, de la apropiación legislativa y normativa que realiza el Estado de los marcos teóricos y metodológicos desarrollados por la ciencia. Mediante esta apropiación, la *mediación estatal* acota las diferencias entre las definiciones científicas y administrativas, y reduce la evaluación a un “mero trámite” burocrático. De manera que es preciso que el esfuerzo científico se plantee como objetivo metodológico central, trascender en primer lugar las mediaciones estatales que reducen la evaluación a un trámite administrativo. Solo así podrá formular estrategias para trascender paralelamente las propias limitaciones científicas. Como primer esfuerzo para trascender tales limitaciones, se procede a realizar una breve reseña histórica sobre la evolución de la evaluación, con el objeto de identificar su configuración histórica específica; y en segundo, se realiza un breve análisis sobre los dos tipos básicos de evaluación consideradas a nivel estatal, es decir, un análisis de escalas de acción de las metodologías de evaluación.

### **a) Evolución histórica de la Evaluación de Impacto Ambiental: del movimiento social a las instituciones financieras internacionales**

Todos los estudios sobre EIA reconocen la legislación estadounidense, expresada por la aprobación de la *National Environmental Policy Act* (NEPA) en 1969, como el antecedente directo de la EIA. Si bien, autores como Erias y Álvarez-Campana resaltan el papel de la discusión científica, sin el que sería “difícil imaginar la aparición de las normativas de evaluación ambiental” (2007:37), existe un consenso entre las posiciones administrativas y científicas en reconocer al Congreso de Estados Unidos de América (EUA) como el impulsor del ambientalismo a nivel global, al menos en el nivel legislativo. Sin embargo, como el mismo *Congressional Research Service* (CRS) ha reconocido, en realidad “el congreso *reaccionó* al creciente interés público sobre los impactos que podría tener la actividad humana sobre el ambiente” (Luther, 2005, subrayados propios) y la NEPA aprobada finalmente en 1969, es el resultado de un debate entre legisladores y agencias gubernamentales, en el que el interés de los grupos ambientalistas, ciudadanos y movimientos sociales urbanos quedó excluido (Lindstrom & Smith, 2001:16 y ss.). Dado que este apartado no es el sitio para la investigación sobre el origen social de la NEPA, simplemente se señala que todavía falta por escribir, o por encontrar a quien ya ha escrito, sobre la fuerza social detrás del intento de los congresistas por construir la percepción de que “el gobierno federal no

seguiría siendo uno de los principales contribuyentes de la degradación ambiental” (Phillips, 1997: 12). Por lo pronto, la evolución de la evaluación, tal como se presenta aquí sigue el ciclo: presión de movimientos sociales estadounidenses; Congreso de EUA; Bancos Internacionales; Estados Nacionales; Investigación Científica; presión social de movimientos sociales globales (Ver Figura 3).

Figura 3. Evolución de la EIA. De los movimientos ambientalistas locales a los organismos financieros internacionales



Fuente: Elaboración propia.

A través de NEPA, el gobierno de EUA exige a todas sus agencias, incorporar y considerar en cualquier toma de decisiones: a) un enfoque que integre ciencias naturales, ciencias sociales y las artes de la planeación; b) considerar los *valores ambientales*<sup>25</sup> no cuantificados; y c) incluir una declaración detallada sobre el impacto, efectos ambientales, alternativas, relaciones a corto y largo plazo y daños irreversibles sobre cualquier acción que pueda afectar la calidad del *ambiente humano* (Sánchez, 2002:40; subrayados propios). Estos tres

25 En la NEPA aparece el concepto *environmental amenities* (*Servicios Ambientales*) cuyo debate también sigue el curso de la cuantificación del valor del ambiente, aunque indirectamente, es decir, a través de los “servicios” que ofrece.

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

principios básicos (el científico, el evaluativo y el declarativo) definidos por la NEPA, constituyen el núcleo de los Estudios de Impacto Ambiental (EslA), que se difundieron desde EUA hacia el resto del mundo a partir de 1973. Siguiendo el estudio clásico de Kennedy (1988), Sánchez (2002) considera que la expansión internacional de un mismo método de evaluación de impacto ambiental, responde a la expansión de un mismo estilo de desarrollo. Pero ha sido un vehículo concreto el que desplegó espacialmente, tanto los daños ambientales de la producción capitalista, como la forma de mitigarlos, sin cuestionar el “modelo de desarrollo”: se trata de los bancos multilaterales de desarrollo; particularmente la *U.S. Agency for International Developing* (USAID) y el Banco Mundial (BM); y más tarde los bancos regionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y finalmente, las Instituciones Nacionales de Apoyo al Desarrollo de los Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo (OECD).

En el caso de *USAID*, cuando el gobierno de Estados Unidos de América consideró su responsabilidad por los proyectos desarrollados con su apoyo financiero, aún cuando se encontraran más allá de sus fronteras políticas, comenzó a apoyar a través de *USAID* la elaboración de EslA en países de África, Asia y América Latina; de manera que esta expansión específica constituye solo una de las caras institucionales del *imperialismo velado o informal*, tal como lo han documentado autores como Petras (1997) y Golinger y Allard (2009). En el caso del Banco Mundial, fueron los sectores ambientalistas los que presionaron para que cada proyecto financiado por el BM en los países del *sur global*, fuera acompañado de una EIA (Rich, 1985 citado en Sánchez, 2002); sin embargo, dado que la presión ambiental se ejerció a través del Congreso de EUA (Walsh, 1986, citado en Sánchez, 2002), una vez que el BM modificó su estructura interna para incorporar la dimensión ambiental, simplemente copió las metodologías de EslA diseñadas en Estados Unidos de América. Un estudio del BID calcula que entre 1980 y 2000, en América Latina fueron invertidos 33 mil millones de dólares empleando más de 22 mil EIA, de las cuales solo el 4% cumplen con aspectos administrativos, técnicos y de sustentabilidad ambiental (Alzina y Espinoza, 2001:13-14).

Tales cifras sugieren que ni la *USAID* ni el BM realizaron esfuerzos considerables por desarrollar las primeras propuestas metodológicas de EslA, de modo que cuando la mayor parte de los Estados nacionales integraron la EIA en sus legislaciones, como condición para recibir apoyos económicos internacionales, las metodologías mantuvieron una perspectiva acorde con las esferas financieras que les permitieron su difusión. A partir de este momento, sin embargo, los centros de investigación nacionales (fundamentalmente públicos, pero también privados) comenzaron a revisar las metodologías, aunque sin una posición crítica sobre su utilización. Erias y Álvarez-Campana (2007:13), por ejemplo, aún con una clara comprensión del ambiente como parte integral de

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

la actividad social, consideran la EIA como el método más acreditado en el mundo, simplemente porque su uso “se extiende por 120 países”. En América Latina además, el impulso ambientalista que instaló la EIA como instrumentos de política pública a partir de los Organismos Financieros Internacionales (OFI's), coincidió con el fin de las dictaduras militares, la implementación de políticas neoliberales y la concesión de grandes obras de infraestructura a capitales nacionales y extranjeros; proceso al que se superpone también el proceso de mercantilización de la riqueza natural, que más que profundizar la *conciencia socio-ambiental* en los inversionistas (Verocai, dixit), profundizó las *inversiones ambientales*. La influencia de todos estos procesos sobre la EIA, la han convertido en más que un “mero trámite” pues en realidad, constituye un negocio simple: consistente en un proceso de “corte y pega” de información inútil para la toma de decisiones (Scott-Brown, 2008:5) enfocado en la aprobación del proyecto con base en la legislación vigente.

Empresas de consultoría internacional se han interesado en los mercados de América Latina y creado oficinas filiales o firmado consorcios con empresas nacionales, ampliando así la competencia en los mercados. A partir de 2003, fue la adopción de los Principios del Ecuador por una gran mayoría de bancos comerciales que ha aumentado la demanda por evaluaciones ambientales que cumplan con los estándares de desempeño establecidos por la Corporación Financiera Internacional (CFI) para los proyectos que implican inversiones mayores a 10 millones de dólares (Verocai, 2011:2).

Pero mucho más que los centros nacionales de investigación, aunque muchas veces también a través de ellos, las instituciones financieras continuaron marcando las pautas metodológicas de la EIA a través de los “esfuerzos de capacitación [...] realizados con el apoyo de organismos financieros o de cooperación técnica” (*Ibid.*, 4) y mediante revisiones regionales de la calidad de la EIA. El estudio mencionado del BID, realizado en el marco del programa de “Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en Países de América Latina” (MIREIA) en 2001 (ver Cuadro 1.2), por ejemplo, señala que la baja calidad de evaluaciones realizadas constituye la principal razón de la escasa credibilidad que tiene la EIA en América Latina, e incluye 12 recomendaciones (Alzina y Spinoza, 2001:87), que si bien no marcan de forma inmediata la pauta de las investigaciones científicas en torno a la EIA, si buscar corregir los procedimientos administrativos, técnicos y legales de su implementación. Entre sus conclusiones, se incorporan propuestas *científicamente razonables y políticamente necesarias*, como la incorporación de análisis integrados para considerar las sinergias entre proyectos y la promoción del involucramiento de las comunidades afectadas mediante el acceso a la información, pero éstas se mezclan con propuestas *contradictorias y burocráticamente autorreferidas*, como acotar la evaluación a zonas de interés ambiental y evitar discusiones sobre los modelos de desarrollo que sostienen a los proyectos. Todo lo anterior

ha favorecido que las EIA mantengan una polaridad en cuanto a la calidad de sus contenidos: constituyen detalladas y rigurosas descripciones de proyectos y del medio físico, pero son incapaces de incorporar a las poblaciones locales al desarrollo que detonan y de mitigar sus impactos ambientales.

**Cuadro I.2. Recomendaciones de MIREIA (BID) para la EIA en países de América Latina y el Caribe**

1. Priorizar visiones humanistas que incorporen aspectos culturales, paisajísticos y socioeconómicos
2. Considerar las sinergias entre impactos generados por múltiples proyectos a partir de la EAE
3. Limitar la evaluación a sectores prioritarios, localizados en ecosistemas sensibles o de interés ambiental
4. Simplificar los métodos de evaluación de modo que se evite la protección ambiental “*per se*”
5. Incorporar tecnologías de estimación y cuantificación de incertidumbre de las predicciones
6. Generar consensos sobre temas de interés general para promover redes de intercambio de información
7. Elaborar guías estandarizadas para la estimación de impactos
8. Estandarizar criterios para evitar discusiones que obstaculicen la implementación de proyectos y la protección del ambiente
9. Difusión de las experiencias locales de EIA (con base en guías, metodologías, cursos, consultores, etc.)
10. Simplificar diferencias regionales con guías directrices que guíen calidad, relevancia ambiental, etc
11. Elaborar guías de información sobre plazos y formas de participación válidos para la población afectada
12. Capacitar a autoridades, proponentes, consultores, comunidad, academia, y otros actores para “descubrir” lo significativo y lo necesario de incorporar en la EIA, incluyendo manuales de “buenas prácticas” en EIA

Fuente: Elaboración con base en Alsina y Espinoza, 2011.

En el caso de los países europeos, la primera reacción ante la implementación de las metodologías de EIA fue resistirse a la adopción de instrumentos diseñados en EUA. Una segunda reacción fue diseñar instrumentos propios; sin embargo, Sánchez (2002) considera que únicamente Francia logró diseñar una metodología independiente de la aprobada por la Comunidad Económica Europea en 1985, que resultó de las discusiones comunitarias realizadas en el marco de los Programas de Acción Ambiental, impulsadas a raíz de la Conferencia de Estocolmo (1972). De cualquier modo, aunque en un principio la política europea en materia de EIA buscó distinguirse, al menos en su diseño, por evitar los posibles daños ambientales *a priori* (García, 2004:19)<sup>26</sup>, a partir de 1997 comenzó a homologar sus principios con la incorporación de la Evaluación Ambiental Estratégica, en la que se introduce el concepto más permisivo y de corte neoliberal, de “quien contamina, paga” (*Ibid.*, 20). El análisis de la expansión de la EIA en América Latina esclarece que no fue el consenso ambiental lo que determinó su expansión, sino la actuación de las OFI, que exigían la implementación de EIA como requisito para la utilización del financiamiento internacional (*Ibid.*, 14). Cuando las instituciones nacionales de investigación “entran al debate” sobre la EIA, las cuestiones técnicas ya han sido reguladas por las legislaciones nacionales, de modo que los aportes científicos logran transformaciones en un ámbito limitado y terminan mediados por la

26 A diferencia de la forma americana, que claramente priorizaba la mitigación a posteriori.

definiciones estatales. Por tal motivo, la distinción entre las perspectivas administrativas y científicas se ha ido desvaneciendo; de hecho, muchos autores (Borderías y Muguruza, 2008; etc.) presentan las dos perspectivas en un mismo estudio y se mueven entre una y otra de forma inconsciente, inconsecuente e incongruente.

Todo lo anterior, refuerza la importancia de emprender la reconstitución de la Evaluación de Impactos Ambientales generados por los proyectos de infraestructura, a partir de métodos científicos que sean *capaces de evaluarse a sí mismos*, que posean reflexiones -así sean someras- sobre “la esencia de la técnica” (Heidegger) y que estén dispuestos a trascender la *subordinación de la técnica* configurada por la hegemonía estadounidense entre 1945 y 1970 (Harvey, 2003). La propuesta metodológica, consiste en incorporar la participación social en toda su radicalidad. No solamente como una consideración teórica, sino como una necesidad práctica. Si realmente, como señala la Academia de Ciencias (NRC), se pretende “una transición con éxito hacia la sostenibilidad a lo largo de las dos siguientes generaciones” sin tecnologías milagrosas, ni transformaciones drásticas de las sociedades humanas, no solamente “se requieren avances significativos en el conocimiento básico, en la capacidad social y capacitación tecnológica para utilizarlos y en la voluntad política para convertir estos conocimientos en acción” (NRC, 1999 citado en Erias y Álvarez-Campana, 2007:53). En el siguiente apartado, se analiza críticamente la Evaluación Ambiental Estratégica, como un intento por trascender las limitaciones tradicionales de la EIA desde su perspectiva científica y administrativa.

## **b) Una nueva escala de análisis: Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)**

### **i. Noción de la Evaluación Ambiental Estratégica a nivel conceptual**

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es una nueva herramienta de evaluación diseñada para intentar superar todas las deficiencias de la EIA y, al mismo tiempo, mantener su vigencia; de modo que su evolución histórica se funde, y a veces se confunde. Prácticamente todos los autores resaltan el gran potencial de la EAE para lograr los objetivos tradicionales de conservación ambiental e incluso de objetivos novedosos como el “alivio a la pobreza” (Laats *et al.*, s/r: 8). Sin embargo, el diseño e implementación de la EAE no solo responde a las mismas mediaciones institucionales que la *EIA tradicional* sino que, debido a que se trata de una herramienta de reciente construcción, su escasa *tradición* dentro de la reflexión científica presenta aún mayor ambigüedad en sus planteamientos conceptuales, metodológicos y procedimentales. Así lo expresa una de las definiciones clásicas realizada por la *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD): “EAE se refiere a acercamientos analíticos y participativos que se empeñan en integrar consideraciones ambientales en

## Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto

políticas, planes y programas, y evalúan sus vínculos con consideraciones económicas y sociales” (citado en Laats *et al.*, s/r).

La diferencia de la EAE respecto de la tradición precedente es que la evaluación se instala al nivel de lo que ha sido denominado como el “análisis o evaluación PPP”, es decir la evaluación de Políticas, Programas y Planes de carácter estatal. La *International Association for Impact Assessment* (IAIA), a través de sus conferencias anuales desde 1990<sup>27</sup> y de un trabajo de homologación de criterios difundidos por publicaciones periódicas, considera que un proceso de EAE “informa a los planificadores, tomadores de decisiones y público afectado, sobre la sostenibilidad de las decisiones estratégicas, facilita la búsqueda de la mejor alternativa y asegura un proceso democrático de toma de decisiones”; lo que *eficientiza* el proceso de EIA a nivel de proyectos, pues aumenta la credibilidad de las decisiones (IAIA, 2002), pero sobre todo, porque reduce el número de proyectos que deben someterse a EIA (Laats *et al.*: 9). Scott-Brown (2008) considera la EAE como el vínculo entre la *ciencia* de evaluar sistemáticamente las consecuencias ambientales de las políticas, planes y programas emprendidas por el Estado, cuya magnitud sobrepasa las capacidades de la EIA, y el *arte* de incorporar el contexto político en el que se toman las decisiones.

Otra característica de la EAE es la incorporación del *desarrollo sostenible* como concepto central de la evaluación, a la que considera integrada, bien enfocada, responsable, participativa, e iterativa<sup>28</sup> (IAIA, 2002). Se considera *estratégica* puesto que su perspectiva se sitúa en la escala estatal (Scott-Brown, 2008) y porque su análisis integra ecosistemas, unidades de paisaje, regiones socio-políticas, al tiempo que establece estrategias de gestión (Laats *et al.*, s/r); de manera que la EAE permite determinar la capacidad de una región para recibir nuevas intervenciones (*Ibid.*). Por sus características, el Banco Mundial considera que la EAE puede ser de alcance *Regional*, basada en delimitaciones físicas (cuencas, unidades ambientales) o *Sectorial*, con base en sectores económicos específicos (industrial, turístico, urbano) (Scott-Brown, 2008; Laats *et al.*, s/r). En definitiva, mientras que la EAE es responsabilidad del Estado, pues es el único ente capaz de elaborar una evaluación a nivel global, a mediano y largo plazo, en un contexto de alto grado de incertidumbre -ya que actúa a *nivel estratégico*, donde la visión y la realidad política juegan un papel predominante; la EIA, es

27 Suiza, 1990; USA, 1991, 1992; China, 1993; Canadá, 1994; SudÁfrica, 1995; Portugal, 1996; USA, 1997; Nueva Zelanda, 1998; Escocia, 1999; Hong Kong, 1999; Colombia, 2001; Holanda, 2002; Marruecos, 2003; Canadá, 2004; USA, 2005; Noruega, 2006; Korea, 2007; Australia, 2008; Ghana, 2009; Suiza, 2010 y México, 2011.

28 La iteración “indica una acción repetitiva”; “el acto de repetir un proceso con la intención de alcanzar una meta deseada, objetivo o resultado”. En gestión de proyectos es “la técnica de desarrollar y entregar componentes incrementales de funcionalidades de un negocio” (*Ibidem*). IAIA (2002), se refiere a la EAE como *iterativa* pues “Asegura la disponibilidad de los resultados de la evaluación a tiempo para influir en la toma de decisiones e inspirar la planificación futura. [Y] Proporciona información suficiente sobre los impactos reales de la aplicación de una decisión estratégica, para juzgar si esa decisión debe ser modificada, y para proporcionar una base para futuras decisiones”.

responsabilidad del “proponente”, una empresa o un conjunto de capitales individuales que actúan a *nivel operativo*, por tanto, la escala de análisis se restringe al ámbito local afectado directamente por un proyecto específico y la evaluación se restringe a los impactos inmediatos y de corto plazo, con base en trabajo de campo, muestreos y datos cuantitativos, por lo que su trabajo resulta más riguroso y detallado. De esta forma, al igual que el capital y el Estado, estos instrumentos no se excluyen, se complementan.

## **ii. Despliegue territorial de la Evaluación Ambiental Estratégica: el caso de Bolivia**

En América Latina tal complementación se expresa en algunos proyectos impulsados por el BID: “Gasoducto Brasil-Bolivia (1994), Tres Planes de Desarrollo Regional en Perú (2004), Desarrollo de Estrategia de Gestión de Aguas Servidas en Trinidad y Tobago, Planes de Desarrollo Turístico en Brasil y la Estrategia de Manejo Costero en Barbados” (Laats *et al.*: 10); y mucho más claramente en la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), en la que otra institución financiera multilateral, el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) ha desempeñado un papel predominante. En todos estos proyectos de mega-infraestructura, cuyo carácter transnacional es cada vez más evidente, los “organismos internacionales y especialmente el Banco Mundial” han presionado para incorporar la EAE “con el propósito de facilitar un espacio de diálogo constructivo entre los gobiernos y los actores clave del área de influencia de los grupos de proyectos” (*Ibidem*), aunque de formas “paralelas y no integradas a los procesos de planificación” (*Ibid.*, 11).

Uno de los países latinoamericanos que permite analizar la implementación de esta reciente herramienta de gestión pública transnacional es Bolivia. La EAE fue introducida a través del Ministerio de Desarrollo Sostenible en Bolivia y contó desde 2004 con la asesoría del Programa de Cooperación al Desarrollo de la embajada de los Países Bajos y la Comisión Neerlandesa de Evaluación Ambiental (NCEA); cuyo objetivo es “difundir los beneficios de la aplicación de la EAE” y “generar modelos que puedan ser repetidos y recomendaciones para la elaboración e institucionalización” (*Ibidem*). A partir de 2007, el Plan Plurianual 2007-2011 sobre Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente, distingue la Planificación Estratégica Ambiental a nivel nacional, de la EIA a nivel departamental y elabora el Reglamento de Evaluación Ambiental Estratégica en la que se define como “un instrumento de planificación sistemático y participativo (sic) que considera la variable ambiental y social y evalúa las consecuencias socio-ambientales de la adopción de Políticas, Planes y Programas, generando información relevante para la toma de decisiones y el establecimiento de medidas socio-ambientales para el desarrollo integral sustentable en armonía con la naturaleza” (*Ibid.*, 13).



*Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

Uno de los primeros proyectos donde se implementó la EAE fue en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguaragüe (ver Cuadro 1.3). En 2007, se identificó que la población indígena de origen guaraní mantenía desconfianza de participar con el Ministerio de Hidrocarburos. En 2008, a partir de un Convenio para la Gestión de Responsabilidad Compartida con un sector de la población y el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), la Embajada de Países Bajos, SERNAP y una organización indígena iniciaron un proceso de EAE. Durante la fase de diagnóstico (2010-2011), se detectó la preocupación social por la contaminación de las aguas y la pérdida de biodiversidad provocados por la instalación de zonas de exploración y explotación de hidrocarburos, por parte de YPF; la segunda fase (2012) inició la elaboración del Plan Estratégico para el Desarrollo Integral del Parque Nacional Aguaragüe y Territorio Ancestral del Pueblo Guaraní. Laats *et al.*, consideran que existe el riesgo de un protagonismo inequitativo de la Asamblea del Pueblo Guaraní (APG) y que, aunque la elaboración de la EAE es un logro en sí mismo, “la falta de participación por parte de la población indígena [...] no promueve el sentido de inclusión y apropiación que debería tener una EAE” (*Ibid.*, 29).

Cuadro 1.3. Proyectos en los que se ha implementado la EAE en el Estado Plurinacional Boliviano	
En fase de preparación	En fase de ejecución o concluidos
Salar de Uyuni (Diciembre de 2004)	Oriente Boliviano (2005)
Puerto Busch (Septiembre 2004 – Febrero 2005)	Río Madera, (1ra fase- julio 2010, 2da fase octubre 2012)
Río Madera (Marzo 2008)	Hidrocarburos (2010-2012)
Hidrocarburos (Abril 2009)	Aguaragüe (Julio 2010)
Programa de Riesgos de inundaciones en el Beni “Vivir con el Agua” (noviembre 2011)	Programa Forestal Baba Carapa (Abril 2011)
	TIPNIS (Junio 2011)
INRA (Septiembre 2012)	Suroeste Potosino (primera fase, febrero 2012)

Fuente: Elaboración con base en Laats *et al.*, (s/r).

A partir de este caso, se reproduce un modelo que muestra que ni el Estado Plurinacional Boliviano ni la población indígena participan en la elaboración de la EAE. Laats *et al.*, reseñan siete casos: A) En Pílon Lajas, el Ministerio de Hidrocarburos solicitó a la NCEA, en 2008, la elaboración de los Términos de Referencia (TdR) para iniciar la EAE, con el fin de resolver conflictos con población indígena que “piensa [que la EAE] es un proceso de consulta” (*Ibid.*, 31). En los casos de B) Puerto Bosh y C) Salar de Uyuni, la EAE fue financiada por la embajada de Dinamarca, ejecutada por la empresa Ecoviana, y nuevamente “los actores principales, sobre todo a nivel local, participaron poco en el proceso de elaboración” (*Ibid.*, 33). D) En Río Madera, los TdR fueron elaborados por la NCEA y su implementación fue realizada por Ecoviana. E) En el proyecto carretero a través del TIPNIS,

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

financiado por la Embajada de los Países Bajos, se detectó que “los propietarios del territorio [...] no fueron consultados en relación con el proyecto del camino”, mientras que los sectores “a favor de la construcción de la carretera [...] decidieron no facilitar el acceso público al informe de esta EAE” (*Ibíd.*, 37). F) El caso de Baba Carapa es el más claro sobre las limitaciones y verdaderas posibilidades de la EAE: se trata de un proyecto de industrialización en el que los donantes, las embajadas de Países Bajos, Suecia y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PUMA), con el objeto de evitar una EIA “porque esto requería un procedimiento formal y la tramitación de una licencia ambiental” (*Ibíd.*, 38), guiaron todo el proceso sin asignar fondos a la Ejecución del Plan de Acción Estratégico.

El análisis de la EAE muestra que su diseño implica no solamente la *mediación estatal*, sino además una *mediación estatal plenamente subordinada* a instituciones internacionales. A contrapelo de las conceptualizaciones abstractas, no necesariamente teóricas, sobre la predominancia del Estado en la formulación e implementación de la EAE, lo que devela el análisis empírico a partir de la experiencia boliviana es la utilización del Estado para la implementación de proyectos de carácter trasnacional. De manera que, si la EIA *limita la participación de la población afectada a través de la acción del Estado*, la EAE *limita la participación del Estado mediante la justificación de la incorporación de la población afectada*. De esta manera, la incorporación de la población afectada en los mecanismos de evaluación debe comenzar por recomponer la EIA, para posteriormente transformar incluso la EAE. Cada metodología responde a necesidades específicas: la EIA, a la desregulación estatal de la producción de infraestructura y a la participación de capitales privados (1973-1994); en ese contexto, el capital privado debe manifestar los impactos de su actuar ante el Estado para lograr consenso entre la población afectada. La EAE por su parte, surge un contexto distinto, en que el capital trasnacional penetra, además de la producción, el diseño de la infraestructura más allá de las fronteras del Estado, mediante la conformación de bloques geopolítico-regionales: TLCAN, Proyecto Mesoamérica (antes PPP) e IIRSA (1994-2009); de modo que ahora el capital no sólo debe justificar su acción ante el Estado, sino además lograr el consenso entre los Estados. Si la EIA responde a la privatización de la infraestructura nacional; la EAE responde a la trasnacionalización de la infraestructura y a la sobreacumulación de capital.

De esta forma, aún cuando las metodologías desarrolladas de acuerdo con parámetros científicos incorporen teóricamente las complejidad de las relaciones socio-ambientales, los dos tipos de evaluación reconocidos por las legislaciones nacionales, escinden la posibilidad de evaluaciones integrales, que incluyan todas las escalas de análisis en un mismo documento. Además, los resultados de cada tipo de EIA, deben quedar expresados en un documento denominado Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), que incluye una serie de procedimientos

técnicos, definidos por las legislaciones nacionales y regulados por el Estado, como condición para aprobar la construcción de un proyecto. Es mediante este instrumento técnico que la evaluación se restringe al ambiente, el análisis del proyecto se reduce a su descripción técnica y de diseño, y que la participación de la población se limita y se contiene mediante formas y plazos pre-establecidos. El análisis pormenorizado del EsIA continuará en la última sección del capítulo, pero antes de explicar el diseño de una metodología integral para la evaluación de impactos socio-ambientales de los proyectos de infraestructura carretera, el siguiente apartado realiza un somero análisis de las metodologías tradicionales empleadas para la evaluación de impactos desde la perspectiva del discurso crítico.

### **3. Comentarios sobre los tres niveles o límites de las metodologías tradicionales para la Evaluación de Impacto Ambiental: evaluación, impactos e indicadores**

Todas las investigaciones en el campo de la evaluación de impacto ambiental concuerdan en la co-existencia de dos metodologías: los métodos cualitativos y los métodos cuantitativos. En el primer caso, se encuentran las descripciones narrativas, las listas de verificación, las matrices de impactos y los diagramas de flujo y de redes. En general, se considera que la simpleza y facilidad de los métodos cualitativos se contraponen a su carencia de procedimientos sistemáticos, caracterizados por su irrepetibilidad, su capacidad limitada para manejar datos, además de que resultan, en general, ineficientes, sesgados y mal interpretados. Por su parte, las matrices cuantitativas, los análisis coste-beneficio, los modelos de simulación, la sobreposición de capas, los análisis multicriterio y las técnicas difusas tienen en común la posibilidad de ser rigurosamente probadas, pero presentan diversas deficiencias: elevados costos, periodos de tiempo prolongados, y la participación de diversos especialistas capacitados para su diseño, ejecución e interpretación (García, 2001). Estos son las dos dimensiones que el discurso en torno de la evaluación considera como generalmente válidas. Sin embargo, existen al menos tres niveles en los que puede analizarse la complejidad metodológica de la Evaluación de Impacto Ambiental: la evaluación, los impactos y los indicadores.

Sin considerar seriamente la mediación estatal incorporada por las legislaciones ambientales, la participación de los bancos internacionales en su difusión y la abstracción de la sociedad en su diseño y ejecución, las propuestas metodológicas que pretenden afinar y complejizar las técnicas de evaluación consideran que la EIA sirve únicamente para la justificación de proyectos debido a la vaguedad de los métodos cualitativos y al subdesarrollo de los métodos cuantitativos disponibles. A partir de esta premisa común, las investigaciones en este terreno han realizado diversos avances en: a) la sistematización de reglas formales y de análisis de

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

evaluación; b) el manejo de relaciones complejas entre las variables; c) identificación de los impactos secuenciales; d) la evaluación de la magnitud o significancia de los impactos; e) incorporación de las medidas de mitigación en el diseño metodológico; e) la posibilidad de repetir y verificar las técnicas empleadas; y en menor medida, han logrado también *eficientizar* su utilidad en la toma de decisiones en casos complejos. Sin embargo, todas estas investigaciones se han limitado a la reconfiguración de las deficiencias estructurales de la EIA y ninguna se ha planteado explícitamente la tarea de trascenderlas.

Las exhaustivas revisiones bibliográficas sobre los métodos disponibles y las múltiples historias escritas sobre el desarrollo de la EIA, que acompañan a los esfuerzos por justificar la identificación de impactos, las explicaciones sobre la racionalidad aplicada en la evaluación, la formalización de los criterios aplicados, la inclusión de operaciones algebraicas en el diseño de la matriz de interacciones, los análisis multicriterio, ni aún la propia *evaluación de las metodologías de evaluación* (García de la Rosa, 2001; García Leyton, 2004; Mota Sánchez, 2013; Rojo Negrete, 2013); nada de ello ha evitado que la EIA mantenga las tendencias sesgadas que favorecen la reificación de los discursos contenidos en los planes de desarrollo que guían la expansión de infraestructura de transporte en México. El problema principal consiste en que las investigaciones buscan trascender las limitaciones estructurales de la EIA sin atender las mediaciones sociales que inexorablemente reducen cualquier esfuerzo metodológico de EIA a un *trámite burocrático*.

Con el objetivo reposicionar a la EIA como un elemento central de las tensiones políticas y ambientales que surgen en la promoción de cualquier proyecto de infraestructura, la hipótesis que guía la elaboración de una metodología que verdaderamente permita evaluar los impactos ambientales y sociales de los proyectos de infraestructura, y que pueda trascender los límites impuestos por las mediaciones institucionales ya referidas, consiste en detectar e incorporar aquellas *variables encubiertas* por el desarrollo de los discursos institucionales, científicos y económicos que se encuentran en la base del desarrollo de las metodologías tradicionales para la Evaluación de Impactos; y no en mejorar, y mucho menos en complejizar, las técnicas de cuantificación ya desarrolladas. La hipótesis apunta hacia el *terreno oculto* evadido por las metodologías tradicionales de evaluación; el objetivo metodológico de una evaluación crítica consiste precisamente en *visibilizar* aquello que no se percibe de inmediato.

### **3.1 La evaluación objetiva-científica (valor absoluto) y la evaluación subjetiva (valor relativo): tasación, comparación y valoración**

Dado que son las instituciones financieras las que introducen el concepto de EIA en los Estados nacionales, el concepto de *evaluación* arriba a los distintos centros de investigación con una carga connotativa economicista; de modo que en un principio, el ejercicio de evaluación de los proyectos consiste en un intento científico, pretendidamente neutro, por “otorgar un justo valor, no necesariamente monetario, a los aspectos ambientales” (Cantarino, 1999:57). De acuerdo con esta perspectiva, la *tasación objetiva del valor ambiental*, tiene como objetivo integrar consideraciones económicas y ambientales, “en el proceso de toma de decisiones políticas”. Es por esta razón, que los análisis coste-beneficio (que, como se verá, empatan con la dicotómica paridad positivo/negativo) constituyen uno de los primeros y principales métodos empleados para la Evaluación de Impactos. Aún en 2011, el Fondo Español de Evaluación de Impacto (SIEF), “el fondo fiduciario más cuantioso centrado en la evaluación de impacto establecido hasta ahora en el seno del Banco Mundial” (Getler *et al.*, 2011), persiste en el empleo del análisis coste-beneficio, cuyo “principal desafío” es “identificar la *relación causal* entre el proyecto, el programa o la política y los resultados de interés” (*Ibidem*). Aunque su pretensión discursiva es la evaluación del “bienestar de las personas”, la metodología solo cuantifica los costos y los beneficios que reporta un proyecto o programa para la entidad (pública o privada) que lo implementa.

A partir de la década de 1980, se generaliza en los centros nacionales de investigación una corriente que intenta trascender la evaluación como tasación, restringida al *valor cuantitativo* del ambiente, a partir de la incorporación de una evaluación *cuantitativa*. Esta tendencia, expresada por la ambientalista Sharon Beder en 1993<sup>29</sup>, considera que “la pretensión de que los Estudios de Impacto Ambiental sean completamente objetivos, científicamente neutros, es ilusoria” (Cantarino, 1999: 57); y postula que cualquier evaluación necesariamente está cargada de juicios, apreciaciones, etc. En este mismo sentido, Borderías y Muguruza (2008: 39) consideran una dimensión del valor ambiental que puede variar “en función de los intereses o del punto de vista ideológico de quien lo valore”. La dimensión subjetiva de la evaluación, o la *valoración perceptual*, además cambia temporal, cultural y tecnológicamente: “Un tendido ferroviario valorado décadas atrás como factor de expansión urbana, puede ser considerado más tarde como una barrera; o una insalubre área pantanosa puede pasar a ser una zona protegida por sus valores naturales como humedal” (Borderías y Muguruza, 2008: 39).

29 En su artículo “Parcialidad y objetividad en la Evaluación de Impacto Ambiental”, publicado en el N° 68 de la revista australiana *Chain Reaction*, Sharon Beder considera que más allá de las omisiones de información características de la década de 1970, los estudios de impacto modernos resultan parciales debido a la forma como enfocan el problema, la escala del estudio, y “la forma en que los datos científicos son recopilados, analizados, interpretados y presentados.”

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

Los factores que relativizan el valor del ambiente pueden ser abordados desde distintas perspectivas: estética (paisaje), conservación (biodiversidad), ecosistema (especificidad), social (soporte de actividades humanas), económica (productividad), cultural (significados), política (intereses), o histórica (temporal). Incorporar el valor relativo del ambiente, no implica el abandono de la pretensión científica de una evaluación, sino la transformación del paradigma científico de la evaluación. Considerar simultáneamente el valor absoluto y el valor relativo de aquello que se evalúa (ya sea el estado del ambiente, el bienestar de las personas, o la relación entre ambos) es uno de los aspectos necesarios para trascender las metodologías tradicionales de evaluación, caracterizadas por restringir o priorizar uno de los dos polos. Martín Cantarino señala que la cientificidad debe estar acompañada del reconocimiento explícito de los juicios y apreciaciones que acompañan la evaluación; pues estos no pueden esconderse “bajo una falsa objetividad científica” (Cantarino, 1999: 58). Además, el *reconocimiento explícito de la valoración subjetiva*, como lo llama Cantarino (*Ibidem*), permite alcanzar el “consenso social exigible” para un instrumento que pretende servir en el proceso de toma de decisiones políticas.

La *corriente valorativa* logra trascender la limitada noción de objetividad como una realidad que se impone al sujeto (científico) que lo constata; e incluso incorpora las relaciones sociales en la práctica científica. Sin embargo, una vez que la reconoce, la desecha, y reduce la potencia de la participación social (comunitaria) a su incorporación abstracta, contenida únicamente en el reconocimiento de una porción subjetiva en su análisis. De acuerdo con Cantarino, Bean-Lands & Duinker, por ejemplo, “insisten en que los aspectos sociales tienen un papel dominante al inicio del estudio, puesto que se trata de fijar qué aspectos del medio pueden considerarse relevantes, mientras que, una vez fijados éstos, el trabajo científico pasa a tener mayor importancia sin por ello verse libre, por supuesto, de los dictados valorativos” (*Ibid.*, 58). Pero los “dictados valorativos” quedan expresados en la opinión (individual) del científico que realiza la evaluación. Así se puede dar lugar, por ejemplo, a desechar consideraciones sociales fundamentales que *el científico* considera irrelevantes; lo que conduce a los EsIA a perder el “consenso social exigible” que parecía constituir una de sus premisas básicas. Borderías y Muguruza (2008: 144) buscan trascender la dicotomía entre la valoración subjetiva y la evaluación objetiva a partir de criterios de valoración basados en las ciencias ambientales, la ecología, la economía y la sociología, jerarquizados de acuerdo con la valoración de cada componente.

En conclusión, aunque la *corriente valorativa* tiene la ventaja de incorporar el factor subjetivo en sus metodologías de evaluación, pues parte de datos y valoraciones ofrecidos por la población afectada, presenta la deficiencia de dirigir y restringir la información recopilada hacia quienes toman las decisiones. De esta forma, el

objetivo de la valoración subjetiva se limita a que “los aspectos ambientales reciban la adecuada consideración, antes de que se tome una decisión administrativa” (Cantarino, 1999: 58). Pero la principal deficiencia de estas dos formas de evaluación, que corresponden con “las dos modalidades del *discurso teórico moderno*” (Echeverría) consiste en restringir la evaluación desde la perspectiva ambiental y excluir la perspectiva histórico-cultural de la evaluación. Aunque la *corriente valorativa* incorpora variables subjetivas, como sostenibilidad y conservación de la diversidad, y parte de principios básicos de política y ética ambiental, como el principio de equidad, el principio de “quien contamina, paga”, el principio de prevención, el principio de cautela o de precaución, el principio de información y de participación pública; persiste en relegar la perspectiva de la población afectada a un segundo plano. Las *valoraciones de los afectados* se incorporan como variables que sirven más para *justificar que para evaluar* la implementación de proyectos.

### **3.2 La conceptualización dicotómica de los tipos de impactos**

Una forma empleada comúnmente por las metodologías tradicionales de evaluación para conceptualizar los impactos generados por algún proyecto, consiste en establecer *pares dicotómicos* que permiten distinguir el sentido y las características locacionales y temporales de los impactos; sin embargo, la comprensión dicotómica de los impactos, según la cual la construcción de una autopista puede ser positiva o puede ser negativa, impide profundizar en la complejidad real de los impactos. En el contexto capitalista contemporáneo, en el que predominan las relaciones sociales contradictorias, donde las relaciones socio-ambientales (metabólicas) han sido fracturadas y en que la infraestructura de transporte lleva al *fetichismo de la mercancía* a una escala regional, la conceptualización dicotómica de los impactos resulta inoperante. Los impactos inmediatos de la construcción de infraestructura, por ejemplo, suelen resultar positivos para sectores minoritarios de la población que no reside en el lugar de emplazamiento: trabajadores temporales, constructores e inversionistas. Por su parte, la población local resiente los impactos negativos de la construcción: transformaciones en la propiedad, aumento del tráfico y del ruido, movimiento de materiales, generación de escombros, etcétera.

Al considerar aspectos centrales de la estructura social, como la estratificación por clases, el sentido de los impactos se complejiza más allá de la dicotomía positivo-negativo. La estructura de la propiedad (privada y social), otro aspecto fundamental de la organización social, particularmente en México, añade una dimensión espacial (horizontal) a la estratificación de clases (vertical), que también obliga a romper con los esquemas tradicionales, que dicotomizan los tipos de impactos. Los impactos directos sobre un tipo de propiedad, suelen tener impactos indirectos sobre otros: por ejemplo, aunque la infraestructura afecte exclusivamente predios

*Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

privados, las variaciones en el valor del suelo pueden ejercer presiones para la venta de los ejidos aledaños; y al revés, si la afectación ocurre sobre ejidos, la propiedad privada contigua puede aumentar su valor. En Puebla, los complejos mecanismos de la dinámica del mercado del suelo desatados por la infraestructura de transporte han sido considerados por las legislaciones locales desde 1974 (ver Capítulo III, pág. 98). Además de las desigualdades sociales, económicas y políticas, existen otras dimensiones de la *complejidad espacial*, como las diferencias de edad y género, la diversidad cultural y étnica, que han de ser consideradas en la conceptualización de los tipos de impactos (ver Cuadro 1.4).

Cuadro 1.4. Pares dicotómicos de impactos en distintas metodologías de evaluación			
Pares dicotómicos de EIA	Complejidad incorporada por la Evaluación Comunitaria		
Positivo/Negativo	Positivos	Negativos	Puede ser uno o ambos en términos:
Directo/Indirecto	Directos	Indirectos	-de clases sociales
Permanente/Temporal	Permanentes	Temporales	-de edad y género
Reversible/Irreversible	Reversibles	Irreversibles	-de diversidad cultural
Recuperable/Irrecuperable	Recuperables	Irrecuperables	-de escala espacial
Simple/Acumulativo o sinérgico	Simple	Acumulativos	-de ubicación
Corto/Mediano/Largo Plazo	Corto	Mediano	-temporales
Continuo/Discontinuo	Continuo	Discontinuo	-económicos
Periódico/Constante	Periódico	Constante	-políticos
			-ambientales

Fuente: Elaboración propia.

El empleo de los *pares dicotómicos* pueden conducir a escindir o polarizar conceptualmente los análisis, sin embargo, también pueden ser empleados para expresar características de la polarización social realmente existente. Al referirse a la dicotomía positivo/negativo, por ejemplo, Cantarino (1999) señala que la acepción *environmental assesment* ha sido cuidadosamente empleada en el mundo anglosajón para evitar la tendencia a evaluar únicamente los impactos negativos sobre el ambiente producido por las obras de infraestructura (*Ibid.*, 51); de tal forma, esta conceptualización busca tasar los costes (negativos) en relación con los beneficios (positivos) de la implementación de un proyecto. Sin embargo, la sistematización polarizada de los impactos también permite expresar características temporales y escalares que visibilizan afectaciones, perturbaciones y degradaciones ambientales provocadas por la implementación de proyectos de infraestructura. El caso del par simple/acumulativo, por ejemplo, constituye una herramienta metodológica sumamente útil para conceptualizar la forma en que impactos simples que se replican territorialmente derivan en impactos acumulativos a gran escala. En definitiva, más allá de evitar el empleo de los pares dicotómicos, la propuesta metodológica se concentra en conceptualizar los tipos de impactos que permitan visibilizar aquellos aspectos



de la estructura social que suelen ser ignorados por las metodologías tradicionales (ver Cuadro 1.4).

### **3.3 Los indicadores ambientales: el discurso del desarrollo sostenible y los límites de la EIA**

Una vez definida la forma y alcance de la evaluación, así como la conceptualización de los impactos, los manuales metodológicos para la EIA, señalan la necesidad de contar con *indicadores* que permitan medir los *signos* o *síntomas* de la alteración de la calidad ambiental. Los debates en este terreno, presentan la misma polarización que ocurre en torno de la evaluación y los impactos; pero lo que parecía estar oculto en los niveles metodológicos más abstractos de la evaluación, aparece aquí claramente expuesto. De acuerdo con Borderías y Muguruza (2008), dado que la formulación de los indicadores es relativamente reciente, las definiciones resultan, o bien excesivamente políticas, o bien excesivamente técnicas. De tal modo, en el debate entre los intereses políticos y sociales generados por los proyectos y los dictados científicos que requiere la medición del ambiente, las metodologías tradicionales se decantan por una transfiguración de ambos elementos. La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD), una de las instituciones que comanda la estandarización de los indicadores ambientales a nivel internacional, señala que “la pertinencia política y utilidad para los usuarios” es el primer criterio para validar la selección de los indicadores; mientras que “la solidez analítica” del indicador, constituye el segundo criterio (Polanco, 2006:30).

“Los indicadores ambientales tienen que establecerse sobre una base científica, pero *el uso de indicadores no sólo debe satisfacer el interés científico, sino también el de los políticos y gestores, cuyas opiniones y decisiones serán las responsables de los futuros cambios. Por este motivo, a la hora de definir los indicadores es importante compaginar el rigor científico en su contenido con la sencillez en su enunciación*” (Borderías y Muguruza, 2008:153. Subrayados añadidos).

Según esta consideración, las metodologías para la evaluación contemplan la subordinación del rigor científico a una lógica externa, que no queda claramente enunciada, pero cuya presencia ejerce una evidente influencia: la elección de los indicadores debe satisfacer el interés de *quienes toman las decisiones*, su *leitmotiv* (su razón de ser) es el *usuario de la información*. Así, queda claro que no es el interés general, el beneficio público o el desarrollo social, lo que determina la elección de indicadores en las metodologías tradicionales; sino el interés de políticos y empresarios por conocer la relación entre el costo y el beneficio que representa algún proyecto. Desde esta perspectiva se comprende la definición de los indicadores, como aquellos *elementos ambientales que no interesan por sí mismos*, “sino por la información que transmite sobre el estado del ecosistema del que

## *Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

forma parte” (Cantarino, 1999:54), donde la importancia del indicador es la información que arroja y no las relaciones que guarda con el ecosistema. O una concepción aún más pragmática del indicador como la “suma de variables que proporcionan información sintética sobre un fenómeno ambiental complejo, y permite conocer y evaluar el estado y variación de la calidad ambiental (Borderías y Muguruza, 2008:155).

Una breve revisión de la historia de los indicadores ambientales en México, muestra que el origen de su empleo y desarrollo se encuentra en los esfuerzos de las instituciones internacionales para “contar con información ambiental e indicadores de desarrollo sostenible para monitorear el avance del desarrollo sostenible” (Quiroga, 2007:16). Los primeros indicadores ambientales fueron desarrollados por grupos de investigación en Canadá y Nueva Zelanda en la década de 1980; los resultados de estas investigaciones se convirtieron en el referente para la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), creada en el marco de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, mejor conocida como la *Cumbre de Río*. En 1997, México participó en el Programa de Trabajo de Naciones Unidas para pilotear 134 indicadores propuestos por la CDS, para contribuir con la generación de un sistema de información ambiental a nivel internacional, siempre con el objetivo de *cumplir con su-misión* “frente a los usuarios y actores clave” (*ibidem*). De tal modo, el desarrollo y el empleo de indicadores para evaluar los impactos de los proyectos de infraestructura disponibles en el país, se encuentran doblemente determinados por los esfuerzos de los bancos multilaterales de desarrollo, como quedó expuesto anteriormente, y de las instituciones internacionales que promocionan el desarrollo sostenible.

Es por ello que el desarrollo de indicadores ambientales constituye un puente fundamental para comprender los nexos entre la expansión del discurso sobre el desarrollo sostenible en el ámbito de las políticas públicas a nivel internacional y los mecanismos que reducen los esfuerzos metodológicos de la EIA a un *trámite burocrático que participa de la justificación de la infraestructura que supuestamente evalúa*. El arreglo institucional diseñado para la gestión ambiental en México derivado de la *Cumbre de Río* incluyó, entre otros componentes, la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), cuyo *principal mandato (principal mandate)* fue “promover la transición del país hacia el desarrollo sustentable” (Naciones Unidas, 2002:89). Desde su creación, la institución genera y entrega a la CDS, reportes anuales de los “Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México”, uno de los insumos principales para “la evaluación de la efectividad de los programas y las acciones que se implementan tanto para reducir las presiones como para mejorar la condición ambiental” (SEMARNAT, 2014).

A esta institución, renombrada Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en 2000, de

*Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, le compete “evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades” y “formular, publicar y poner a disposición del público las guías para la presentación del informe preventivo, la manifestación de impacto ambiental en sus diversas modalidades y el estudio de riesgo” (DOF, 2000: Art. 4°). Es decir que aunque SEMARNAT es la encargada de *evaluar los impactos ambientales*, su función se limita a decidir sobre la realización de los proyectos (ver Cuadro I.5). Estas decisiones, sin embargo, son tomadas por SEMARNAT con base en los estudios de impacto ambiental (EslA) que “*podrán ser elaborados por los interesados o por cualquier persona física o moral*” (*ibid.*, Art. 35°). Es decir que, *los interesados*, son los responsables de estudiar los impactos ambientales de los proyectos, así como de demostrar a SEMARNAT sobre su viabilidad ambiental.

<b>Cuadro I.5. Estudios de impacto ambiental de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental</b>	
<b>Obras y actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental (Artículo 5°)</b>	<b>Obras y actividades que requieren MIA en modalidad regional (Artículo 11°)</b>
<p><b>A.</b> Hidráulicas.</p> <p><b>B.</b> Vías generales de comunicación.</p> <p><b>C.</b> Oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.</p> <p><b>D.</b> Actividades del sector hidrocarburos.</p> <p><b>E.</b> Petroquímicos.</p> <p><b>F.</b> Industria química.</p> <p><b>G.</b> Industria siderúrgica.</p> <p><b>H.</b> Industria papelera.</p> <p><b>I.</b> Industria azucarera.</p> <p><b>J.</b> Industria del cemento.</p> <p><b>K.</b> Industria eléctrica</p> <p><b>L.</b> Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación instalaciones de tratamiento, confinamiento y eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos</p> <p><b>M.</b> Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil generación</p> <p><b>N.</b> Plantaciones forestales</p>	<p><b>O.</b> Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p> <p><b>P.</b> Parques industriales donde se provea la realización de actividades altamente riesgosas</p> <p><b>Q.</b> Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros</p> <p><b>R.</b> Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales</p> <p><b>S.</b> Obras en áreas naturales protegidas</p> <p><b>T.</b> Actividades pesqueras que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas</p> <p><b>U.</b> Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas</p> <p><b>V.</b> Actividades agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas</p>
<p><b>I.</b> 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><b>II.</b> 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><b>III.</b> Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.</p> <p><b>IV.</b> 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><b>El informe preventivo se presenta cuando: (Artículo 29°)</b></p> <p><b>I.</b> Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que las obras o actividades puedan producir.</p> <p><b>II.</b> Las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental respecto del conjunto de obras o actividades incluidas en él.</p> <p><b>III.</b> Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales previamente autorizados por la Secretaría, en los términos de la Ley y de este reglamento.</p>	

Fuente: Elaborado con base en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Regularmente, se asume que *los interesados* son las mismas entidades que promueven la construcción de proyectos, ya sean autoridades estatales o municipales<sup>30</sup> o representantes de los capitales inversores. Sin embargo, *otro tipo de intereses*, centrados en la defensa de los bienes comunes sociales y ambientales que podrían ser impactados, también pueden elaborar este tipo de estudios. Aquí radica la importancia de contar con metodologías de EIA enfocadas plenamente en los intereses de las comunidades afectadas. El único requisito es “observar lo establecido en la Ley [LGEEPA], este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables” y declarar “que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible” (DOF, 2000: Art. 36°). En este sentido, es responsabilidad plena de la *comunidad científica*, reflexionar y revolucionar de forma crítica y constantemente las técnicas y metodologías comúnmente empleadas. Mientras que la responsabilidad de ejercer presión para que la legislación permita que los EsIA<sup>31</sup> elaborados por los intereses comunitarios sean considerados en el procedimiento de evaluación ambiental dirigido por SEMARNAT, recae sobre la *comunidad política*<sup>32</sup>.

#### **4. La evaluación (comunitaria) de la infraestructura como fundamento de una Evaluación de Impacto Socio-Ambiental (EISA)**

En relación con el desarrollo de los indicadores ambientales y el desarrollo sostenible, Quiroga Martínez (2007) considera que existen tres formas básicas o generaciones para medir o evaluar el estado del ambiente: a) aquellas que solo consideran la dimensión ambiental; b) aquellas que incorporan otras dimensiones (social, institucional); y c) aquellas que establecen vínculos entre distintas dimensiones (ver Cuadro I.6). En esta última generación, que de acuerdo con Quiroga Martínez aún se encuentra en desarrollo, se podrían incluir las metodologías basadas en la *teoría del metabolismo social* o *teoría de la fractura metabólica*, a la cual se hará referencia en el siguiente capítulo. Sin embargo, la tercera generación de metodologías para la evaluación se encuentra aún imbuida en el *discurso del desarrollo sostenible y la sostenibilidad*, cuya carga ideológica, “sostener el curso de la acumulación capitalista a nivel mundial”, ha sido ya críticamente demostrada por

30 Cuando el *promoviente* del proyecto es una autoridad pública (estatal o municipal), la EIA es realizada por la propia SEMARNAT (Reglamento Art. 23); pero esto sólo es posible en el marco de los planes o programas de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico.

31 Las diversas modalidades de Estudios de Impacto Ambiental considerados por SEMARNAT incluyen Informes Preventivos, Manifestaciones de Impacto Ambiental y Estudios de Riesgo; cada uno tiene diversas modalidades; entre ellos, se puede citar los Documentos Técnicos Unificados (DTU) y el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), diseñados para agilizar trámites de cambio de uso de suelo forestal.

32 De acuerdo con Enrique Dussel, la comunidad política o el pueblo: “Son los nuevos movimientos sociales, identidades colectivas con reivindicaciones propias que luchan por vivir, por participar, con construir eficazmente las dimensiones políticas de su existencia comunitaria e histórica” (Dussel, 2009:44).

*Capítulo I. De la evaluación ambiental a la evaluación del proyecto*

diversos autores (O'Connor, 1988; Martínez-Alier, 2002). Es por ello que las nuevas propuestas para evaluar los impactos ambientales, constituyen parte de una generación completamente distinta, que no busca perfeccionar las insuficiencias de las generaciones precedentes, sino sentar las bases para trascenderlas.

Evaluación	Aparición	Dimensión	Características	Ejemplos
Ambiental (Primera generación)	1980	Ambiental.	Indicadores exhaustivos, que solo consideran una dimensión.	Índices de cobertura vegetal, calidad del aire, contaminación del agua. Indicadores de Desempeño Ambiental (Nueva Zelanda), Indicadores Verdes Titulares (Suecia).
Desarrollo sostenible (Segunda generación)	1990	Ambiental, social, económicas e institucional.	Indicadores exhaustivos y unidimensionales que no establecen sinergias entre distintas dimensiones.	Índices de Bienestar Económico Sostenible (IBES), Huella Ecológica, Índice de Planeta Vivo (LPI), Índice de Sostenibilidad Ambiental (ESI).
Sostenibilidad (Tercera generación)	2000	Ambiental, social, económicas e institucional.	Indicadores exhaustivos, multidimensionales, transversales y sinérgicos.	En desarrollo.
Metabólica (Nueva generación)	2010	Metabolismo socio-ambiental.	Indicadores centrados en la defensa de los bienes comunes.	En desarrollo.

Fuente: Elaboración propia con base en Quiroga (2007:18-19).

Parte del esfuerzo por lograrlo se basa en transitar de la *evaluación del ambiente* hacia la *evaluación de la infraestructura*. Tal como se mencionó al inicio del capítulo, la principal deficiencia de los ESlA es que *restringen la evaluación al ambiente*, y descuidan dos aspectos centrales: el proyecto a desarrollar y la población afectada. De acuerdo con la legislación mexicana, la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)<sup>33</sup>, que constituye el “documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de ser negativo” (DOF, 1988: Art. 3°), solo debe incluir una “descripción del proyecto” (DOF, 2000 Art. 12° y 13°) de manera que ninguna MIA se preocupa por *evaluar el proyecto*. Este hecho, evita que la MIA ponga en duda la *necesidad del proyecto* y que, en cambio, los cuestionamientos se dirijan hacia el estado del ambiente. Para la aprobación de cualquier proyecto, SEMARNAT sólo exige demostrar que no se contravienen “los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental” ni “los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos” (*Ibidem*). De esta forma la MIA presupone la *utilidad del proyecto*; en el caso de la evaluación de una autopista, la MIA presupone que la región requiere de autopistas, y por lo tanto, que *su construcción es necesaria*. Para SEMARNAT es irrelevante si el país se encuentra en un proceso de *sobreproducción de autopistas*; y por lo

33 La distinción entre el Estudio de Impacto Ambiental y la Manifestación de Impacto Ambiental no queda clara en la legislación ambiental mexicana. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) requiere Estudios de Impacto Ambiental (EslA), que en México se presentan en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). De tal forma, se puede considerar que EslA y MIA son nociones equivalentes.

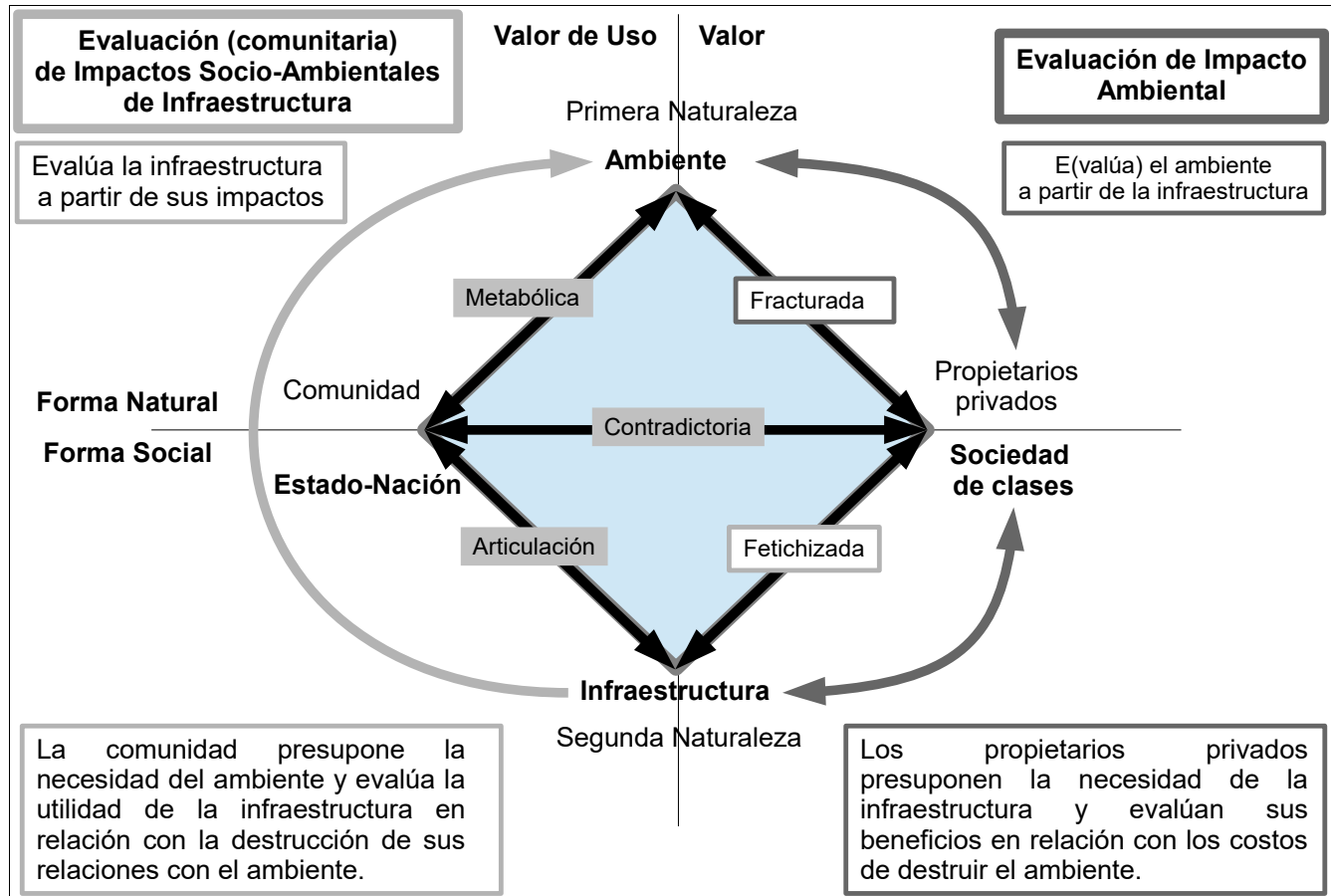
tanto, tampoco importa si el proyecto resulta innecesario.

Orientar los estudios hacia la *evaluación de la infraestructura*, es decir, hacia los impactos que la infraestructura genera sobre el ambiente, implica presuponer la necesidad de mantener el equilibrio ambiental y apuntar los cuestionamientos hacia la necesidad del proyecto. La legislación en materia de impacto ambiental, en cambio, señala que la MIA debe incluir “las tendencias del desarrollo y deterioro” del “sistema ambiental regional” (*Ibidem*) así como proponer “estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales”; de esta forma, además de presuponer la necesidad del proyecto, la MIA justifica su construcción, pues éste constituye una forma para mitigar el deterioro que, aún sin proyecto, ya ocurre en la región. Es así como la propia estructura de la MIA invierte cualquier razonamiento lógico: *sin proyecto, no habría estrategias de prevención y mitigación de impactos ambientales, por lo tanto, el proyecto es necesario*. La evaluación de la infraestructura, en cambio, recompone la lógica del proceso: *el proyecto, generará impactos que actualmente no ocurren, por lo tanto, es necesario evaluar la necesidad de construir una infraestructura que, sin duda, impactará la región*.

Finalmente es preciso insistir en que, además de centrar la evaluación en la infraestructura, la propuesta metodológica incluye también dirigir los resultados de la evaluación hacia las comunidades afectadas. Ello no quiere decir que se deba evaluar a las comunidades, como ya lo están haciendo las más recientes Evaluaciones de Impacto Social (EVIS) derivadas de la Reforma Energética<sup>34</sup>, según las cuales la *evaluación social* ha sido interpretada como el escrutinio sistemático de las fuerzas sociales que se oponen a la construcción de los proyectos energéticos. En franca oposición a esta tendencia reciente, la evaluación comunitaria contempla incluir simultáneamente, la evaluación de los impactos que la infraestructura genera sobre la dimensión ambiental y sobre la dimensión social. Para ello, se emplea la teoría de la fractura metabólica, que contempla las características que guardan las relaciones que establece la humanidad con la naturaleza, en un contexto específico: la sociedad capitalista contemporánea. La Figura 4 muestra de forma sintética los contrastes conceptuales entre la metodología tradicional de EIA y la propuesta metodológica para la Evaluación de Impactos Socio-Ambientales (EISA) desde esta perspectiva. No obstante, el despliegue efectivo del fundamento de la evaluación socio-ambiental se realiza en el siguiente capítulo, donde a partir del diálogo entre los conceptos de espacio y paisaje, se elabora la propuesta para la tipología y la zonificación socio-ambiental.

34 En 2016 todavía no se encuentra disponible públicamente ninguna EVIS; no obstante, su elaboración por parte de corporativos privados enfocados en la promoción de negocios energéticos en el país tiene ya dos años. Diversos rumores en el ámbito de la consultoría de EIA, señalan que la mayoría de las EVIS presentadas hasta ahora, se encuentran “amontonadas” en las oficinas de la Dirección General Adjunta de Evaluación de Impacto y Consulta de la Secretaría de Energía, debido a la pobreza metodológica y a la ambigüedad legal que define su elaboración; sin embargo, este vacío legal no ha impedido la expansión exponencial de los proyectos energéticos en los últimos dos años.

Figura 4. De la evaluación ambiental a la evaluación de la infraestructura



Fuente: Elaboración propia con base en el esquema propuesto por Echeverría, 1998.

## **CAPÍTULO II. ANÁLISIS DEL PAISAJE Y DEL ESPACIO: LA TIPOLOGÍA SOCIO-AMBIENTAL DEL TERRITORIO COMO BASE DE LA CARTOGRAFÍA DE LA FRACTURA METABÓLICA**

*Cuando la naturaleza se torna paisaje —en oposición, por ejemplo, a la inconciente vida-en-la-naturaleza del campesino— la inmediatez estética de la experiencia vivida del paisaje, que es pasado, evidentemente, por muchas mediaciones, tiene como condición, para alcanzar esa inmediatez, una distancia, especial en este caso, entre el observador y el paisaje. El observador está fuera del paisaje, pues si no es imposible que la naturaleza se convierta en paisaje. Si trata, sin salir de esa inmediatez contemplativa y estética, de integrar él mismo y la naturaleza que lo rodea inmediata y especialmente en la «naturaleza como paisaje», se hará claro enseguida que el paisaje no comienza a ser paisaje sino a una distancia determinada en relación con el observador, muy diferente según los casos, desde luego; pues el observador no puede tener con la naturaleza esa relación de paisaje sino como observador espacialmente separado.*

Georg Luckács, Historia y Conciencia de Clase.

El diálogo entre los conceptos de espacio y paisaje no es un tema común; el discurso teórico geográfico, casi siempre ha elegido uno ellos para conceptualizar la relación entre la dimensión natural y la dimensión humana, sin reparar en aquello que cada concepto aporta para la comprensión de esta compleja relación. En términos simples, se puede pensar en una división (conceptual) del trabajo, según la cual, el concepto de paisaje contribuye a la segmentación y demarcación técnico-científica en diferentes escalas con el fin de *evaluar* las características de un territorio; mientras que el concepto de espacio privilegia la articulación de escalas con el objetivo de *develar* las características de la reproducción y la desigualdad social (Flores, 2016:43). Este capítulo



continúa con este diálogo conceptual, que tiene el fin de profundizar sobre los aspectos de la reproducción social que pueden ser *develados* mediante el concepto de paisaje y cómo puede emplearse el concepto de espacio para *evaluar* las características de un territorio (*Ibidem*), a partir de la combinación de la *lectura del espacio como fuerza productiva*, el enfoque de la geoecología del paisaje y la teoría de la fractura metabólica.

En primer lugar, se emplea el concepto de espacio como *articulador general* de los elementos del territorio, y desde esta perspectiva se realiza la delimitación del *área de estudio* a escala 1:50,000; en segundo lugar, se emplean herramientas de la geoecología del paisaje para delimitar las unidades superiores del paisaje físico-geográfico en esta misma escala. En tercer lugar, se recurre al diálogo con la teoría de la fractura metabólica para incorporar la dimensión social y definir teóricamente la zonificación socio-ambiental. Finalmente, se emplea nuevamente el concepto de espacio para definir los indicadores que serán el sustento de la evaluación socio-ambiental: las formas básicas de apropiación del suelo y la apropiación del espacio; a partir de ellos, se despliega efectivamente la zonificación socio-ambiental a escala 1:10,000, en un polígono definido como *área de evaluación*. Este proceso replica la metodología desarrollada por la tipología del paisaje para la superposición de dos productos cartográficos, en este caso de las unidades superiores de paisaje y las formas de apropiación del espacio, lo que en geoecología se denomina modificación antropogénica del paisaje.

## **1. Los medios de comunicación, el territorio y la población: criterios para la delimitación del área de estudio**

Desde finales del siglo pasado, la cuenca hidrográfica se ha instituido como la unidad espacial hegemónica para la delimitación, gestión y planificación del territorio y los recursos naturales. A partir de la premisa que dicta, que “la cuenca es la unidad territorial más aceptada para la gestión integrada de los recursos hídricos” (Dourejani, 2002), agencias internacionales de Naciones Unidas (FAO, 2009), comisiones regionales como la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), organismos públicos nacionales como el Instituto Nacional de Ecología (Priego *et al.*, 2003), organizaciones humanitarias de carácter religioso como *World Vision* (2004) así como diversos académicos (Cotler, 2004; Burgos *et al.*, 2015), en conjunto con documentos directrices del Banco Mundial (*World Bank*, 2008), han avanzado hacia una conclusión: dado que el agua constituye el *elemento articulador del espacio*, la cuenca hidrográfica constituye la unidad espacial más adecuada para la gestión integral del territorio; y más aún, la cuenca hidrográfica es el “espacio geográfico idóneo para reconstruir la relación sociedad-naturaleza” (Burgos y Bocco, 2015:12).

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

Sin embargo, desde una perspectiva que considera al espacio como el “peculiar *objeto global* donde acontece la síntesis de todos los demás objetos (recursos naturales, redes tecnológicas y fuerzas productivas procreativas)” (Barreda, 1995:153) es el propio espacio, y no alguno de sus elementos, el que constituye el articulador general de los elementos. Desde esta perspectiva, el espacio es una *fuerza productiva técnica en sí misma* que, al articular “la *riqueza del espacio humano* [y] los espacios físicos, químicos y biológicos de la naturaleza” (*ibídem*), constituye una *fuerza productiva estratégica o global*. Como tal, el espacio refiere simultáneamente a todas las fuerzas productivas técnicas (el territorio) y a todas las fuerzas productivas procreativas (la población) en una relación que tiene en los medios de comunicación y transporte “una esencial *mediación técnica*”, que configura la relación específica que establece histórica y geográficamente el territorio y la población (*Ibíd.*, 155).

Cuando Marx nombra a estos medios de comunicación y transporte como fuerzas productivas “generales”, piensa no sólo en la articulación social material que propician dichos medios entre todos los objetos técnicos y entre todos los individuos, sino además *en la síntesis territorial de todas las fuerzas productivas técnicas con todas las procreativas*. [...]

Por tal motivo, estas fuerzas productivas generales, que son los medios de comunicación y de transporte, son los tentáculos o extremidades con que el cuerpo productivo (técnico y procreativo) percibe y acciona sobre la territorialidad dentro de la cual se emplaza. Son, por lo mismo, las herramientas específicas a través de las cuales la sociedad logra darle al territorio su integración final como objeto global.

Tal es la mediación a través de la cual se construye siempre la unidad *concreta* entre el territorio y la población. (*ibíd*: 156).

Siguiendo esta perspectiva, la delimitación del área de estudio privilegia, en primer lugar, la articulación del territorio a partir de las redes de transporte; de modo que el territorio atravesado por la infraestructura carretera analizada y el territorio de las poblaciones que vincula, constituyen el primer criterio para la delimitación (Ver Mapa 4). Esta perspectiva encuentra otro de sus sustentos teóricos en la concepción de David Harvey (2003:87-93) sobre la región como una “totalidad estructurada de *desarrollo geográfico desigual*” conformada a partir de la inversión en *infraestructuras materiales que se fijan en el espacio* (capital fijo) que constituyen “el núcleo material de una región”. Siguiendo esta línea de argumentación, para delimitar el territorio de una población (lo que Harvey designa como la lógica territorial) a su vez, se privilegia al *Estado-nación como unidad geográfica de estudio* (Santos, 1990:195) “por el hecho de ser éste el único intermediario

posible entre el modo de producción a escala internacional y la sociedad nacional” (*Ibidem*). El Estado-nación, señala Milton Santos: “Decide la apertura para la entrada de las innovaciones, de los capitales y de los hombres, y se convierte así en responsable de las consecuencias de su complicidad o resistencia a los intereses del sistema capitalista mundial”; más adelante apunta:

“El Estado ejerce, así pues, un papel de intermediario entre las fuerzas externas y los espacios en que han de repercutir localmente esas fuerzas externas. El Estado no es, sin embargo, un intermediario pasivo; al acoger las fuentes de influencia externa las deforma, modificando su importancia, su dirección e, incluso, su naturaleza. Esto significa que la reorganización de un sub-espacio bajo la influencia de las fuerzas externas siempre depende del papel que el Estado desempeña” (*Ibid.*, 199).

En el próximo capítulo se analizarán las tensiones entre los diversos niveles del Estado mexicano (federal y estatal) para imponer distintos proyectos de integración territorial, y cómo el Libramiento Poniente, expresa nítidamente cuál fue el proyecto “ganador”. Por lo pronto, solo resta apuntar que dependiendo de la escala de análisis, serán las fronteras nacionales (Estado), los límites estatales (Entidad Federativa) o municipales, los que adquieran la principal relevancia al momento de delimitar una zona de estudio. Dada la escala de análisis, el área de estudio incluye, en primer lugar los municipios que componen la zona metropolitana (ZM) de San Martín Texmelucan, (San Martín Texmelucan, San Salvador El Verde y San Felipe Teotlancingo<sup>35</sup>) y el municipio de Atlixco, que la infraestructura analizada pretende integrar, así como los municipios que atraviesa el proyecto analizado: Chiautzingo, Huejotzingo, Domingo Arenas, Calpan, Nealtican, Tecuanipan, Tianguismanalco y Santa Isabel Cholula. En segundo lugar, incluye los municipios de la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala<sup>36</sup>, a la que está vinculada toda esta región. De esta forma, el área de estudio constituye un polígono de 2,728 km<sup>2</sup> conformado por 42 municipios de los Estados de Puebla y Tlaxcala en los que habitan casi tres millones de habitantes, principalmente en las ciudades de Puebla, San Martín Texmelucan y Atlixco, que concentran casi el 70% de la población del área de estudio (Ver Mapa 4 y Cuadro II.1).

35 Hasta 2000, la ZM de San Martín se consideraba como una ZM independiente, pero a partir de 2005 los municipios que la componían, y otros 12 municipios aledaños, fueron incorporados como municipios exteriores de la ZM Puebla-Tlaxcala “con base en criterios de planificación y política urbana” (Conapo, 2004 y 2007).

36 Sin embargo, solo se considera la delimitación de la ZM Puebla-Tlaxcala realizada por CONAPO en 2000, de forma que su ulterior expansión hacia el oriente (los municipios de Tepetlaxco de Hidalgo y Acajete, incorporados en las delimitaciones de 2005 y 2010 respectivamente) fue excluida. Igualmente excluidos del área de estudio fueron los municipios de Ixtlahuaca de Mariano de Matamoros y Nopalucan, pertenecientes a la ZM San Martín Texmelucan desde el año 2005, pues de otra forma sería necesario incorporar al área de estudio toda la Zona Metropolitana de Tlaxcala.

*Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

**Cuadro II.1. Tamaño de localidades del área de estudio.**

<b>Clasificación de acuerdo al Sistema Nacional Urbno (CONAPO)</b>				
<b>Categoría / Rango</b>	<b>Ciudad / Rango</b>	<b>N° de localidades</b>	<b>Población</b>	<b>%</b>
6 (Más de 5 millones)				
5 (1 millón hasta 5 millones)	Heróica Puebla de Zaragoza	1	1,434,062	66.2%
4 (500 mil hasta 1 millón)				
3 (100 mil hasta 500 mil)				
2 (50 mil hasta 100 mil)	Cholula de Rivadavia	6	87,897	20.4%
	Atlixco		86,690	
	Amozoc de Mota		77,106	
	San Martín Texmelucan		75,518	
	Villa Vicente Guerrero		60,001	
	San Bernardino Tlaxcalancingo		54,517	
1 (15 mil hasta 50 mil)	San Andrés Cholula	12	39,964	13.4%
	Zacatelco		38,466	
	Sanctorum		27,936	
	Santa María Moyotzingo		27,137	
	Huejotzingo		25,684	
	San Juan Cuautlancingo		25,104	
	Papalotla		22,969	
	Santiago Momoxpan		17,622	
	Casa Blanca		17,262	
	Teolocholco		16,240	
	Santa Ana Xalmimulco		16,125	
	San Rafael Tlanalapan		15,998	
Población urbana	Mayor a 15 mil habitantes	19	2,166,298	77.4%
Población rural	Menor a 15 mil habitantes	819	631,098	22.6%
<b>Clasificación de acuerdo a la Ley Orgánica Municipal de Puebla, 2001</b>				
Ciudad	Más de 20,000 habitantes	14	2,083,051	74.5%
Villa	10,000 a 19,999 habitantes	16	210,638	7.5%
Pueblo	2,500 a 9,999 habitantes	72	327,663	11.7%
Ranchería	500 a 2,499 habitantes	102	130,251	4.7%
Comunidad	1 a 499 habitantes	659	45,793	1.6%
<b>POBLACIÓN TOTAL</b>		<b>863</b>	<b>2,979,396</b>	<b>100%</b>

Fuentes: INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010; CONAPO (2012). Sistema Urbano Nacional; y Ley Orgánica Municipal de Puebla (2001).

**Mapa 4. Municipios, zonas metropolitanas, tamaño de localidades y distribución de la población en el área de estudio, 2010.**

**Mapa 5. Infraestructura de transporte: vinculación entre población y territorio**

## 2. Clasificación y delimitación de las unidades superiores de paisaje del área de estudio: tipología del paisaje a escala 1:50,000.

A partir de la delimitación del área de estudio, se realizó la *clasificación y delimitación cartográfica de las Unidades Superiores*<sup>37</sup> del Paisaje físico-geográfico a escala 1:50,000, de acuerdo con la metodología semi-automatizada<sup>38</sup> descrita por Priego-Santander (Priego *et al.*, 2008) en el marco de la tipología de paisajes físico-geográficos. Esta metodología se basa en las contribuciones a la teoría de los paisajes realizadas por Vasily Dokucháiev, y tiene su origen en la regionalización físico-geográfica desarrollada por la escuela ruso-soviética de geografía física compleja, cuya misión era “conocer la naturaleza del país [la Unión Soviética] para promover los planes de asimilación y la explotación del espacio natural y los recursos naturales” (Mateo y Bollo, 2016: 61). En el marco de esta tradición, el estudio del *complejo territorial natural* o geocomplejo tiene como objetivo general la planificación y la promoción del desarrollo, con base en la evaluación de los componentes interdependientes de la naturaleza “desde el punto de vista de la producción y de las condiciones de vida de la población” (*ibíd.*: 62). De manera que, al emplear la tipología de paisajes físico-geográficos para sistematizar el sustrato natural que sirve de base para la apropiación y uso del espacio por parte de las actividades humanas e industriales, se continúa y se complejiza una tradición geográfica; ya que en este caso, la tipología de paisajes no se emplea para *promover el desarrollo* sino para evaluar sus consecuencias sociales y ambientales.

La tipología de paisajes consiste en la clasificación y cartografía de los paisajes naturales, en general modificados por la actividad humana, así como en la comprensión de su composición, estructura, relaciones, diferenciación y desarrollo. Los paisajes, también denominados geocomplejos, son sistemas territoriales naturales, como se dijo, usualmente modificados por la actividad humana; esta modificación puede resultar de diferentes grados de alteración o intervención antrópica (Priego *et al.*, 2008: 31).

La clasificación del territorio con base en las unidades de paisaje tiene como base la *diferenciación morfométrica del relieve*, pues el relieve es “el principal factor de diferenciación geocológica en la superficie terrestre” (Bocco *et al.*, 2009:30) y a grandes rasgos, también de los paisajes (Priego *et al.*, 2008: 34). El empleo del criterio morfométrico tiene la ventaja de que “personal técnico sin una formación profunda en

37 Es importante distinguir entre las *unidades superiores* del paisaje desde el punto de vista de la cartografía de las unidades de paisaje tal como las describe Priego, *et al.* (2008), y las *unidades superiores* del paisaje como objeto de estudio de la regionalización físico-geográfica. Esta doble naturaleza de las unidades superiores deriva de la influencia de las ideas corológicas de Hettner en la geografía rusa, lo que condujo a la doble concepción del paisaje como tipo (tipología del paisaje) y como individuo (regionalización de los paisajes) que pudo ser superada “a partir de la aplicación de la teoría de los geosistemas” (Mateo y Bollo, 2016; Bollo, *en revisión*).

38 El proceso semi-automatizado de dicha metodología ha sido perfeccionado y sistematizado por sus propios estudiantes. V. gr. Flores Domínguez (2012; Flores *et al.*, 2014).

*Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

geomorfología puede delimitar el territorio, en unidades relativamente homogéneas, utilizando criterios morfométricos”; no obstante, siempre es necesario “que en el grupo de trabajo exista personal correctamente adiestrado en fotointerpretación geomorfológica” (*ibidem*). Además, el relieve constituye “la base de la mayoría de las estrategias de clasificación del terreno y el paisaje” (Bocco *et al.*, 2009: 62). El método empleado para la clasificación y delimitación de las unidades superiores del paisaje físico-geográfico del área de estudio a escala 1:50,000, se sintetiza en el Cuadro II.2.

Cuadro II.2. Método para la elaboración del mapa de unidades superiores de paisaje			
Paso	Criterio	Definición	Nomenclatura
1. Determinación del Área Mínima Cartografiable	4 x 4 mm	Generalización de los polígonos menores a 4 mm <sup>2</sup> (Garantiza operatividad cartográfica y adecuada lectura del mapa)	
2. Definición del tipo de relieve <b>Insumo principal:</b> Modelo Digital de Elevación <b>Resultado:</b> Mapa de tipos de relieve	Amplitud del relieve o disección vertical	Altura relativa entre dos puntos, el más bajo y el más alto de una unidad medida en metros	<b>Tipos de relieve (definido a partir de)</b> Montañas (Disección vertical) Lomeríos (Disección vertical) Rampas de piedemonte (Fotointerpretación o percepción remota) Valles (Fotointerpretación o percepción remota) Planicies (Disección vertical)
3. Definición litológica de los tipos de relieve <b>Insumo principal:</b> Mapa de tipos de relieve Mapa litológico <b>Resultado:</b> Mapa morfolitológico	Superposición de capas mediante SIG  Generalización espacial  Generalización conceptual	Distintas disecciones en un mismo tipo de relieve y litología se fusionan cuando existe adyacencia espacial  Fusión de polígonos con relieves análogos y/o litologías cercanas sin necesidad de adyacencia espacial	Revisar cuadros de ejemplos de generalización y nomenclatura Revisar cuadros de afinidades entre distintos tipos de rocas La litología se generaliza de acuerdo con sus características químico-mineralógicas.
4. Definición climática en cada unidad morfolitológica <b>Insumo principal:</b> Mapa morfolitológico Mapa climático	Superposición de capas mediante SIG		

Fuente: Elaboración con base en Flores, David (2012).

Esta investigación retoma la metodología semi-automatizada descrita por Priego-Santander (Priego *et al.*, 2008) desarrollada para establecer una tipología de paisajes. Aunque su aplicación se ha desarrollado a partir de áreas de decenas de kilómetros cuadrados, la metodología resulta útil para el análisis en la escala local. En términos generales, el método consiste en distinguir conceptual y cartográficamente los elementos estructurales del paisaje (relieve, litología y clima) y agruparlos en Unidades Superiores; por su parte, los elementos dinámicos (geofomas y pendientes) se agrupan como Unidades Inferiores, a las que se añaden los atributos del paisaje (vegetación y uso de suelo y edafología), que a escalas 1:250,000 y 1:50,000 “no funcionan



## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

como factores de diferenciación sino como características, son consecuencia y no causa” (Priego, 2009: 63). Es importante resaltar en este punto, que aunque los atributos del paisaje constituyen información valiosa para “propósitos de evaluaciones ambientales [...] para ordenamiento ecológico, manejo territorial, etc.” (*ibíd.*: 66), no figuran como partes constitutivas del mapa de paisajes físico-geográficos<sup>39</sup>. Por último, las unidades de paisaje resultan del tratamiento e integración de cada conjunto de elementos con ayuda de Sistemas de Información Geográfica. El mapa 6, representa las Unidades Superiores del Paisaje para el área de estudio, elaborado a escala 1:50,000 y las Unidades de Paisaje del área de evaluación, elaboradas a escala 1:10,000.

La leyenda del mapa de paisajes físico-geográficos a escala 1:10,000 del área de evaluación se puede consultar en el Anexo 1. En este punto, es importante resaltar que en el desarrollo de esta investigación sólo se delimitaron las unidades de paisaje a escala 1:10,000 del área de evaluación, es decir, del área afectada directamente por la infraestructura carretera que se evalúa, debido a las dificultades asociadas con los procedimientos de tipología del paisaje a esta escala. Aunque los estudios de regionalización y tipología del paisaje concuerdan con la necesidad de trabajar con escalas locales, particularmente cuando los estudios se dirigen a procesos de gestión y planificación territorial (Priego *et al.*, 2008), por lo general se trabaja con escalas regionales (1:250,000) y semi-detalladas (1:50,000). Al trabajar las unidades de paisaje con una escala local (1:10,000), se puede obtener mayor detalle en la delimitación de las unidades superiores; sin embargo, el detalle resulta excesivo en la delimitación de las unidades inferiores (ver mapa 7). Por esta razón, y por las propias necesidades requeridas por el diseño metodológico para la evaluación de la infraestructura carretera, se optó por partir exclusivamente de las unidades superiores del paisaje físico-geográfico para continuar con la tipología de las unidades socio-ambientales del área de evaluación. Esta decisión está mediada por la discusión entre las categorías de espacio y paisaje señaladas anteriormente, que en el próximo apartado, se realiza a partir de comentarios al diálogo entre la geografía del paisaje y la teoría de la fractura metabólica.

39 La razón de colocar la información sobre vegetación y uso de suelo así como la información edafológica como “atributos” del paisaje físico-geográfico y no como partes constitutivas del mismo, responde a las características técnicas de la elaboración de cartografía digital y a las posibilidades de representación cartográfica. Sin embargo, dada la importancia de los atributos del paisaje, más adelante se realiza una propuesta para incorporar la vegetación, el uso de suelo y la información edáfica como parte constitutiva de la zonificación socio-ambiental y del mapa de unidades socio-ambientales..

**Mapa 6. Unidades superiores de paisaje del área de estudio (1:50,000) y unidades de paisaje del área de evaluación (1:10,000).**

## 2.1 Comentarios al diálogo entre geografía y ecología del paisaje: el enfoque geocológico

Como resultado de la maduración del enfoque físico-geográfico de la geografía del paisaje, se ha desarrollado el enfoque geocológico, que además de las interrelaciones entre los componentes del sistema natural, considera las relaciones con los sistemas sociales. La incorporación de la dimensión social del paisaje, empleó el “concepto de génesis del paisaje antropogénico” cuya base es la ecología del paisaje (*Landschaftsökologie*), definida por el biogeógrafo Carl Troll, en 1938 (Bocco, 2003; Baxendale, 2010; Bollo, en revisión). Aunque la investigación parte de la geografía del paisaje, en este apartado se incluyen algunas reflexiones sobre las relaciones con la ecología del paisaje, enfoque con el que Troll buscaba señalar cómo las posibilidades cognitivas ofrecidas por la *perspectiva perpendicular*, en relación con la *inspección ecológica terrestre*, condujeron hacia la vinculación conceptual de dos ramas especializadas del conocimiento surgidas en el siglo XIX: el paisaje (que surge en 1884) y la ecología (definida por Haeckel en 1866) (Troll, 2003). Carl Troll, era consciente de los complejos mecanismos que vinculaban el desarrollo técnico, derivado de las relaciones entre la industria bélica y la industria petrolera de principios del siglo XX, con las nuevas posibilidades del desarrollo científico. La guerra y el petróleo, que se encuentran en la base del desarrollo aeronáutico, habían facilitado el desarrollo de una nueva técnica, la fotointerpretación, que consistía en la interpretación de fotografías aéreas, cuyas posibilidades se estaban expandiendo a todos los ámbitos de las ciencias. Sobre la relación entre el desarrollo técnico y el desarrollo científico, Troll señala:

Los primeros estudios de fotogeología salieron de los Estados Unidos de América, gracias a las experiencias de la aviación militar realizadas en Francia durante la Primera guerra mundial (A. H. Brooks). Las prospecciones y la geología petrolíferas fueron las que sacaron mayor provecho de las ventajas de la inspección por medio de imágenes aéreas, en particular la *Bataafsche Petroleum Maatschappij* (J. Krebs) y la *Nederlandsch-Nieuw Guinea Petroleum Maatschappij* (W.C. Klein). H. Helbling intentó resumir toda la interpretación de la imagen aérea mediante el concepto de fotogeología. Muy pronto las ventajas de la investigación a través de imágenes aéreas fueron apreciadas también por la geomorfología y el análisis del territorio [...] en este sentido se empleó en Rusia la noción de *aerolandscape*” (Troll, 2003: 77)<sup>40</sup>.

No obstante, los intereses de Troll eran otros. Los conceptos de paisaje y de ecología surgidos en el siglo XIX, estaban relacionados con la acción humana y, por tanto, con la transformación del *paisaje natural* en “un

<sup>40</sup> La efervescencia contemporánea (siglo XXI) por enfatizar en las perspectivas *bottom up* (desde abajo) para contraponer los criterios *top down* (desde arriba), tan característicos del siglo XX, parece un movimiento anverso a los intentos por completar con la *perspectiva perpendicular* las clásicas *perspectivas del terreno*, tan características del siglo XIX.

paisaje económica y culturalmente aprovechado”, en el cual el uso de las materias primas y la energía necesarias para la agricultura y la industria resultan fundamentales (*Ibid.*, 68). Hasta cierto punto, Troll estaba de acuerdo con ello. Sin embargo, a su parecer, los desarrollos que estos conceptos adquirieron a principios del siglo XX, enfrentaban una excesiva influencia derivada de las formas económicas y sociales; de modo que si bien Troll era consciente de las relaciones entre lo técnico y lo científico, no se sentía del todo cómodo con la forma que adquirirían tales relaciones, por ejemplo, en la *geographische volkerkunde* (etnología geográfica) de Siegfried Passarge, o en la *ecología humana* de Harlan Barrow, quienes todavía pretendían alcanzar el decimonónico objetivo de vincular las dimensiones biológicas y sociales.

Para Troll, el desarrollo científico del siglo XX debía virar hacia lo opuesto, y se consideraba “partidario de que, como la entendió su precursor (Ernest Haeckel), la palabra ecología esté relacionada con el entorno inmediato, limitando su empleo al ámbito de lo biológico, sin darle un alcance socio-económico-cultural” (*Ibid.*, 76). De tal forma, la ecología del paisaje, orientada desde la *sociología de las plantas* (es decir, con una carga más ecológica que geográfica, y conservando la dimensión espacial desde una perspectiva más biológica que cultural<sup>41</sup>), ha evolucionado desde una disciplina especializada en la distinción y delimitación de unidades espaciales naturales y homogéneas, que expresan los intercambios de los “elementos interactuantes entre la asociación de seres vivos (biocenosis) y sus condiciones ambientales” (*Ibid.*, 80), hacia una rama transdisciplinaria enfocada en “el esclarecimiento de la influencia de la heterogeneidad espacial en la distribución de la biodiversidad y de los regímenes de perturbación ecológica” (Priego, 2012:7); donde los estudios de Naveh y Lieberman (1993) y Zonneveld (1995) (citados por Bocco *et al.*, 2009) mantienen una fuerte influencia.

Actualmente, este enfoque constituye uno de los fundamentos metodológicos empleados para la gestión, manejo y conservación de la biodiversidad (*Ibid.* 56 y ss.). Empleado para “la regionalización en unidades de paisaje constituye el sustento físico natural del ordenamiento territorial y dentro de éste de las unidades de gestión ambiental” (Bocco, 2009:16) De igual forma, puesto que “ha resultado sumamente útil para comprender la dinámica de alteración de los ecosistemas debido a impactos humanos y para entender los problemas ecológicos de la fragmentación de los paisajes”, se recomienda como una herramienta básica para la Evaluación de Impacto Ambiental y para la rehabilitación de áreas modificadas (Priego, 2012:58). Por último, se

41 La discusión teórica que puede derivar de esta frase, ha sido tratada por Mateo (2000), asumiendo que la geoecología de los paisajes fundada por Carl Troll y la geografía del paisaje comparten el interés por integrar la dimensión técnico-cultural y la dimensión biológica en una acepción antro-po-natural (2002: 22). Sin embargo, ya se han visto los reclamos de Troll hacia quienes, como Passarge y Barrow, privilegian las dimensiones socio-culturales.

puede apuntar que la ecología del paisaje se ha convertido en una de las metodologías centrales en los estudios ambientales, pues “un aspecto básico de la regionalización es la de proporcionar información sobre la vocación específica de cada región, ya que la toma de decisiones en materia ambiental se realiza a partir del conocimiento de la naturaleza y aptitud de territorios que albergan recursos naturales concretos (Bocco, 2009:15).

Sin embargo, desde sus orígenes el concepto de paisaje ha sido una de las categorías empleadas por la geografía para estudiar las interacciones entre los elementos naturales, incluyendo las alteraciones provocadas por los sistemas antropogénicos. Tanto la escuela rusa de geografía física compleja o *geografía del paisaje* inaugurada por Vasily Dokuchaev a finales del siglo XIX, como la escuela alemana de la *ecología del paisaje* de Carl Troll en 1938, han mantenido el propósito de “armonizar las [contradictorias] demandas del desarrollo socio-económico con las necesidades de protección de la naturaleza y del ambiente humano” (Bocco *et al.*, 2009:38), y de encontrar una “organización espacial óptima” para “el aprovechamiento y protección del territorio” (*ibídem*). No obstante, en todos sus desarrollos nacionales posteriores, “dirigidos a evaluar un territorio con fines de planificación” (*Ibíd.*, 29), permanecen ausentes las dimensiones socio-espaciales. Así se puede constatar en la revisión de los esquemas de regionalización de las distintas corrientes del paisaje: la escuela checoslovaca de Ruzika, Mikós y Demek del *landscape ecological planning*, de fines de la década de 1970; la escuela australiana del levantamiento de tierras (*land system*) de 1943-45; la escuela holandesa de Verstappen y Van Zuidam del levantamiento geomorfológico (*geomorphological survey*); la escuela francesa de Tricart y Killian del enfoque morfopedológico (*morphopédologie sensu*); el levantamiento geopedológico (*geopedologic sensu*) de A. Zink; así como los métodos empleados en México por SEDUE, INEGI, Universidad Autónoma de Chapingo y el Colegio de Posgraduados (Bocco *et al.*, 2009).

Incluso una regionalización ecológica de carácter transnacional como la propuesta por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), derivada de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) -una región más geopolítica y geoeconómica que ecológica (Saxe-Fernández, 1994), mantuvo en su marco conceptual la abstracción de los ámbitos económicos, políticos y culturales. Si, tal como afirmaba Carl Troll, todo el ecosistema cambia automáticamente cuando el ser humano “cambia la cobertura vegetal” o “modifica artificialmente el nivel del manto acuífero” (Troll, 2002: 78), entonces la regionalización ecológica precisa contemplar también, y cuando menos, las diferencias nacionales en cuanto a la apropiación, uso y propiedad de la tierra; el tamaño y distribución de la población, la densidad y estructura de los medios de comunicación. Pues sí, nuevamente citando a Troll:

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

Para la investigación del paisaje cultural (paisajes agrícolas y de asentamientos) se tiene que descubrir y disponer de los contextos de posibilidades que la naturaleza le ofrece al hombre. *La manera de aprovechar las posibilidades ecológico–paisajísticas depende todavía de condiciones sociales, económicas y también psicológicas y políticas, que reconocidamente están sujetas a la transformación histórica continua (Ibíd., 81. Subrayados añadidos).*

Si bien los fundadores del diálogo entre geografía y ecología a partir del concepto de paisaje, no desarrollaron sus reflexiones desde la dimensión social, ni Dokuchaev ni Troll lograron desechar por completo el componente social en sus investigaciones. Vasily Dokuchaev, incluso es recordado por liderar “una teoría relacionada con la ordenación racional del medio natural basada en la armónica sintonía entre el ser humano y la naturaleza” basada en investigaciones “sobre los suelos de Ucrania, con el fin de encontrar un tratamiento contra la acuciante sequía que se estaba prolongando, que destruía y disminuía la producción” (Comino y Sensiales, 2012). Concentrados ambos en la interfaz entre el mundo animado e inanimado, entre lo biótico y lo abiótico, permanecieron siempre en los intersticios entre la naturaleza y la sociedad, aunque inclinados o apoyados sobre la dimensión natural: Carl Troll desarrolló su perspectiva desde la vegetación, mientras que Dokuchaev se concentró en el análisis del suelo.

Para trascender el “biocentrismo de los modelos ecológicos del paisaje” que caracterizan a la ecología del paisaje, desarrollada por las ciencias biológicas a partir del concepto de ecosistema, las ciencias geográficas desarrollaron el enfoque geoecológico, una propuesta policéntrica basada en el análisis espacial del paisaje a partir de la teoría de los geosistemas. De acuerdo con esta perspectiva, el sistema natural está integrado por un conjunto de relaciones entre las diversas estructuras biofísicas, como la estructura litogeológica, la estructura hidroclimática y la estructura bioedafológica. Tal como se desprende del análisis realizado por Manuel Bollo en un artículo reciente (en revisión), el enfoque paisajístico del que proviene la “clasificación tipológica o tipología de paisajes que más adelante se aplicará a la cartografía de los paisajes a nivel regional y local”, tiene su origen en la conceptualización del *geocomplejo* de Adolfovich y la *envoltura geográfica* de Grigoriev, sistemas integrales a escala regional o planetaria compuestos por esferas interrelacionadas “entre las cuales se lleva a cabo un intenso intercambio de energía, sustancias e información” (Bollo, en revisión). En la década de 1960, la aplicación de la teoría general de sistemas al concepto de *geocomplejo* derivó en el *geosistema* de Viktor B. Sochava, que permitió resolver la dualidad en la clasificación de los paisajes y vincular los esfuerzos tipológicos y regionales del paisaje bajo un mismo enfoque (*ibídem*).

## Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica

En esta tradición se inscribe el esfuerzo teórico y bibliográfico emprendido desde la década de 1990 por José Mateo (Mateo, 2000; Mateo y da Silva, 2007) para restituir la dimensión social (particularmente en el ámbito cultural y político) en el ámbito de la *geoecología del paisaje*, caracterizada por la incorporación de las transformaciones socio-económicas sobre los paisajes físico-geográficos, inspirados en parte por el enfoque del *Landschaftsökologie*<sup>42</sup> de Carl Troll. No obstante, aunque el esfuerzo teórico de la geoecología está dirigido a integrar el “binomio paisaje natural – paisaje cultural, dándole la atención principal al entorno de los ecosistemas humanos” (Mateo, 2007), es claro que la larga tradición en el estudio de “las propiedades del geosistema en su estado natural” contrasta con la experiencia reciente en reconocer “las interacciones y los puntos de relación con los sistemas sociales y culturales en una dimensión socio-ecológica” (Bollo, en revisión). Por esta razón, la experiencia en el estudio geofísico y ecológico que posee la ciencia del paisaje (ver Cuadro II.3), que tiene por objeto el análisis de las interacciones del sistema natural y los sistemas sociales, puede ser aquilatada por las aportaciones que otros enfoques teóricos han realizado a partir del análisis de las dimensiones sociales, particularmente en cuanto a sus aplicaciones inmediatas en la planeación, gestión, manejo, conservación, ordenamiento, evaluación y otras funciones desempeñadas en ámbitos económicos, políticos y culturales (como dimensiones sociales).

**Cuadro II.3. Etapas de la ciencia del paisaje**

Génesis	1850-1920	Primeras ideas físico-geográficas sobre la interacción de los fenómenos naturales y las primeras formulaciones del paisaje como noción científica.
Desarrollo bio geomorfológico	1920-1930	Se desarrollan las ideas sobre la interacción entre el relieve y la vegetación, particularmente bajo la influencia de la geología y la biología.
Establecimiento de la concepción físico-geográfica	1930-1955	Se desarrollan los conceptos sobre diferenciación en pequeña escala de los paisajes; el análisis de la esfera geográfica como sistema planetario y la determinación de las leyes geoecológicas generales.
Análisis estructuro-morfológico	1955-1970	Se otorga principal atención al estudio de las unidades locales y regionales, en particular la taxonomía, la clasificación y la cartografía de las unidades.
Análisis funcional	1970-1990	Se introducen métodos sistémicos y cuantitativos en el análisis del paisaje, elaborándose los enfoques para el estudio del funcionamiento, la dinámica, la evolución y el análisis informacional.
Integración geoecológica	1985-1995	La atención principal se dirige al estudio de la interrelación de los aspectos estructuro-espacial y dinámico-funcional de los paisajes y la integración en una misma dirección científica (geoecología o ecogeografía) de las concepciones biológicas y geográficas sobre los paisajes.

42 Cuya traducción es *ecología del paisaje*; no obstante, parece que a partir de 1970, Troll comenzó emplear *landschaftsökologie* como sinónimo de *geoecología*, v. gr. Troll C (1970) *Landschaftsökologie (Geoecology) und Biogeocoenologie. Eine terminologische Studie*. Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie 14: 9–18. De modo que estas dos vertientes del paisaje pueden confundirse fácilmente. Gerardo Bocco (2009:40) señala por ejemplo que “la escuela alemana de Geoecología o Ecología del Paisaje tiene sus orígenes en los trabajos realizados por C. Troll” (Priego *et al.*, 2008:18). González Trueba, traductor de la obra de Troll, tampoco establece distinciones entre *landschaftsökologie* y su traducción al inglés *geoecology* (2012:178). De igual modo, Hammrich (2014:98) señala que “*Der Begriffe Landschaftsökologie und Geoökologie werden teilweise synonym verwendet, während anderer autoren den begriff geoökologie auf die abiotische umwelt eingrenzen*” [Los términos *ecología del paisaje* y *geoecología* se utilizan en parte como sinónimos, mientras que otros autores delimitan el concepto al medio abiótico].

Dimensión socio-geocológica	1990 a la fecha	Centrada en la articulación de la triada conceptual del paisaje natural-paisaje social-paisaje cultural, y la forma en que los grupos sociales utilizan, transforman y perciben a los paisajes naturales. Ello significa, la articulación entre las dos direcciones básicas que han prevalecido hasta el momento en la conceptualización de la noción de paisajes, la físico-geográfica y la socio-cultural.
-----------------------------	-----------------	--

Fuente: Elaboración con base en Mateo, 2007.

Mientras en las ciencias biológicas, se desarrolló la ecología del paisaje, enunciada por Troll, con un enfoque funcional-espacial de los ecosistemas vistos como paisajes, las ciencias geográficas desarrollan la geocología, basados en el análisis espacial de los geosistemas como paisajes. Es decir, para espacializar los ecosistemas, para superar la visión funcional de la ecología tradicional, en los años 80 del siglo XX, la ecología optó por la noción de paisaje; para esta disciplina, el paisaje es la expresión espacial de los ecosistemas, la estructura de los paisajes en ecología es considerada como una estructura biótica, o sea, como las relaciones entre los sistemas bióticos y el espacio físico, pero en geocología, la estructura de los paisajes, es una poliestructura, que incluye la geoestructura morfolitogénica, la hidroclimatogénica y la biopedogénica, cuya interacción origina al paisaje físico-geográfico. También en los años 80 del siglo XX, al introducir en el enfoque físico-geográfico el estudio sobre la actividad socioeconómica del hombre en los paisajes, la geografía de los paisajes, comienza a ser denominada geocología (a propuestas del propio Troll en la década de los sesenta) (Bollo, en revisión).

## 2.2 Comentarios al diálogo entre la geocología, el metabolismo social y la teoría de la fractura metabólica

Los esfuerzos por incorporar el conocimiento del sistema natural desde la perspectiva de la crítica de la economía política se han realizado desde los planteamientos desarrollados por la *economía ecológica* de Joan Martínez Alier y Klaus Shclüpmann (1991), el *metabolismo social* de Marina Fisher Kowalski (1998) y la más reciente *ecología-mundo capitalista* de Jason Moore (2013); desarrollos teóricos que buscan articular la dimensión natural y la dimensión socio-histórica, desde una perspectiva exclusivamente ecológica<sup>43</sup>. Desde el campo de la geografía crítica, los planteamientos de David Harvey (2010) y de Massimo Quaini (1985), que ignoran el desarrollo conceptual de la geografía física compleja, contribuyen a un campo de conocimiento al que Bellamy Foster ha denominado *Teoría de la Fractura Metabólica* (Clark y Bellamy, 2009). En el diálogo entre economía política y geografía persiste la preeminencia de una dimensión sobre la otra (Toledo, 2008:2); de modo que la integración científica de las dimensiones sociales y naturales mantiene plena vigencia como

43 En general, estos planteamientos carecen de reflexiones sobre el desarrollo de la geografía física compleja, los geosistemas y el enfoque geocológico, de manera que su incorporación del sistema natural resulta biocéntrica y en ocasiones, incluso carece de la perspectiva espacial incorporada por la ecología del paisaje.



## Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica

horizonte epistemológico. Y al igual que la geoecología, la geografía crítica inició este diálogo muy recientemente; sin embargo, los orígenes teóricos del *metabolismo* y la *fractura metabólica* surgen en el siglo XIX; tal como ha documentado Bellamy Foster, toda la corriente que utiliza el concepto de metabolismo como “estrella conceptual en ascenso” (Bellamy, 2000:251) tiene su origen en la *Química Agrícola* de Justus von Liebig, obra que Karl Marx retomó para formular su *Teoría de la Fractura Metabólica*<sup>44</sup>.

De acuerdo con Massimo Quaini, en términos geográficos la *fractura metabólica*<sup>45</sup> puede expresarse como la “progresiva disociación del hombre del ambiente o territorio, después de la transformación del territorio de valor de uso en valor de intercambio o mercancía” (Quaini, 1985: 89). Este proceso ocurre mediante la doble ruptura que implica la *acumulación originaria*, que por un lado disuelve las relaciones típicas que establecen las *sociedades naturales o precapitalistas* con su ambiente, donde las sociedades están 'conectadas' al territorio como su *naturaleza inorgánica* (Marx, 1857: 448) y, por tanto, establecen *relaciones metabólicas* en las cuales prima la propiedad territorial libre o colectiva sobre las condiciones naturales de producción. Por otro, genera *trabajadores libres de vender su fuerza de trabajo como mercancía*, pero separados de las condiciones de trabajo y subsistencia que anteriormente les pertenecían, es decir desposeídos. Una vez que la *acumulación originaria* opera sobre el territorio, las condiciones naturales de la producción son escindidas; la tierra se convierte en propiedad privada de unos cuantos y su 'conexión' con los trabajadores ocurre únicamente en el taller y por intermedio del capital. Este proceso induce una *fractura en el metabolismo* entre la sociedad y el ambiente, entre ciudad y campo, entre agricultura e industria, entre propiedad territorial y capital comercial e industrial, que caracteriza al desarrollo de la *sociedad histórica o capitalista*.

La unidad precapitalista disuelta mediante el proceso de *acumulación originaria* será reconstituida pero sobre todo gestionada por la intermediación del capital. Cuando el capitalismo es la relación dominante, por un lado, la *comunidad original* se ha disuelto entre propietarios privados escindidos a su vez en *trabajadores asalariados* (dueños únicamente de su fuerza de trabajo) y los propietarios de los medios de producción; por el otro, la naturaleza, el territorio, la Tierra, todo se va convirtiendo progresivamente en mercancía y se opone, cada vez con mayor intensidad y a una escala cada vez más descomunal, a los individuos bajo la forma de un poder extraño: el capital. Durante el proceso de trabajo de tipo capitalista,

44 Otros autores que han contribuido en este campo son Robert Ayres (1994) “Metabolismo Industrial”; y la compilación reciente de Víctor M. Toledo y González de Molina (2015) “The social metabolism. A socio-ecological theory of historical change”, Ed. Springer.

45 En la tesis de maestría (Flores Rangel, 2011: 74 y ss.) se ha explorado la *teoría de la fractura metabólica* desde la perspectiva de Quaini, para quien distinguir entre los elementos históricos y los elementos transhistóricos permite superar el “vicio lógico e ideológico esencial, de tantos estudios geográficos tanto regionales como generales sobre *La Tierra y el hombre...* en los cuales las relaciones hombre-territorio históricamente determinadas (por que en general son convenientes al modo de producción capitalista) son admitidas como condiciones naturales y eternas del intercambio orgánico entre hombre y naturaleza” (*Ibid*: 101).

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

no existe ya una sociedad que constituye el sujeto y una naturaleza que constituye el objeto de un intercambio metabólico: el capitalista (escindido) sólo se relaciona con la naturaleza (alienada) para extraer de ella plusvalor; al tiempo que ésta se contrapone al trabajador como un poder extraño que también le arranca plusvalor. En este punto las relaciones se han invertido a tal grado que la sociedad ha pasado a ser el objeto de la relación, en tanto la naturaleza producida y convertida en capital, aparece y se comporta como *pseudo-sujeto* (Flores Rangel, 2011: 85).

Dado que el objeto de la investigación es otro, resulta inane profundizar sobre el desarrollo conceptual del metabolismo social y la teoría de la fractura metabólica. Lo que interesa resaltar es que estas categorías contribuyen a incorporar el estudio de la producción capitalista, basada en la acumulación incesante de capital, como “un punto de inflexión en la historia de la relación de la humanidad con el resto de la naturaleza” (Moore, 2013:10) y, por tanto, a comprender el papel de la industrialización en la transformación de los paisajes naturales del mundo; particularmente a partir de la distinción entre las modificaciones antrópicas sobre los paisajes que resultan de las relaciones metabólicas que la sociedad establece con el ambiente, y aquellas que derivan de la profundización de la fractura metabólica, impulsada por distintos ciclos de acumulación de capital. Sin ser exhaustivo, Moore ha señalado “el incremento de la producción mexicana de plata en el siglo XVIII” (*Ibidem*) como uno de los hitos históricos de la transformación ambiental y paisajística; inaugurando la tarea de completar para cada país, más que una historia ambiental, una *geografía histórica de la transformación del paisaje por el impulso del capital*. Desde esta perspectiva, algunos estudios han logrado estimar la cantidad de recursos materiales y energéticos que fluyen a través del *metabolismo industrial* en la *ecología-mundo* contemporánea.

El sistema económico utiliza entre 50 y 100 materiales abióticos (incluidos los energéticos), mientras que se vierten del orden de 100,000 sustancias. Los puntos de entrada son, también, muy inferiores a los de salida: unos 20,000 frente a innumerables focos de emisión. Más de 100 millones de empresas producen unos 6 millones de productos y los están cambiando constantemente [...]. A escala planetaria se procesan o usan anualmente 26,000 millones de toneladas de materiales desglosadas en 20,000 millones de piedra, grava y arenas; más de 1,000 millones de mineral de hierro; 700 millones de mineral de oro; 1,700 millones de leña para quemar; 1,000 millones de madera usada como material; 300 millones de madera para producir papel; 139 millones de potasio y cantidades menores de otros materiales (Bermejo, 2005:203).

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

Sin embargo, la estructura metodológica elaborada para “conocer los flujos de materiales por la actividad económica” (*Ibid.*, 206), la Contabilidad del Flujo de Materiales (CFM), carece de una unidad espacial de análisis: el flujo de materiales es determinado para un “lugar geográfico, como la cuenca de un río, una ciudad, una empresa o una planta” (*Ibidem*). Después de dos décadas de estudios, los cálculos incluyen particularmente países miembros de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón<sup>46</sup> y algunos países de América Latina (PNUMA, 2013)<sup>47</sup>, y sus escalas de análisis son sumamente ambiguas. Así, aunque los estudios basados en el metabolismo social y la teoría de la fractura metabólica han mostrado las diferencias nacionales en cuanto al uso de energía y materiales, ninguno ha empleado una metodología que parta de unidades espaciales homogéneas, delimitadas a partir de criterios geoecológicos, que sirvan de base para comprender su apropiación y transformación social. Es en este ámbito donde se observan las posibilidades inmediatas más potentes para continuar el diálogo entre los conceptos de espacio y paisaje, a partir de las teorías del metabolismo y de la geoecología. El estudio de la contabilidad del flujo de materiales en México con base en la tipología físico-geográfica de México constituye uno de los campos de vinculación para la integración del metabolismo social y la geoecología.

Las posibilidades del diálogo del *metabolismo geoecológico en el capitalismo*, ha sido parcialmente advertido por algunos investigadores. Toledo (2008) reconoce las unidades de paisaje, únicamente como totalidades ecológicas (ecosistemas) con dimensión espacial (paisaje), “resultado de más de un siglo de investigación científica dirigida a integrar los procesos biológicos, fisicoquímicos y geológicos” (Toledo, 2008:7); sin embargo su visión se circunscribe a la ecología del paisaje, por lo que desconoce las posibilidades que ofrece la geografía del paisaje a la *Teoría General de la Apropiación de la Riqueza Natural o Teoría de la Restauración Metabólica*. De cualquier forma, tales aportaciones no pueden quedar al margen de perspectivas más próximas a la *Teoría de la Fractura Metabólica*, a la que geógrafos como David Harvey, con conceptos como *destrucción creativa del territorio* (2010:155 y ss.), y Massimo Quaini, con la distinción conceptual entre *sociedades naturales* y *sociedad histórica*, han contribuido. Con base en estas reflexiones sobre el desarrollo *histórico-geográfico del espacio del capital*, la perspectiva geoecológica puede enriquecer el estudio de las dimensiones ecológicas y paisajísticas, y contribuir a avanzar paulatinamente hacia la restauración metabólica a partir de un campo de conocimiento que podría denominarse: *cartografía del metabolismo industrial o cartografía de la fractura*

46 Bermejo cita estudios del World Resources Institute (WRI) y de OCDE; ver en la bibliografía, OECD, 2008

47 El estudio elaborado por PNUMA, cita los estudios realizados por Citlalic González-Martínez, A. C. y H. Schandl (2008). The biophysical perspective of a middle income economy: Material flows in Mexico. *Ecological Economics*, 68, 317–327; ver también González-Martínez, A.C. (2007). “Material Flow Accounting of México (1970-2003). Source and Methods” Working paper 1-2007, Unit of Economic History. Autonomous University of Barcelona, Barcelona; González-Martínez A.C. (2008) “Social Metabolism and patterns of material use. México, South America and Spain. PhD Thesis. ICTA. UAB.

*metabólica.*

El capital, en su proceso de expansión geográfica y desplazamiento temporal que resuelve las crisis de sobreacumulación a la que es proclive, crea necesariamente un paisaje físico a su propia imagen y semejanza en un momento, para destruirlo luego. Esta es la historia de la destrucción creativa (con todas sus consecuencias sociales y ambientales negativas) inscrita en la evolución del paisaje físico y social del capitalismo (Harvey, 2004:103).

El reconocimiento de estos procesos sobre los geosistemas, que constituyen el verdadero objeto de apropiación, tanto de las actividades humanas como de las actividades industriales, resulta fundamental para comprender los orígenes y la profundización contemporánea de la fractura metabólica; y en un futuro, poder mantener múltiples formas de metabolismos sociales, fundados en la reproducción y desarrollo de su base material.

-----

Teniendo en cuenta el diálogo conceptual entre el *espacio* desde la geografía crítica y el paisaje desde la geoecología, se desarrolla una metodología que avanza sobre el terreno de la cartografía de la fractura metabólica a partir de la tipología socio-ambiental a escala local. Se trata de una metodología híbrida en proceso de maduración que toma como punto de partida la tipología físico-geográfica o tipología de paisajes desarrollada por el enfoque geoecológico. A escala regional, utiliza el *mapa de las unidades superiores del paisaje* para representar los elementos estructurales del paisaje (relieve, litología y clima), como base para clasificar y representar el sistema ambiental desde una perspectiva sintética. En términos metodológicos, se diferencia del mapa de paisajes físico-geográficos, porque excluye la representación de las geoformas y las pendientes (denominados en la leyenda como elementos dinámicos del paisaje), y por que emplea de modo distinto la información de vegetación, uso de suelo y edafología, que sirven de base para “el esclarecimiento de los niveles de modificación de los paisajes por la actividad humana” (Bollo, en revisión).

La metodología de *tipología socio-ambiental* desde el *enfoque de la fractura metabólica* y el *enfoque geoecológico*, clasifica y representa los sistemas sociales a partir de *unidades socio-ambientales que expresan el paisaje físico y social del capitalismo*, y no de las *unidades geoecológicas que expresan el paisaje antropogénico*, ya que supone que la alteración de las sociedades humanas sobre el ambiente, si bien no es mínima, no es esencialmente agresiva. El objetivo de las unidades socio-ambientales es *develar* las alteraciones provocadas

por las actividades industriales sobre las sociedades humanas y sobre el sistema ambiental, y de ese modo *evaluar* el grado de fracturación metabólica introducida por el capital sobre los paisajes donde domina el modo de producción capitalista. En este sentido, la distinción entre la propiedad colectiva y la propiedad privada constituye el elemento de la tipología socio-ambiental que *evalúa la expansión territorial de los procesos de acumulación originaria*. Por su parte, la vegetación y uso de suelo y la cubierta edáfica, constituyen elementos de la tipología socio-ambiental que *develan la intensificación de la modificación del paisaje antropogénico*; lo que Troll y Lüdi denominaron *sucesión paisajística secundaria*, es decir, los “cambios del paisaje local debidos a la intervención humana en el estrato de vegetación, en las relaciones de suelo y agua por deforestación, fuego, drenajes, fertilización, riegos, poda de pastos y árboles” (Troll, 2003:80). En definitiva, la cartografía de las unidades socio-ambientales devela y evalúa las tensiones entre el desarrollo del espacio del capital y el espacio de la vida.

Así como para distintos sistemas de clasificación taxonómica las unidades tipológicas más pequeñas, como la *facie*<sup>48</sup> en el caso de la tipología físico-geográfica, constituyen “esferas parciales de geocomponentes que conforman un todo único integral [...] que tienen su manifestación espacial en una determinada geoforma del relieve” (Bocco *et al.*, 2009:41); de forma análoga, cada unidad socio-ambiental constituye una entidad espacial básica que expresa un fragmento de la *totalidad territorial parcial* que constituye el área de estudio. A su vez, si bien ha sido delimitada a partir de la vinculación entre fuerzas productivas generales, fuerzas productivas técnicas y fuerzas productivas procreativas, y como tal expresa la *unidad concreta* que los medios de transporte confieren a la relación entre territorio y sociedad; el área de estudio expresa un fragmento de la *totalidad del espacio global*, que al mismo tiempo que contiene, está contenido en los distintos territorios o regiones (el área de estudio) y en sus componentes (las unidades socio-ambientales).

Como ya se ha mencionado, en este complejo entramado de relaciones espaciales, los Estados-nación constituyen una mediación jurídica fundamental entre el *espacio global* y los distintos sub-espacios multinacionales (como el TLCAN), nacionales, regionales y locales. De tal suerte, que la integración entre distintas escalas de análisis (global, multinacional, nacional, regional y local) es imprescindible. Una primera aproximación de esta naturaleza, particularmente en cuanto a las escalas global, nacional y regional, se ha realizado en la Introducción (desde el punto de vista de la construcción de infraestructura carretera) y en el Capítulo Primero (desde la perspectiva de los instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental). A aquellos

48 Otros conceptos como *site* (sitio), *landschaftszelle* (celda de paisaje), micropaisajes, epifazies, biogeocenosis, *facette* (facetas), mosaicos, fisiotopos, refieren a la misma unidad básica utilizada por Troll (ecotopo).

análisis, se incorpora la tipología socio-ambiental a escala local desde una doble perspectiva, que considera tanto la *geoecología del paisaje* como la *geografía del espacio del capital*; el rasgo distintivo de la metodología para la construcción tipológica socio-ambiental a escala local, consiste en vincular el mapa de *Unidades Superiores del Paisaje* (a escala 1:10,000) con un mapa de formas de apropiación del espacio, elaborado a partir de: a) las dos formas contrapuestas y escindidas de comprender al espacio; b) la distinción espacio urbano y espacio rural; c) el cálculo y diferenciación interna de la superficie urbana y rural a partir del mapa de uso de suelo; y por último, d) la incorporación de la propiedad de la tierra y el equipamiento urbano.

### **3. Propuesta metodológica para la tipología y zonificación socio-ambiental a escala 1:10,000**

Para diversos sistemas de clasificación y delimitación de sistemas naturales, “el mapa de uso del suelo es fundamental, ya que permite la vinculación entre los aspectos claramente físicos y bióticos, con aquéllos que describen los efectos de la actividad antrópica” (Bocco, 2009:16). Para la tipología de paisajes físico-geográficos a escala 1:250,000 a 50:000 (Priego *et al.*, 2008: 63), el uso de suelo (junto con la vegetación y la cobertura edáfica) es un *atributo del paisaje* empleado para señalar las características de las unidades de paisaje, cuya información sólo se integra plenamente durante las etapas de planificación, gestión o evaluación del territorio. Para la zonificación geoecológica empleada para interpretar los niveles de urbanización (Martínez y Bollo, 2017), el uso de suelo integrado a la cobertura terrestre<sup>49</sup> representa la *estructura antropogénica del paisaje* (*ibidem*: 121). Para la tipología y zonificación socio-ambiental, las formas de apropiación y uso del suelo son el punto de partida para la integración del sistema ambiental y los sistemas sociales, pues éstas permiten expresar en términos cartográficos la compleja relación entre la estructura espacial de las formas de apropiación y transformación del conjunto de las *condiciones materiales de producción*, y la estructura espacial del conjunto de las *relaciones sociales de reproducción*. La estructura de las formas apropiación y uso del suelo es una causa del proceso de fractura metabólica, y al mismo tiempo es una condición que permite profundizarla, neutralizarla o revertirla.

Los pueblos y ciudades, las zonas agrícolas y agroindustriales, los terrenos ejidales e inmobiliarios, las carreteras y las autopistas, así como otras formas de apropiación del suelo, transforman constantemente -a veces hasta su destrucción- las formas de paisaje con las que se relacionan. Resulta ya común señalar, que algunos pueblos

49 Denominada como tipología de cobertura/uso de suelo. El mapa de unidades geoecológicas se obtiene de la superposición de ésta capa con las unidades de paisaje físico-geográfico (Martínez y Bollo, 2017). Aunque la metodología de análisis espacial que permite la zonificación geoecológica es prácticamente idéntica a la empleada para la zonificación socio-ambiental, el enfoque geoecológico se dirige a la delimitación precisa del área urbana, periurbana y rural, mientras el enfoque socio-ambiental se dirige hacia la *evaluación de la fractura metabólica y los procesos de acumulación originaria*.

asentados originalmente junto al valle de un río, se han convertido en ciudades que desaguan sus desechos en el río, al que probablemente deben su nombre originario, como ocurre en toda el área de estudio<sup>50</sup>. Lo que todavía es necesario resaltar es la peculiar ruptura histórica que ha permitido o desencadenado tales transformaciones (y tales destrucciones). ¿Cómo es posible que un lugar considerado por sus fundadores como un sitio sagrado (hace más de mil años), sea objeto de plena destrucción por sus herederos contemporáneos? El siguiente apartado ofrece una explicación teórica a esta cuestión, ya planteada por Quaini (1985) con la distinción entre *sociedades naturales* y *sociedad histórica*, desde la perspectiva del discurso crítico.

Lo que necesita explicación, o es resultado de un proceso histórico, no es la unidad del hombre viviente y actuante con las condiciones inorgánicas, naturales, de su metabolismo con la naturaleza, y, por lo tanto su apropiación de la naturaleza, sino la *separación* entre estas condiciones inorgánicas de la existencia humana [es decir *naturaleza*] y esta existencia activa [*trabajo*], una separación que por primera vez es puesta plenamente en la relación entre trabajo asalariado y capital (Marx, 1857:449).

### **3.1 La forma natural y social del espacio: espacio del valor de uso y del valor**

Para conceptualizar la distinción fundamental que existe entre las *formas de apropiación del espacio* y, de esta manera, desarrollar una nueva forma para interpretar la información sobre uso de suelo y vegetación generada por INEGI (2015), primero, es preciso distinguir entre la transformación impuesta por los asentamientos históricos convertidos en pueblos y ciudades, y aquellos asentamientos donde la acumulación de capital juega un papel predominante, como en los desarrollos inmobiliarios. Se trata de distinguir conceptualmente entre el *espacio de las sociedades naturales*, donde todavía existe algún tipo de *conexión metabólica* con el sistema ambiental, aunque sea débil y degradado, y el *espacio de la sociedad histórica*, donde predomina la *fractura metabólica*. Aunque los productos e incluso las formas de apropiación de la agricultura ejidal y la agricultura desarrollada bajo la propiedad privada puedan ser similares, el uso del suelo es esencialmente distinto; tales diferencias se expresan nítidamente y llegan a la contraposición plena cuando la *agricultura* se convierte en *agro-industria*. Incluso existen diferencias entre los *caminos*, las *carreteras* y las *autopistas*, más allá de sus características formales o técnicas (como el ancho de vía, materiales de construcción e incluso un diseño *integrado al paisaje*): aunque en teoría tengan la misma función, el trazo de cada tipo de infraestructura es distinto, e incluso contrapuesto.

50 Se trata de asentamientos humanos habitados al menos desde el 400 d.C. como Atlixco, “lugar del valle de agua”; Nealtican, “lugar de los baños” o “lugar de sanación”; Temaxcalac, “Lugar de temazcales”; Cholula, “Lugar donde corre el agua” o “lugar de aquellos que huyeron”; Acuexcomac, “Lugar de agua”; Chiautzingo “Pequeña ciénega”; y Texmelucan “Lugar de encinos”.

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

Dado que la infraestructura vial constituye el objeto de investigación, es preciso señalar algunas características generales de las formas de apropiación del espacio por los medios de transporte. En términos muy generales, mientras los caminos siguen el curso de los cauces de los ríos, respetan la integridad, o mejor dicho, se integran ellas mismas a las *geoformas* del relieve y, por tanto, suelen servir para delimitar linderos (de parcelas, ejidos u otras formas de apropiación del suelo); las carreteras tienden a atravesar tanto las formas del relieve como las propiedades territoriales. Mientras los caminos parecen extenderse entre los intersticios del paisaje, las carreteras buscan conectar tanto los paisajes como los propios caminos, a veces sobreponiéndose a ambos. Las autopistas en cambio, cortan transversalmente los cauces de ríos, montañas, parcelas, ejidos, ciudades y, por supuesto, caminos y carreteras; además, presentan accesos controlados y costos de peaje. De tal modo, la forma que asuma este instrumento técnico para el transporte (la autopista), cualquiera que sea, implica desechar otras formas posibles de transportar y transportarse, y determina el horizonte de posibilidades de apropiación del suelo (por parte de los *usuarios o propietarios*), del territorio (por parte de los *habitantes* por cuyas ciudades y campos atraviesa), y en definitiva, del espacio (por parte de la sociedad en su conjunto), de acuerdo con los impactos que presente sobre el suelo, el paisaje y el territorio.

Las ciencias sociales han elaborado múltiples esquemas metodológicos para comprender tales diferencias; el método desarrollado por Bolívar Echeverría (1998a), a partir del *discurso crítico des-contructor* que “trabaja sobre el discurso positivo o ideológico que la sociedad moderna genera espontáneamente”, enfatiza sobre la estructura dual que presenta el proceso de reproducción social en su etapa capitalista:

Mientras que en las situaciones precapitalistas la formación de la estructura era simple, en la época capitalista ella es doble y por tanto compleja: no obedece únicamente al condicionamiento 'natural' a partir de lo étnico y lo histórico, sino que se somete también a un condicionamiento 'seudo-natural' que proviene de la organización económica constituida en 'sujeto' (Echeverría, 1998a:157).

De acuerdo con los esquemas diseñados por Bolívar Echeverría (*Ibidem*), la reproducción material de la vida moderna presenta, en primer lugar, una *forma social-natural* que tiene por meta una imagen ideal de la sociedad, y por otro, una *forma plenamente social*, cuya meta es simplemente la acumulación de capital. Estas dos formas de la reproducción social se expresan en todos los objetos que constituyen la riqueza de la sociedad capitalista; y entablan una relación contradictoria y autodestructiva que constituye el soporte de “*un modo de vida en el que, en medio de la posibilidad de abundancia, reproducirse es al mismo tiempo mutilarse, sacrificarse, oprimirse y explotarse los unos a los otros*”; un modo de vida condenado a la “*autodestrucción*



*sistemática -unas veces lenta, selectiva, a veces perceptible, otras veces acelerada, generalizada y catastrófica”* (Echeverría, 1998b:9).

El absurdo básico de la vida moderna está en que los seres humanos sólo pueden producir y consumir bienes, crear riqueza y gozarla o disfrutarla, es decir, sólo están en capacidad de autorreproducirse, en la medida en que el proceso de producción y consumo de sus bienes sirve de soporte a otro proceso diferente que se le sobrepone y al que Marx denomina “proceso de valorización del valor” o “acumulación de capital”. Producir y consumir libremente, en el sentido pleno de la autorreproducción de un sujeto social, es algo que se encuentra obviamente en contradicción con esa necesidad mediadora y mediatizadora de producir según la relación técnico-social capitalista, de producir un plusvalor para el capital y de consumir las cosas en la medida en que ese plusvalor se convierte en capital acumulado (*ibídem*).

Esta estructura dual de la reproducción material propia de la *economía-mundo* capitalista, coincide con la perspectiva bifacética del espacio como valor de uso y como valor, mencionada previamente. Como elemento central de la riqueza en la sociedad capitalista y, más aún, como fuerza productiva estratégica, la doble configuración del espacio en su forma social-natural y en su forma plenamente social también expresa ese absurdo de la sociedad moderna: el espacio concreto capaz de reproducir la vida social en medio de la abundancia queda subsumido a la lógica del espacio abstracto centrado en la acumulación de capital, basada en la explotación de la fuerza de trabajo y la depredación ecológica de la naturaleza. Para dejar clara las particularidades de estas dos formas del espacio, se presentan unas citas relativamente extensas.

El espacio de los valores de uso es concreto, cualitativo, comunitario y siempre referido a las necesidades humanas. Se trata de una extensión vinculada a sus contenidos materiales y energéticos. Por tanto, el espacio concreto no funciona como una abstracción *a priori* que antecede dichos contenidos, sino que, como ellos y por ellos, el espacio humano es siempre producido de suerte que este moldea al espacio natural preexistente. *Se trata además de un espacio en conexión orgánica con su dimensión temporal. Es decir que no existe un espacio más allá del tiempo [...]*.

El espacio del valor, por el contrario, es abstracto, homogéneo, indeterminado, sólo aprehensible métricamente como espacio geométrico, *a priori*; es decir, completamente vacío y desligado de toda materia y energía, de toda praxis y experiencia, pero también del tiempo físico e histórico [...]. Este

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

espacio es propuesto como geometría, que aparentemente surge de la mente pura, sin derivarse de la experiencia de la realidad, sin corresponder a un modo histórico de aprehender el mundo sensible, pero imponiendo siempre al mundo su ley. Tal representación del espacio, no sólo del mundo físico sino también del mundo social, aparece históricamente, durante la antigüedad clásica griega (Euclides), con el surgimiento de la forma mercancía, y se desarrolla y profundiza durante la modernidad burguesa (de Descartes a Kant). La escisión espacio/tiempo implicada en esta representación tiene para el caso del espacio humano la enorme utilidad ideológica de cosificar la imaginación histórica, proponiendo situaciones sociales al margen de su devenir y, por tanto, de su finitud histórica” (Barreda, 1995:136).

Esta *dimensión bifacética* del espacio no solamente se expresa en términos de divisiones territoriales específicas: por ejemplo, como territorios donde predomina la lógica del valor de uso (como las zonas agrícolas ejidales) y territorios donde predomina la lógica del valor (como las zonas industriales); la contradicción valor de uso-valor penetra cada fragmento o porción del espacio, deformando tanto sus cualidades materiales como las relaciones sociales que se establecen con o a partir de ellos; en términos simplificados, este proceso corresponde a lo que se conoce como *fetichismo de la mercancía*. De acuerdo con esta perspectiva, todos los fragmentos espaciales, territorios, paisajes y lugares presentan esta doble configuración, de suerte que “todos los espacios materiales o concretos de la riqueza” tienden hacia el fetichismo:

Tanto las “cosas” como el espacio donde se emplazan esos objetos físicos son utilizados por las mercancías y el dinero para borrar y mistificar contradicciones en los significados, los procesos y las tendencias de la sociedad y su riqueza. De esta manera la sociedad mercantil usa la *espacialidad cósmica* de la riqueza (su *res extensa*) como medio para ocultar el contradictorio flujo procesual de la riqueza, o dicho más sencillamente: “manipula” el espacio y sus cosas en contra del tiempo y sus procesos. [...]

La configuración mercantil capitalista de la riqueza promueve por ello una mirada mistificada sobre el espacio, volviéndose incapaz de leer y descubrir en él el conjunto de significados humanos, relaciones sociales y procesos históricos que lo califican cualitativamente. De esta manera se produce la “imagen” de los territorios capitalistas como espacios abstractos y homogéneos, apenas diferenciados por las fronteras que marca la propiedad privada y el proceso de explotación de plusvalor (*Ibid.*, 138-139).

De este modo, las “dos maneras contrapuestas y escindidas de considerar lo espacial” (*Ibid.*, 136), el *espacio del valor de uso* (concreto) y el *espacio del valor* (abstracto), ofrecen una estructura que permite comprender las

diferencias en cuanto a las formas de apropiación, uso y transformación del suelo. No obstante, para completar el cuadro general que compone este apartado, aún es necesario incorporar una dimensión básica del espacio: la diferencia entre *espacio urbano* y *espacio rural*.

### **3.2 La división del espacio (rural/urbano) y el desarrollo de la ciudad capitalista**

Para ubicar las diferencias esenciales de la división del espacio, nuevamente se refieren reflexiones de Bolívar Echeverría (2013), esta vez en relación con la obra de Fernand Braudel sobre la correspondencia que existe entre las dos formas de organización temporal y sus respectivas expresiones espaciales. En diversos textos (Echeverría, 2011), Echeverría ha señalado que el proceso de reproducción social se desenvuelve en dos niveles distintos: uno *físico* (sometido a la reproducción natural) y otro *político* (sobrepuesto al primero, donde se reproduce la identidad social), y a partir de esta distinción ha explorado múltiples aspectos de la reproducción social<sup>51</sup>, incluyendo por supuesto, la distinción entre el espacio urbano y el espacio rural. Concentrado en la dimensión política de la vida social, ha señalado que ésta se desenvuelve en dos temporalidades distintas: la *temporalidad rutinaria* de la vida cotidiana, esencialmente repetitiva y sometida a la reproducción natural; y la *temporalidad extraordinaria* propia de los momentos festivos, donde los seres humanos reactualizan su capacidad de crear libremente. Siguiendo a Fernand Braudel, Echeverría señala que esta distinción en el eje vertical (temporal) se proyecta sobre el eje horizontal para organizar el espacio de la reproducción social.

El espacio de la reproducción social se organiza de acuerdo a la estructura del tiempo de la vida social; la estructuración de la temporalidad social se reproduce en el territorio de la sociedad. Podríamos decir entonces que la causa de la distinción entre lo rural y lo urbano radica en que el hombre adjudica a determinadas zonas de su territorio el predominio del tiempo rutinario y entrega el predominio del tiempo extraordinario a otras zonas o lugares del mismo (Echeverría, 2013:39).

En este nivel de abstracción, en el que se excluyen las características de la sociedad capitalista, la necesidad de lo urbano surge de la asignación de un lugar específico para que los momentos rutinarios que constituyen la producción y el consumo, propios del espacio rural, confluyan de forma extraordinaria durante el proceso de

51 "Si se pone a la libertad como el hecho característico de la existencia humana, es decir, si se define el proceso de reproducción social como aquel que subordina estructuralmente su estrato físico de funcionamiento a su estrato "político", es imposible dejar de reconocer que en él se halla presente un *conflicto* fundamental: el conflicto entre lo social como forma y lo natural como sustancia formada. Lo natural rige en lo social, pero lo social no es continuación de lo natural: está del otro lado de un abismo que, paradójicamente, dentro de lo natural, lo separa de él. Para lo social, trascender y dar forma a la sustancia natural implica necesariamente crear a partir de ella, dependiendo de ella, un orden autónomo. Al mismo tiempo que mantiene en sus rasgos generales el orden que ella posee espontáneamente, lo fuerza y recompone en su vigencia particular: lo convierte en el material de su propia creación" (Echeverría, 2011:491).

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

circulación de la riqueza. La importancia del “núcleo urbano” consiste así, en permitir a los elementos de la riqueza social “recomponerse topográficamente y así dejar de ser simplemente productos para convertirse en bienes capaces de satisfacer necesidades humanas” (*Ibid.*, 40). Pero además, constituye el espacio extraordinario en donde se desarrollan “las funciones políticas de autodeterminación de la sociedad humana”; incluyendo la “gestión del gobierno, el establecimiento de los principios distributivos de la riqueza, la definición concreta de las relaciones de convivencia, la construcción de las personas y, en fin, todo aquello que gira en torno a la reproducción y el cultivo de la identidad de esta sociedad” (*Ibid.*, 44).

En su estadio elemental (pre-capitalista), la *ciudad* “está allí para servir al campo, a la producción y al consumo, lo mismo en sus necesidades económicas circulatorias que en las políticas y religiosas” (*Ibid.*, 54); ofrece un lugar común para que los propietarios intercambien sus bienes (el mercado), pero también para que tomen decisiones sobre su vida comunitaria (la plaza). Pero con el desarrollo mercantil de la sociedad, el conflicto inherente entre la *forma natural* y la *forma social* de la riqueza conduce “un movimiento que parte de la subordinación de la ciudad al campo, cuando esta ciudad es una aldea todavía, y termina con la subordinación del campo a la ciudad” (*Ibid.*, 55): la *ciudad burguesa, que fue sierva* durante el proceso de gestación de la forma mercantil, *se convierte ahora en ama y señora*. Todas las decisiones que involucran a la producción y al consumo, que acontecen en el ámbito rural, se deciden desde la perspectiva de la circulación en el ámbito urbano. Pero este tránsito es tan solo una fase del proceso, que será culminado verdaderamente por la *ciudad capitalista*, basada “en la subsunción total de lo rural a lo urbano, en la sujeción, la explotación, la destrucción incluso, del campo en beneficio de la ciudad” (*Ibid.*, 75).

“La gran ciudad es -dirá Braudel- un 'parásito' que se constituye en la negación absoluta de lo rural” (*Ibidem*). Las formas de vida del campo son plenamente negadas por una *ciudad absoluta* o *ciudad total* que se proyecta sobre el espacio planetario, y que convierte al campo en un *apéndice superfluo*, que puede ser reconstruido artificialmente a partir de las necesidades metropolitanas. Esta es la particular relación que determina el espacio de la sociedad moderna contemporánea, sometida a la lógica de la acumulación de valor; y es por tanto, la forma que asumen las relaciones del espacio urbano y el espacio rural en el área de estudio. Es este el proceso que debe ser expresado mediante la cartografía de las unidades socio-ambientales; un proceso que no ha culminado, sino que se encuentra en curso permanente. De modo que la representación de cada elemento que se añade al área de estudio, debe contribuir a determinar con anticipación, si el elemento dinamiza o revierte la tendencia dominante.

El campo ya no es una entidad que entregue a partir de su propia necesidad determinados frutos para la ciudad, sino que ha pasado a ser una rama industrial más, la agroindustria, una simple prolongación de la periferia industrial. La gran ciudad se prolonga hacia el campo e intenta deponerlo de su antigua dignidad, doblegarlo finalmente y reducirlo a la condición de prolongación de la periferia industrial. La producción agropecuaria pierde no sólo su carácter determinante sino incluso su propia necesidad. La periferia industrial invade el campo. Tiende a hacer de la plantación la única forma de existencia del campo y a urbanizar todo el espacio, incluso el espacio rural (*Ibíd.*, 77).

### 3.3 El uso de suelo y las formas de apropiación del suelo: zonificación socio-ambiental a escala 1:10,000

Con este marco teórico mínimo es posible fundamentar una metodología que permita visibilizar y distinguir de forma cartográfica, las *formas de apropiación del espacio* con base en la información básica sobre el uso de suelo proporcionada por fuentes oficiales. De esta forma, el uso de suelo se convertirá en el indicador clave para el proceso de evaluación socio-ambiental. En la actualidad, la clasificación de los tipos de uso de suelo disponible más actualizada es la información de Vegetación y Uso de Suelo escala 1:250,000 Serie V, generada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), entre 2011 y 2013, compuesta por 59 tipos de vegetación, seis tipos de agroecosistemas y seis categorías para la información complementaria (ver Cuadro II.4). Independientemente de los errores conceptuales que puedan existir en su clasificación, gracias al detalle de la información proporcionada por INEGI, este esquema puede resultar de gran utilidad para análisis biofísicos a escala regional. Sin embargo, presenta diversos inconvenientes para el análisis de la relación campo-ciudad a escala local, ya que carece de información sobre los usos de suelo intra-urbanos e industriales, que permitan observar su expansión hacia los espacios rurales<sup>52</sup>.

Clasificación		Subclasificación
<b>Información ecológica, florística y fisonómica (dimensión biológica)</b>		
<b>Tipo de vegetación (59 tipos)</b>		<b>Desarrollo de la vegetación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque (11)</li> <li>• Matorral (11)</li> <li>• Selva (14)</li> <li>• Pastizal (4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezquital (2)</li> <li>• Palmar (2)</li> <li>• Otros (15)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetación Primaria</li> <li>• Vegetación Secundaria                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Herbácea</li> <li>◦ Arbustiva</li> <li>◦ Arbórea</li> </ul> </li> </ul>

52 Tal configuración de la información estatal puede entenderse en términos de la descentralización de las funciones del Estado, iniciada en 1982, impulsada por la administración de Salinas de Gortari y formalizada por el conjunto de reformas constitucionales de 1992; de esta forma, de acuerdo con la Ley General de Asentamiento Humanos (LGAH), desde 1993 la regulación sobre el uso de suelo y su zonificación se realiza a nivel municipal.

*Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

Información agrícola, pecuaria y forestal (dimensión económica)	
<b>Tipos de agroecosistemas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura de temporal</li> <li>• Agricultura de riego</li> <li>• Agricultura de humedad</li> <li>• Pastizal cultivado</li> <li>• Bosque cultivado</li> <li>• Acuícola</li> </ul>	<b>Tipo de plantación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola</li> <li>• Forestal</li> </ul> <b>Tipo de cultivo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anual</li> <li>• Semipermanente</li> <li>• Permanente</li> </ul>
Categorías de la información complementaria. Sin subclasificaciones (dimensión socio-cultural)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpos de agua</li> <li>• Área desprovista de vegetación</li> <li>• Asentamientos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas urbanas</li> <li>• País extranjero</li> <li>• Nomadismo agrícola</li> </ul>

Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2015.

La información sobre el uso de suelo al interior del espacio urbano es considerada por la zonificación elaborada por cada programa de ordenamiento urbano, de acuerdo con las características territoriales locales; sin embargo, debido a la gran diversidad de clasificaciones de uso de suelo que deriva de las distintas zonificaciones, su sistematización a escala regional solo cuenta con la clasificación general propuesta por INEGI, que no considera la complejidad intra-urbana ni sus vínculos con los espacios rurales. Además, aunque las legislaciones locales tienen la ventaja de incorporar la dimensión social, su objetivo es la regulación de los distintos tipos de uso de suelo, por lo que, en general, tienden hacia la sobre-regulación y a sobre-complejizar los sistemas de clasificación. La Ciudad de México, por ejemplo, considera en su Ley de Desarrollo Urbano de 2010, tres categorías básicas del uso de suelo: urbano, rural y de conservación<sup>53</sup>; de los cuales se desprenden 141 subcategorías, contenidos en los 46 programas parciales y 16 programas delegacionales de Desarrollo Urbano; el municipio de Puebla por su parte, incluye cuatro categorías básicas y al menos 30 subcategorías en su Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable (ver Cuadro II.5).

Cuadro II.5. Zonificación del uso de suelo de Ciudad de México y el municipio de Puebla			
Tipos y subcategorías de usos de suelo en Ciudad de México		Tipos de usos de suelo contemplados en Puebla	
	<b>A. Urbano</b>		<b>A. Zonas de densidad selectiva</b>
1. Habitacional (79 tipos)	-Unifamiliar, plurifamiliar, densidad baja, media y alta, Tipo A, B y C, Mixto	1. Primera zona	3. Tercera zona
2. Área Verde	-Plazas, parques, jardines, deportivos, espacios abiertos	2. Segunda zona	4. Zona de monumentos
3. Equipamiento (18 tipos)	-Salud, cultura, deporte, abasto, servicios e infraestructura.		<b>B. Sub polígonos</b>
4. Núcleos urbanos	-Subcentro urbano, centro de barrio	a. Área Natural Protegida	h. Zona federal
5. Industria	-Con comercio, industria vecina	b. Agroforestal	i. Densidad controlada
		c. Agrícola	j. Densidad selectiva
		d. Sector primario	k. Regularización de tenencia de la tierra

53 Con base en estas tres categorías la Ciudad de México, la más grande del país y la cuarta ciudad más grande del mundo, regula la tensa relación entre el espacio urbano y rural.

*Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

6. Comercio y servicios (7)	-Corredor comercial, centro comercial, oficinas corporativas	e. Área de crecimiento	l. Asentamientos de densidad controlada
7. Otros (6)	-Polígonos de actuación, proyectos maestros	f. Área de amortiguamiento	m. Preservación del patrimonio natural
		g. Proyectos especiales	n. Área de restricción relleno sanitario
<b>B. Rural</b>	<b>C. Conservación</b>	<b>C. Industria</b>	<b>D. Áreas verdes</b>
1. Habitacional	1. Múltiple y restringido	1. Parque Industrial	1. Uso mixto
2. Producción rural	2. Bosque, barrancas y zonas verdes	2. Uso mixto	2. Cuerpos de agua
3. Producción agrícola		3. Equipamiento	3. Vegetación irreductible
4. Producción agroindustrial		4. Comercio y Servicios	
5. Equipamiento rural		5. Restricciones	
6. Agrícola, baja densidad, con producción, agroindustrial y mixto		6- Zona militar	

Fuente: Elaborado con base en SEDUVI (2015) y Gobierno del Estado de Puebla (2007).

Para colmar este y otros vacíos detectados de la información pública disponible, se propone una clasificación que permita diferenciar los tipos de uso de suelo, basada en la distinción entre el espacio del valor de uso y el espacio del valor referida anteriormente. Su elaboración cartográfica, que constituye el fundamento de la zonificación socio-ambiental, se basa, en primer lugar en un ejercicio de superposición cartográfica de la información sobre uso de suelo y las localidades urbanas. De acuerdo con la Serie V del INEGI, el ejercicio muestra que el 9% (253 km<sup>2</sup>) del área de estudio está ocupada por asentamientos humanos y zona urbana; en cambio, de acuerdo con los polígonos urbanos del Marco Geoestadístico de Localidades Urbanas del 2013 (MGLU), elaborados también por INEGI, las localidades urbanas ocupan el 26% (715 km<sup>2</sup>) de la superficie total (2,728 km<sup>2</sup>). Se trata de una diferencia de 17% (461 km<sup>2</sup>), que se acentúa si el cálculo se concentra en el área de evaluación: 6% (37 km<sup>2</sup>) de la Serie IV contra 37% (233 km<sup>2</sup>) según el MGLU; es decir una diferencia de 31%. Se trata, por supuesto, de errores derivados de la escala, de la diferencia temporal entre la elaboración de cada uno, y en ocasiones de errores propios de la serie, elaborada para trabajos regionales, que de cualquier forma es necesario corregir para análisis a escala local.

El Cuadro II.6 muestra la extensión distintas formas de apropiación del suelo urbano y del suelo rural en el área de evaluación. Más adelante se indica el método empleado para diferenciar entre estas formas, que incluyen: a) zonas habitacionales y unidades habitacionales construidas como desarrollos inmobiliarios; b) zonas industriales y agroindustriales; zonas agrícolas (de temporal y de riego); zonas con vegetación; caminos, carreteras y autopistas; valles y cuerpos de agua; zonas de disposición o extracción de materiales, como basureros y minas; y sitios arqueológicos (que constituyen zonas habitacionales de sociedades desaparecidas); además, se incluye la reserva territorial, una forma de apropiación del suelo definida en el siguiente capítulo a partir de las reservas territoriales del área de estudio.

Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica

Cuadro II.6. Diferenciación de las formas de apropiación de suelo en el área de evaluación (1:10,000)						
Apropiación del suelo urbano	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Apropiación del suelo rural	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Total	% Urbano	% Rural
<b>Espacio urbano</b>	<b>13,688</b>	<b>Espacio rural</b>	<b>494,907</b>	<b>631,792</b>		
Zona habitacional	41,528	Zona habitacional	11,372	52,900	78.5	21.5
Industria	7,170	Industria	9,687	16,857	42.5	57.5
Desarrollo inmobiliario	2,014	Desarrollo inmobiliario	2,575	4,589	43.9	56.1
Agroindustria	557	Agroindustria	881	1,439	38.7	61.3
Reserva Territorial	72,300			72,247	100.0	0.0
Con agricultura de temporal	27,300	Agricultura de temporal	249,224	276,523	9.9	90.1
Con agricultura de riego	32,717	Agricultura de riego	146,530	179,246	18.3	81.7
Con vegetación	2,455	Vegetación secundaria	45,230	47,686	5.1	94.9
Sin vegetación	9,776			9,776	100	0.0
Calles y caminos	12,031	Carreteras y autopistas	4,532	16,563	72.6	27.4
Valles	1,271	Valles	23,319	24,591	5.2	94.8
Cuerpos de agua	26	Cuerpos de agua	85	111	23.2	76.8
Basurero	40	Basurero	410	450	8.8	91.2
Mina	0	Mina	918	918	0.0	100.0
Sitio arqueológico	0	Sitio arqueológico	145	145	0.0	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la zonificación socio-ambiental, las diferencias en cuanto a la extensión del espacio urbano constituyen un indicador de la expansión del suelo urbano sobre terrenos ocupados por la actividad agrícola o algún tipo de vegetación; en términos del significado de lo rural y lo urbano tal cómo se han definido, esto implica que el espacio dedicado al momento extraordinario de la reproducción social, el de la circulación, se ha expandido sobre el espacio rutinario de la producción y el consumo. De igual forma, indican que cualquier modificación sobre los terrenos urbanos *ganados al campo*, ocasionarían impactos cualitativamente distintos a los impactos generados sobre los antiguos terrenos rurales. Por último, puesto que se trata de la expansión de la forma urbana capitalista, tal expansión es un indicador, al mismo tiempo, de la prolongación de la periferia industrial hacia el campo, a partir de su destrucción.

Para determinar la extensión del espacio urbano respecto del espacio rural, en segundo lugar, se ha descompuesto la superficie de las localidades urbanas del MGLU versión 6, de acuerdo con cuatro formas básicas de apropiación del suelo urbano: (1) habitacional, (2) inmobiliario, (3) industrial y (4) agroindustrial, incorporadas por los planes de ordenamiento urbano, pero excluidas por la clasificación de INEGI (2015). Posteriormente, se realizó un ejercicio similar a partir de las formas de apropiación del suelo con base en los



## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

tipos de uso de suelo de la serie V; de esta forma se agregan los tipos: (5) agricultura de temporal, (6) agricultura de riego, (7) vegetación (primaria y secundaria) y (8) cuerpos de agua. A estas primeras categorías básicas, se agregan (9) reservas territoriales y (10) caminos, carreteras y autopistas; formas de apropiación que se encuentran en la intersección entre el espacio urbano y el espacio rural; de igual forma, se agregan otras categorías que no son exclusivas de ningún tipo de espacio: (11) minas, (12) basureros y (13) sitios arqueológicos -que también pueden conceptualizarse como barrios o núcleos históricos. Finalmente, se superponen los (14) valles obtenidos por el mapa de unidades de paisaje, que constituyen, de esta forma, un segundo elemento articulador entre las dimensiones ambientales y sociales. Con esta sencilla metodología se ha determinado, de forma más precisa, la distinción entre el espacio urbano y el espacio rural, tanto en términos cuantitativos (superficie) como cualitativos (formas de apropiación) (ver Cuadro II.6).

Al distinguir estas catorce categorías al interior del espacio urbano y el espacio rural, se obtienen las *formas básicas de apropiación del suelo*. Los resultados de este ejercicio revelan que formas de apropiación del suelo tradicionalmente urbanas, como el uso de suelo industrial y las unidades habitacionales (desarrollos inmobiliarios) se expanden por el espacio rural en proporciones cercanas al 40-60%, siguiendo lógicas espaciales vinculadas con los medios de transporte; de modo que la articulación del territorio queda plenamente subsumida a esta lógica específica. De igual forma, pero en sentido inverso, expone que formas de apropiación tradicionalmente rurales como la producción agrícola, mantiene una presencia considerable próxima a los núcleos urbanos (9.9% agricultura de temporal y 18.3% de riego; ver Cuadro II.6). Asimismo, manifiesta que la producción agroindustrial, dominante en los espacios rurales, se expande hacia los núcleos urbanos; proceso similar al que ocurre, aunque en menor medida, con los basureros<sup>54</sup>. Finalmente, el ejercicio evidencia que la extensión de valles y cuerpos de agua se reducen al interior del suelo urbanizado; mientras que sus formas naturales se preservan mejor en suelos rurales, excepto donde son atravesados por las redes de infraestructura que, como quedará claro en el siguiente capítulo, articulan la expansión industrial de la ciudad sobre la destrucción de las formas rurales de apropiación del suelo.

En este somero análisis particular atención merece la *reserva territorial*, una forma de apropiación específicamente urbana compuesta por formas de apropiación tradicionalmente rurales. Es la superficie del suelo considerada por el MGLU del INEGI como zona urbana, pero que en realidad no está urbanizada. Por esta razón, la reserva territorial constituye claramente el *terreno de disputa*; en ella, espacio urbano y espacio rural

54 Estas dos formas de apropiación (agroindustria y basureros) no constituyen formas predominantemente rurales o urbanas, sino extraños híbridos que expresan el característico metabolismo campo-ciudad del mundo moderno; el traslado de la producción industrial de alimentos y el desecho de materiales hacia el propio *interior* urbano.

mantienen un diálogo, que más bien es un forcejeo, que busca determinar el proyecto territorial de la sociedad: son fracciones urbanas que se resisten al tipo de urbanización dominante, y que por tanto, permanecen rurales; son fragmentos de lo rural absorbidos por la expansión urbana. Constituye una *reserva* porque la tensión entre la forma urbana y la forma rural aún no se define plenamente; de alguna manera corresponde a la “interfase urbano-rural” señalada por algunos autores (Galindo y Delgado, 2006), definida conceptualmente a partir de criterios cartográficos y estadísticos, donde ocurren procesos de *urbanización difusa* (Hackenberg, 1982).

Lejos de la superación de la clásica dicotomía entre campo y ciudad, lo que ocurre en esta *nueva expresión territorial* (Ávila, 2005) constituye una de las formas espaciales del *absurdo de la vida moderna*. Para Bolívar Echeverría, la distinción campo-ciudad es necesaria para la reproducción social, “la oposición entre la vida rural y la vida citadina que es inherente a la vida del ser humano. Éste necesita cambiar, tener este doble modo de vida, un modo de vida rural y un modo de vida urbano, y ambos se encuentran conectados entre sí, dependen el uno del otro” (Echeverría, 2013:79). No obstante, la urbanización de las reservas territoriales resulta siempre caótica y de alguna forma contraria a las formas urbanas. El tipo de vivienda que se instala en esta franja subsiste, en general, sin sistemas de drenaje, sin agua entubada, sin electrificación, sin medios de comunicación y transporte, al menos hasta que la organización de sus nuevos habitantes inicia un *proceso de urbanización restringido* a la dotación de servicios; a veces contenido mediante métodos de represión violenta, a veces gestionado mediante la cooptación política del proceso<sup>55</sup>. La urbanización de la reserva territorial ha dado paso a esos conglomerados urbanos caóticos, reprimidos y cooptados que constituyen el fermento de aquello que Bolívar Echeverría (2013) ubica como “esos monstruosos conglomerados postcitadinos” que surgieron en la segunda mitad del siglo XX en América Latina.

Se trata de metrópolis de sustentabilidad precaria invadidas hasta el último rincón por la economía informal, funcionalmente desarticuladas, caóticas, polarizadas dentro de una mancha urbana entre pobre y miserable, dotadas de una infraestructura mínima junto a la que se abren deslumbrantes islotes de abundancia y desarrollo técnico [...]

Estos grandes conglomerados urbanos latinoamericanos no son el resultado de una invitación de las grandes ciudades a una migración interior sistemática sino el fruto de una invasión descontrolada. Eso que en ellas se percibe todavía de un núcleo citadino original son los restos de un aplastamiento, del

55 A modo de hipótesis se puede apuntar que en la Ciudad de México estas dos formas de contención y gestión del proceso de urbanización se corresponden con las divisiones político-administrativas: mientras en el Estado de México ha primado la urbanización violenta (como en el caso del movimiento antorchista) (Correa, 2004); en el Distrito Federal (ahora Ciudad de México) ha primado la urbanización cooptada (Schteingart, 1987).

asentamiento desordenado de grandes masas de población que ahogaron y sepultaron la ciudad invadida destruyendo su sustancia cultural anterior, que trasladaron la devastación del campo a la ciudad. (Echeverría, 2013: 79 y 84).

En el área de evaluación, la reserva territorial presenta todavía agricultura de temporal e incluso agricultura de riego, cuya cercanía a los núcleos de consumo y de venta permite disminuir la distancia de transporte y, por tanto, los costos de producción de los alimentos. Esta es la principal importancia de la reserva territorial: enlaza los sitios de la producción y el consumo con los centros de intercambio, a una escala en la que los medios de transporte motorizados resultan prescindibles. Así, resulta ilógica la destrucción de estos espacios con el argumento de “acercar” la producción y el consumo mediante la construcción de autopistas. Desde el punto de vista ambiental, la reserva territorial con agricultura de temporal mantiene pequeñas porciones de vegetación que, sin embargo, resultan fundamentales para los habitantes urbanos. Por último, y en menor medida, la reserva territorial contiene terrenos sin vegetación ni agricultura; se trata de lotes baldíos que por diversas causas no fueron cultivados durante los últimos ciclos agrícolas y generalmente, después de utilizarse para diversos proyectos productivos o recreativos (invernaderos, campos de fútbol), se mantienen en venta, a la espera de convertirse en parte de un parque industrial o un desarrollo inmobiliario.

Estos lotes constituyen para la legislación contemporánea el núcleo de las reservas territoriales; de igual modo, son el terreno propio de la especulación inmobiliaria, por lo que las historias que giran en torno a ellos, serían dignas de todo un trabajo documental<sup>56</sup>. Pero la especulación del suelo no se restringe al espacio urbano; también penetra el espacio rural, siguiendo los *caminos abiertos* por las vías de comunicación, en los terrenos inmediatos a las carreteras existentes. No obstante, la mayor parte del área de estudio constituye todavía un espacio rural que ha “podido preservar algunas funciones, su dinámica económica, sus formas de vida y de vivir los espacios en un entorno transformado” (Ávila, 2005: 19). El mapa 7, expresa la información sobre uso de suelo y vegetación disponible públicamente en el área de estudio, a escala 1:50,000; y en una escala más detallada (1:10,000), muestra la superficie ocupada por las catorce categorías de formas de apropiación del suelo en el área de evaluación.

56 Una de ellas fue expresada de manera informal durante los trabajos de campo. Es la historia de un joven que, enganchado con la “visión” de una empresa inmobiliaria que aseguraba que el precio de la tierra podría subir, adquirió una deuda con los viejos ejidatarios, que rechazaban esa *visión*, para iniciar su propio proyecto inmobiliario. Este proyecto en primer lugar logró aumentar el monto de su deuda; más tarde -con el fin de liquidarla- fomentó la venta de una porción de tierra ejidal que al principio permitió aumentar el negocio, urbanizar otra parte del ejido, y finalmente, cuando el negocio adquirió dimensiones considerables, derivó en un fraude inmobiliario y el encarcelamiento de algunos de sus socios.

Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica

Formas de uso del suelo	Apropiación del espacio urbano					Apropiación del espacio rural				
	Propiedad privada	%	Propiedad social	%	Total	Propiedad privada	%	Propiedad social	%	Total
Habitacional	30,987.00	90	3,455.04	10	34,442.04	8,311.74	79	2,222.32	21	10,534.06
Habitacional con equipamiento	6,466.95	91	619.06	9	7,086.01	594.57	71	242.93	29	837.50
Industria	6,478.92	90	690.85	10	7,169.77	6,752.55	70	2,934.23	30	9,686.78
Desarrollo inmobiliario	1,854.90	92	159.49	8	2,014.39	1,713.41	67	861.65	33	2,575.06
Agroindustria	410.31	74	147.11	26	557.41	655.64	74	225.63	26	881.27
Reserva Territorial sin agricultura	7,934.52	81	1,841.48	19	9,776.00	No hay		No hay		
RT con agricultura de temporal	23,998.20	88	3,301.37	12	27,299.57	170,006.00	68	79,217.46	32	249,223.46
RT con agricultura de riego	27,340.70	84	5,375.88	16	32,716.58	68,459.33	47	78,070.17	53	146,529.50
RT con vegetación	1,746.97	71	708.34	29	2,455.31	24,007.90	53	21,222.30	47	45,230.20
Camino	10,410.90	87	1,620.09	13	12,030.99	2,611.73	58	1,920.33	42	4,532.06
Valle	1,244.20	98	27.16	2	1,271.36	19,131.80	82	4,187.43	18	23,319.23
Cuerpo de agua	25.77	100	No hay		25.77	48.07	56	37.19	44	85.26
Basurero	29.36	74	10.37	26	39.73	409.90	100	No hay		409.90
Mina	No hay		No hay		No hay	711.77	78	206.12	22	917.89
Sitio arqueológico	No hay		No hay		No hay	145.15	100	No hay		145.15
<b>Total</b>	<b>118,928.70</b>		<b>17,956.25</b>		<b>136,884.95</b>	<b>303,559.56</b>		<b>191,347.76</b>		<b>494,907.32</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para completar el cuadro de formas de apropiación del espacio, finalmente se incorporan dos elementos de diferenciación de actividades propias, aunque no exclusivas, de cada tipo de espacio; las *formas de propiedad de la tierra* propias del espacio rural y el *equipamiento urbano* (ver Cuadro II.7). Se trata de dos aspectos íntimamente vinculados con la reproducción social, y por tanto, centrales para el Estado; en el primer caso se distingue entre la propiedad privada y la propiedad social, que a su vez se subdivide en propiedad ejidal y propiedad comunal -actualmente gestionadas por el Registro Agrario Nacional (RAN) y la Procuraduría Agraria (PA)<sup>57</sup>. Por su parte, el equipamiento urbano, gestionado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), se distingue en seis aspectos: educativo, salud, comercio, transporte, recreación y administrativo. Aunque estas distinciones pueden resultar fundamentales para determinar los impactos socio-ambientales, para simplificar cartográficamente las formas de apropiación y uso del espacio, el mapa incorpora

57 Instituciones formuladas por la Ley Agraria de 1992 para *delimitar cartográficamente al ejido* (RAN) y para *delimitar jurídicamente al ejidatario y sus relaciones ejidales* (PA); ver el estudio de la propiedad realizado en la tesis de maestría (Flores Rangel, 2011). Actualmente son órganos desconcentrados de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), institución que reemplazó en 2013 a la Secretaría de la Reforma Agraria, que a su vez sustituyó al Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización (1934-1974) y a la Comisión Nacional Agraria (CNA), que inició en 1928 el reparto formal de tierras bajo la forma ejidal.

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

los polígonos ejidales y las manzanas que poseen algún tipo de equipamiento urbano excluyendo su diferenciación interna. El mapa 8 muestra los límites ejidales y su diferenciación interna (asentamientos humanos, tierras parceladas, tierras de uso común) reconocidos por el RAN, así como los ejidos y comunidades que desaparecieron; asimismo muestra el equipamiento urbano del área de estudio.

Para obtener el mapa de Unidades Socio-Ambientales, finalmente se superponen los mapas de formas de apropiación y uso del espacio y el mapa de paisajes físico-geográficos; este resultado permite realizar análisis socio-ambientales a partir de las dos leyendas generadas, y su nivel de complejidad dependerá de la cantidad y la calidad de atributos que se incorporen. En el caso del mapa de paisajes físico-geográficos, elaborado mediante la metodología semi-automatizada descrita por Priego *et al.* (2008), se sobreponen “los mapas de vegetación y uso de suelo y edafológico para conocer la composición de cobertura de nuestras unidades inferiores y su soporte edáfico” mediante una “superposición virtual”, es decir, sin obtener nuevos polígonos (Priego *et al.*, 2008: 63). Sin embargo, el mapa de unidades socio-ambientales ya contiene información sobre uso de suelo, así que una vez que las unidades socio-ambientales quedan definidas a partir de este doble vínculo (social y paisajístico), solo se incorpora la información edafológica mediante el método de superposición virtual. Por último, para evitar una excesiva complejidad cartográfica, el mapa de Unidades Socio-Ambientales excluye la información de geoformas y pendiente correspondiente a las unidades inferiores del paisaje físico-geográfico.

El resultado, que integra la información socio-ambiental en un solo producto cartográfico en el área de evaluación a escala 1:10,000, puede visualizarse desde la perspectiva físico-geográfica en el Mapa 9, que contiene los polígonos que representan el proceso de urbanización pero únicamente resalta las unidades de paisaje físico-geográfico (incluyendo unidades superiores y unidades inferiores) y su leyenda se encuentra en el anexo. El Mapa 10, por su parte, expresa la perspectiva socio-ambiental, en donde la información de las unidades superiores del paisaje físico-geográfico permanece integrada a las formas de apropiación y uso del espacio, pero son estas últimas las que se resaltan. Este mapa revela que, efectivamente, a lo largo de las carreteras y autopistas que conectan las principales zonas urbanas se expanden terrenos industriales sobre terrenos agrícolas, particularmente ejidales. Muestra los terrenos baldíos recién abandonados por las actividades agrícolas, en espera de nuevos y más lucrativos usos de suelo; los grandes desarrollos inmobiliarios en medio de suelos agrícolas acechados por el próximo ciclo de expansión urbana; la franca expansión industrial sobre las zonas ejidales. Resalta sobre todo las reservas territoriales y los asentamientos rurales articulados por antiguas carreteras estatales o federales.

## *Capítulo II. Tipología socio-ambiental y cartografía de la fractura metabólica*

Al asociar ambos mapas se aprecia que las áreas de vegetación se circunscriben a montañas y lomeríos donde la agricultura resulta incosteable; el relativo aislamiento de las comunidades serranas más alejadas, donde los valles expresan sus formas naturales en relativa armonía con la agricultura tradicional. Pero particularmente, se revela la lógica espacial del Libramiento Poniente de Puebla y los posibles impactos que podría desencadenar sobre las formas de apropiación y uso de suelo en toda el área de estudio. Se trata de una infraestructura vial que articula un nuevo ciclo de expansión industrial a través de las tierras agrícolas y ejidales de San Martín Texmelucan, Huejotzingo, Nealtican y Atlixco. No obstante, todo ello puede comprenderse únicamente cuando se analiza el área de evaluación en relación con el contexto histórico-geográfico más amplio del área de estudio. Por ello, antes de iniciar la evaluación socio-ambiental del Libramiento Poniente de Puebla, el siguiente capítulo incorpora el análisis de la expansión de la infraestructura carretera y su articulación con los procesos de industrialización y urbanización en el área de estudio, así como el análisis del Libramiento Poniente de Puebla a partir de la MIA elaborada por la empresa constructora interesada.

**Mapa 7. Uso de suelo, polígonos urbanos y formas de apropiación del suelo (Escala 1:50,000 y 1:10,000)**

**Mapa 8. Superficie y división interna de los núcleos agrarios y elementos del equipamiento urbano del área de estudio**



**Mapa 9. Unidades de paisaje (incluyendo el proceso de urbanización) del área de evaluación (Escala 1:10,000)**

**Mapa 10. Unidades socio-ambientales (Escala 1:10,000)**

## **CAPÍTULO III. IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE LAS AUTOPISTAS EN EL VALLE DE PUEBLA**

### **1. Antecedentes: 50 años de construcción de autopistas, industrialización, urbanización y especulación de la tierra en la ciudad de Puebla (1962-2012). Breve historia del despojo y el deterioro ambiental**

Como ya fue referido en la Introducción, el Libramiento Poniente de la Ciudad de Puebla (o Arco Poniente) se inserta en un proceso mucho más amplio de construcción de vialidades de acceso controlado que se extiende a la corona de ciudades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, un proyecto de articulación a una escala regional más amplia. Como paso previo a la evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura carretera, este apartado explora el proceso de construcción de los medios de comunicación y transporte como las autopistas (fuerzas productivas generales) en el área de estudio, como la expansión de la forma territorial que, por un lado, configura y articula la expansión industrial (fuerzas productivas técnicas) y la expansión urbana (fuerzas productivas procreativas); y que por otro, extiende y profundiza el deterioro social (fuerza de trabajo) y el deterioro ecológico (fuerzas naturales) mediante los procesos de *acumulación originaria* y *subsunción del espacio* que desencadena. En términos generales, se trata de un estudio sobre el papel de las fuerzas productivas generales (las autopistas) en la producción del espacio (fuerza productiva estratégica).

En términos del área de estudio, el análisis consiste en la reconstrucción del proceso de configuración y vinculación de los núcleos industriales y urbanos del valle de Puebla, mediante las redes de infraestructura de transporte, realizada a partir del vínculo entre el fomento del Estado a la industria automotriz y el diseño de políticas públicas que promovieron la urbanización en esta región y la resistencia emprendida por los campesinos desde los núcleos ejidales y las tierras agrícolas sobre las que avanza este proceso. Los ejes que

articulan este apartado son los proyectos de infraestructura carretera que otorgan coherencia territorial al área de estudio; y su análisis *corre paralelo* a la forma que el Estado otorga a cada proyecto como un eje para avanzar un tipo de industrialización y urbanización específico.

De esta forma, el proyecto del Libramiento Poniente se enmarca en el proceso de construcción de autopistas conurbadas en la Ciudad de Puebla, que comenzó con la inauguración de la *Autopista México-Puebla* (112 km) en 1962, que se prolongó con la construcción de la *Recta a Cholula* (7 km) en 1976; que alcanzó su cenit con la construcción de la *Autopista Puebla-Atlixco o Ruta Atlixáyotl* (18.5 km) y el *Periférico Ecológico* (44.2 km), entre 1987 y 1994; y que finalmente, entró a su ocaso con el tramo Atlixco-Jantetelco (55 km) de la Autopista Siglo XXI, en 2003, y culminó con la Autopista Amozoc-Perote (104 km), en 2004. Estos son los ejes que articularon el desarrollo de la industria automotriz, la expansión urbana y el proceso de especulación inmobiliaria a partir del despojo de tierras ejidales entre 1962 y 2012. Cada eje configura una fase o forma específica de expansión de la ciudad sobre el campo, y por ende, del deterioro social y ambiental en el valle de Puebla.

El esquema que se presenta, complejiza otras formas de aproximación al proceso de urbanización, industrialización y construcción de infraestructura de transporte en la zona metropolitana de Puebla (Cabrera *et al.*, 2006; 2012; Bernal *et al.*, 2010; Soto, 2012). De igual forma, el enfoque de las relaciones campo-ciudad vinculado con las contradicciones entre forma natural y forma social y valor de uso-valor, referidas en el capítulo anterior, establece una clara distinción con otras formas de abordar las relaciones urbano-rurales (Ávila, 2005; Melé, 1994); tales como la idea del tránsito de la dominación a la exclusión de lo rural, como característica básica de la reestructuración territorial (Bernal *et al.*, 2010), o sobre el “cambio de funciones” (Soto, 2012:277; ver referencia a Ávila). No obstante, guarda ciertas relaciones con su comprensión a partir de las tensiones entre el *espacio de los flujos* y el *espacio de los lugares*, que Bernal retoma de Milton Santos.

### **1.1 Autopista México-Puebla: despojo ejidal y desarrollo de la industria automotriz durante el auge de la industrialización por sustitución de importaciones (1962-1976)**

La construcción de autopistas de *altas especificaciones*, de *acceso controlado*, pero no necesariamente de *cuota*, presenta algunas características regionales específicas respecto de las cuatro fases del proceso general de construcción de infraestructura carretera en México señalada en la Introducción (Figura 1). En el área de estudio, la primera autopista con estas características se construye al iniciar la *fase de auge y consolidación* (1960-1978) y su construcción está vinculada con el impulso al proceso de polarización regional, que como señala González (2008), tiene como fundamento a la industria automotriz. El año 1962 es clave en el triple

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

vinculo entre construcción de autopistas, políticas públicas e industrialización. A partir de la inauguración de la *Autopista 5 de mayo* (México-Puebla), que celebraba el centenario de la *Batalla de Puebla de 1862*, cuya construcción sentaba “las bases para una etapa de sorprendente progreso para el Estado” (citado por Contreras, 2012), el presidente Adolfo López Mateos emitió un decreto para impulsar la industria automotriz en México<sup>58</sup>, lo que impulsó a Volkswagen a constituir Promotora Mexicana de Automóviles (Promexa), y consolidar su primer planta en el municipio de Xalostoc, Estado de México (González, 2008:140).

A partir de 1965, en el marco del proceso de descentralización industrial impulsado por el gobierno de Gustavo Díaz Ordaz, Nacional Financiera “comenzó un proyecto de grandes inversiones para favorecer a las ciudades localizadas en el corredor Ciudad de México-Veracruz” (*ibídem*) al que el gobernador de Puebla, Áron Merino Fernández, *contribuyó* con un lote de tres millones de m<sup>2</sup>, infraestructura e incentivos fiscales para que Volkswagen de México trasladara su planta sobre el ejido de San Lorenzo Almecatla. Los terrenos que actualmente ocupa la planta de Volkswagen fueron comprados -mediante engaños e intimidación- por “representantes del empresario textil Rodolfo Budib Name y de la familia Muñoz Cano”, intermediarios locales que ofrecieron “*el precio de un huevo*” (30 centavos) por cada metro cuadrado y lo re-vendieron a 5 pesos (García, 2002). Así fue sustituida la tradicional industria textil de la región<sup>59</sup>, y así se estableció el moderno corredor industrial sobre la Autopista México-Puebla, que actualmente se extiende desde San Martín Texmelucan hasta Amozoc; de acuerdo con Soto (2012:294), los criterios para la re-localización de la planta se basaron en la posición estratégica de la región, y no en una especialización productiva previa.

No obstante, la presencia de obreros “liberados”, tanto de la industria textil como de sus *ataduras territoriales*, constituyeron el fundamento necesario para la expansión de una nueva oleada industrial basada en el automóvil (González, 2008). Este *tránsito productivo* reconfiguró las relaciones productivas y territoriales de la región, donde el modelo de la industria textil basada en la fuerza hidráulica, fue remplazado drásticamente por el modelo de la industria automotriz basada en los hidrocarburos. De esta forma, los ríos y los ferrocarriles que habían constituido las arterias que vinculaban a la industria textil, fueron sustituidos por un sistema de transporte compuesto por ductos de hidrocarburos, líneas eléctricas y autopistas, que se convirtió desde entonces en el *articulador espacial hegemónico*. Este *desplazamiento* implicó, en primer lugar, la liberación de la industria respecto de la fuerza hidráulica y la subordinación de los ríos a las nuevas necesidades industriales,

58 El Decreto de Apoyo a la Industria Automotriz de 1962 establece que “todos los autos que se vendieran en México deberían ser compuestos de partes nacionales en un 60% de su valor total” (citado en Juárez *et al.*: 171).

59 En 1965 la industria textil de Puebla se encontraba en su crisis más profunda, iniciada con la recesión de 1955 y de la cual nunca se recuperó (Soto, 2012:292).

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

y en segundo lugar, la transformación de los viejos vínculos entre el *entorno construido* y la población; la paulatina pero inexorable destrucción del *paisaje textil* y su mutación en un *paisaje automotriz*, corrió paralela a la destrucción de las relaciones de propiedad y la mutación de las formas de apropiación del espacio.

La resistencia de San Lorenzo Almecatla del año 1966, para impedir la transferencia de sus *propiedades ejidales* a Volkswagen (VW), fue desmantelada por la acción conjunta de la iglesia, los sindicatos, el Estado y los empresarios locales. Entrevistas recientes realizadas por la prensa local, señalan que “para contrarrestar el movimiento opositor, el entonces sacerdote de la comunidad, Silverio Aguilar, junto con miembros de la Confederación Revolucionaria de Obreros de México (CROM), prometió a los pobladores que todos tendrían trabajo en VW” (García, 2002). No obstante, la resistencia “siguió creciendo hasta que la Policía Estatal encarceló a los dos principales dirigentes”, mientras los trabajadores textiles fueron amenazados de “quedar sin empleo si no cedían sus tierras de cultivo” (*ibidem*). Finalmente, la intervención del gobernador facilitó un acuerdo que aseguraba que, a cambio de la venta de sus tierras, los habitantes de San Lorenzo Almecatla tendrían preferencia para emplearse en la armadora, serían capacitados y su “comunidad sería dotada de alumbrado público, caminos pavimentados y un mercado” (*ibidem*).

Nada de eso se cumplió. La única concesión que se respetó es que ahora a algunos campesinos les dejan vender madera para hacer embalajes en la empresa germana y les permiten comprar a siete pesos cada uno de los toneles de desechos de los comedores de VW, cuyo contenido sirve para alimentar cerdos. El primer centro de salud se instaló hace cuatro años [2008]. En 1976 inició la construcción del primer sistema de agua potable y hasta hace unos años la mayor parte de la población tuvo el servicio. La carretera se modernizó no para los habitantes de ese pueblo, sino para permitir la entrada de camiones de carga a compañías del parque Finsa, como es el caso de Siemens (*ibidem*).

A partir de 1967, cuando la planta de Volkswagen inició la producción de automóviles, el corredor industrial de Puebla comenzó su expansión, primero sobre terrenos ejidales de San Miguel Xoxtla, con la instalación de la planta siderúrgica “Hojalatas y Láminas” (HYLSA) y con el Parque Industrial *El Conde* sobre San Pablo Xochimehuacan en 1968, y un año después con la Unidad Petroquímica Texmelucan<sup>60</sup>, en 1969. Para 1970, solo ocho años después de inaugurada la Autopista México-Puebla, ya existían 766 empresas nuevas, la mayoría satélites de la industria mecánica, automotriz, siderúrgica, metalúrgica, química, petroquímica y eléctrica

60 En 1985 se convirtió en Complejo Petroquímico Independencia (CPI); en 2013 fue parcialmente desmantelado con la venta de los activos de tres plantas industriales (productoras de Metanol I, Acrilonitrilo y Tetrámero Dodecilbenceno) y solo mantuvo “las plantas de producción de Metanol II, el área de especialidades petroquímicas y de abastecimiento de gas” (Llaven, 2013).

(González, 2008:141). Sin embargo, después de una década de rápido crecimiento, la industria automotriz entró en una fase de recesión que inició en 1976 y, después de un ligero repunte derivado del *boom* petrolero que culminó en 1982, se manifestó como una crisis que se extendió hasta 1987 (Juárez y Bueno, 2000: 172). No obstante, la expansión industrial sobre terrenos ejidales de la década anterior no se detuvo tras la crisis, sino que desató un segundo ciclo de acumulación originaria que se expresó como una veloz expansión de unidades habitacionales, que entre 1973 y 1985 aportó más de 10 mil casas (Asuad, 2000).

### **1.2 Recta a Cholula: especulación inmobiliaria y expansión de fraccionamientos durante la crisis del modelo industrial [y] del Estado nacional-populista (1976-1984)**

Fue durante el primer periodo de crisis de la industria automotriz y la primera expansión urbana basada en unidades habitacionales, que a grandes rasgos coincide con la fase de estancamiento en la construcción de carreteras, cuando se construyó la *Vía Volkswagen* o *Ruta Quetzalcóatl*, como también se conoce a la *Recta a Cholula*. Esta fue la *vía* que configuró la relación entre la construcción de autopistas y la especulación de tierras agrícolas durante este periodo. Si bien las primeras políticas de fraccionamiento y urbanización en Puebla datan de 1940<sup>61</sup>, la expansión de las sociedades inmobiliarias y fraccionadoras inició después de 1960 y alcanzó su auge en 1974, con la aprobación de la nueva *Ley de Fraccionamientos* (Soto, 2012:308)<sup>62</sup>. La construcción de la Recta a Cholula, en 1976, fue la *vía* que articuló el proceso de especulación de las tierras agrícolas que quedaron entre el núcleo urbano de la ciudad de Puebla y las *implantaciones periféricas* construidas por fraccionadores privados con el respaldo del Estado.

Justamente este aspecto de la valorización del suelo por su localización intermedia, sería considerado en la Ley de fraccionamientos [de 1974], que estableció *el derecho del fraccionador sobre la plusvalía que este ha creado* en el espacio comprendido entre la ciudad y el fraccionamiento. Así, los propietarios de los terrenos incorporados en el espacio de crecimiento físico de la ciudad, que desearan a su vez fraccionar, deberían pagar al primer fraccionador el uso de los servicios introducidos por él, proporcionalmente a la superficie que pretendieran construir. Por medio de urbanizaciones formalmente autorizadas, se impulsó la expansión urbana discontinua, seguida del “relleno” de la zona comprendida entre los fraccionamientos más periféricos y la ciudad central, de tal modo que las décadas de 1940 a 1970, durante las que prevaleció este esquema, se pueden considerar una etapa donde dominarían las

61 La *Ley sobre fraccionamientos urbanos de la ciudad de Puebla* de 1940, favorecía los vínculos entre la expansión urbana y la construcción de vialidades en su artículo 25, el cual permitía al fraccionador recuperar su inversión mediante la venta de los terrenos “beneficiados con dichas conexiones” (Soto, 2012:305).

62 De los 140 fraccionamientos que Patrice Melé contabiliza entre 1927 y 1984, Soto señala que el 83% se aprobó después de 1960, y al parecer, solo en 1974 se construyeron o aprobaron 92 de ellos (*ibídem*).

*Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

prácticas especulativas sobre el suelo amparadas por las políticas públicas (Soto, 2012:312).

Tales *implantaciones periféricas* fueron dos proyectos complementarios: la construcción de Ciudad Universitaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) sobre ejidos de San Baltasar Campeche, en 1965, y la Universidad de las Américas de Puebla (UDLAP) sobre la Hacienda de Santa Catarina Mártir, en 1970. Ambos terrenos fueron comprados con apoyo de la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos de América (USAID) por la fundación *Mary Street Jenkins*, propiedad William O. Jenkins, uno de los empresarios de la industria textil que “encontró posibilidades de diversificar sus negocios en la promoción inmobiliaria” (Soto, 2012:305). Jenkins, quién al parecer se desempeñó como inversionista en la construcción de las autopistas de Querétaro y de México-Puebla (Murrieta, s/r<sup>63</sup>), mantuvo estrechos vínculos con el grupo *avilacamachista*<sup>64</sup>, un conjunto de empresarios y políticos que fomentaron la expansión industrial y urbana de Puebla (Soto, 2012:275), con base en un proceso de *acumulación originaria* sobre la propiedad ejidal (ver Cuadro III.1).

Cuadro III.1. Grupo avilacamachista			
Políticos	Gonzalo Bautista Castillo	1941-1945	Empresario inmobiliario.
	Carlos I. Betancourt	1945-1951	
	Gral. Rafael Ávila Camacho	1951-1957	Presidente municipal de Puebla 1930 y Secretario de Economía 1945.
	Fausto M. Ortega	1957-1963	
	Gral. Antonio Nava Castillo	1963-1964	
	Aarón Merino Fernández	1965-1969	Gobernador de Quintana Roo 1959-1964.
	Rafael Moreno Valle	1969-1972	
	Gonzalo Bautista O'Farril	1972-1973	
	Gustavo Díaz Ordaz		Senador (1946-52) y presidente de México (1964-1970).
Empresarios	Rómulo O'farril Silva		Propietario de la principal armadora de automóviles, del periódico Novedades y del primer canal televisión nacional.
	William O. Jenkins		Cónsul de Estados Unidos; promotor inmobiliario propietario de ingenios azucareros, del Banco de Comercio y del Banco Cinematográfico.
	Manuel Espinoza Iglesias		Socio de Jenkins en salas cinematográficas y del Banco de Comercio.
	Miguel Abed		Empresario textil.
	Alejandro Cué Merlo		Empresario textil; presidente municipal (1960-63 y 1975-78); senador.
	Coronel José García Valseca		Propietario de la cadena de periódicos El Sol.
Clero	Pedro Vera y Zuria	1924-1944	Obispo de Puebla (activo anticomunista y líder cristero).
	Octaviano Márquez y Toriz	1951-1975	Obispo de Puebla.

Fuente: Elaboración con base en Soto (2012:266).

Ante la crisis económica del periodo 1976-1984, el gobierno del Estado respaldó la especulación del suelo en favor de los capitales industriales que buscaron refugio en el sector inmobiliario, mediante el “derecho del

63 De acuerdo con versiones no comprobadas, para mediados de la década de 1940, Jenkins compró al gobierno 5 millones en bonos a través de Nacional Financiera, cuando se agotaron los fondos, prestó 25.6 millones de dólares a los contratistas que construían la carretera México-Querétaro de cuatro vías, y al mismo tiempo, ofreció al gobierno 80 millones de dólares para financiar el proyecto de la carretera México-Puebla.

64 Fundado por el gobernador de Puebla Maximino Ávila Camacho (1937-1941), hermano del presidente de la República (1940-1946).



fraccionador sobre la plusvalía”, siempre a costa de la propiedad ejidal y campesina. Un ejemplo de este proceso lo constituye la expropiación federal de 280 hectáreas al ejido Xochimehuacan en 1963; después de un largo proceso de resistencia, en 1967 el gobierno federal vendió parte del terreno a *Constructores Unidos*<sup>65</sup> para que iniciaran la construcción del Parque Industrial *El Conde*, pero el proyecto fue abandonado en 1971; en 1973, el Estado retomó el proyecto, se encargó de su construcción y lo renombró *5 de mayo*; en 1979, después de vender los terrenos a particulares, “entregó la administración al municipio de Puebla, que lo maneja por medio del Consejo Administrativo de Parques y Zonas Industriales (CAPZI) y de la Asociación de Industriales, Propietarios, Inquilinos y Prestadores de Servicios del Parque Industrial 5 de mayo de la Ciudad de Puebla” (Garza, 1992:84). Finalmente, en 1983, los terrenos que no ocupó el Parque Industrial fueron reclamados por el Fondo de Fomento Ejidal: la mitad fueron recuperados, la mitad se vendieron y las ganancias se compartieron entre el Fondo y el fraccionador. Sin embargo, los campesinos no recuperaron sus tierras (Soto, 2012:300).

La posibilidad de gestionar todo este proceso desde la ciudad de Puebla, remite nuevamente al año clave de 1962, cuando inició la estrategia estatal de fortalecimiento a los *factores de localización* (Bernal *et al.*, 2010:630)<sup>66</sup>, basada en la modificación de los límites municipales de Puebla a partir de la incorporación de San Jerónimo Caleras, San Felipe Hueyotiplan, La Resurrección, San Miguel Canoa y San Francisco Totimehuacan. Con tal modificación, la extensión del municipio de Puebla creció de 132 a 515 km<sup>2</sup>, su población pasó de 124 a 297 mil habitantes (Assad, 2000) y el ayuntamiento de Puebla logró centralizar la gestión de parques industriales y fraccionamientos inmobiliarios construidos durante este periodo, mediante la expansión de la infraestructura de comunicaciones y transportes. Esta *re-configuración territorial*<sup>67</sup> impulsada por el poder político regional, vincula espacialmente las dos primeras fases de construcción de autopistas, articuladas en torno de la expansión industrial de 1962-1976 y la expansión inmobiliaria de 1976-1984, circunscritas al entorno inmediato de la ciudad de Puebla; este mismo proceso se repitió al exterior de los límites urbanos tradicionales, lo que originó el proceso de *metropolitización* o la configuración de Puebla como una *post-ciudad*.

65 “Propiedad de Claudio Valdés García Teruel, actual presidente de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) y miembro de una familia con una larga historia en la industria textil poblana, así como en la promoción inmobiliaria y la construcción” (Soto, 2012:299).

66 Sin ser citados explícitamente, fragmentos idénticos de este texto se encuentran en Soto (2012:297). Más adelante (*Ídem.* 298), Soto señala la Ley Estatal de Fomento Industrial de 1957 como fundamento de la política de ubicación industrial; basada en la exención total de impuestos municipales y estatales, y algunos federales.

67 Bernal *et al.*, enfocan el proceso como una *restructuración territorial o del espacio*, a costa de los territorios rurales (2010:633), y coinciden en ubicar el inicio del proceso en 1962; sin embargo, al perder de vista la centralidad de la industria automotriz señalada por González (2008), privilegian el proceso de urbanización como el articulador del proceso de reestructuración territorial/espacial. La perspectiva de la *re-configuración territorial* tiene como núcleo, en cambio, a la infraestructura de transporte; mientras que siguiendo a Harvey, la *producción del espacio* tiene como núcleo al capital fijo.

### **1.3 Autopista Puebla-Atlixco y Periférico Ecológico: violencia, planificación y expansión comercial durante la terciarización económica y la transformación neoliberal del Estado (1984-2000)**

El periodo que comprende la tercera fase de este proceso, se caracteriza comúnmente por la centralidad que adquiere la planificación territorial conducida por el Estado, en beneficio de la incorporación de Puebla a los circuitos internacionales del capital (Cabrera *et al.*, 2006:8; 2012). Sin embargo, la principal característica de la tercera fase es la violencia con que se desplegó tal incorporación; pues como ya se mencionó, las autopistas y los planes de desarrollo urbano, regional y territorial iniciaron de forma simultánea, en 1962. No obstante, los proyectos que detonaron esta violencia y radicalizaron el impulso estatal por gestionar la “desordenada” expansión urbana fue la construcción de dos grandes infraestructuras de transporte: el Aeropuerto Hermanos Serdán, en 1984, y la fracción de la Autopista Puebla-Atlixco que actualmente constituye la *Vía Atlixcáyotl*, en 1987. Estos dos proyectos, realizados por el gobierno de Mariano Piña Olaya en plena crisis industrial, impulsaron un nuevo tipo de industrialización alrededor del municipio de Huejotzingo y sobre terrenos altamente productivos del ejido de San Pedro Tlaltenango, así como una nueva forma de urbanización basada en la expropiación en la zona conurbada de Puebla<sup>68</sup> sobre los ejidos: Santa María Tonantzintla, San Andrés Cholula, Cacalotepec Momoxpan, Tlaxcalancingo (municipio de San Andrés Cholula), Santa Martha Hidalgo (municipio de Santa Isabel Cholula) y Santa Ana Acozautla (municipio de Santa Clara Ocoyucan).

En un principio, el proceso se realizó en franca contradicción con los instrumentos locales de planificación, como el Plan Director Urbano del Estado de Puebla de 1980, que señalaban la necesidad de proteger la zona agrícola del poniente de Puebla (Cabrera, 2012; Bernal *et al.*, 2012:634). Pero a partir de 1986, el *Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Cholula-Huejotzingo-San Martín Texmelucan* reguló, a escala regional, el proceso de expropiaciones masivas de tierras sobre 22 municipios. Y con la modificación del *Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla* en 1990, el gobierno estatal expandió la escala de la gestión urbana a toda la Zona Metropolitana de Puebla, mediante la expropiación e incorporación de cuatro ejidos de los municipios de Puebla, Cuautlancingo, San Pedro Cholula y San Andrés Cholula, todos al poniente de la ciudad. En 1992, sobre los terrenos expropiados se establecieron las zonas de *Reserva Territorial* (Soto, 2012:440-442; Velasco, 2005:91), un instrumento para la *planeación del crecimiento urbano* incorporado formalmente por el *Programa Regional de Desarrollo Angelópolis* de 1993. Antes de continuar con el desarrollo de la tercera fase, se realiza un comentario sobre la creación de la Reserva Territorial a nivel federal, y su expansión en el área de

68 En esta región, la expropiación afectó a 24 ejidatarios, a los que se pagó en total \$68,168.7 (Velasco, 2005: 87, 89).

estudio, pues además de constituir el elemento central de la planificación estatal durante este periodo, constituye uno de los indicadores fundamentales de la zonificación y la evaluación socio-ambiental.

### **a) La concepción y uso de las *Reservas Territoriales***

De acuerdo con Soto (2012:435), fue el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda (PRONADUVI) 1984-1988 el que “sirvió como referente a la política de constitución de la reserva territorial para el crecimiento 'ordenado' de la ciudad de Puebla” (*ibídem*); sin embargo, la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) de 1976 incluía ya en su artículo 37, la definición de las Reservas como “áreas que serán utilizadas para el crecimiento de un centro de población” y, en su artículo 42, señalaba que las “zonas declaradas reserva territorial” debían evitar presentar “obstáculos al futuro aprovechamiento”. La mayor parte de estos *obstáculos* fueron superados mediante por Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE) realizado por la Secretaría de Reforma Agraria entre 1992 y 2006; de modo que este programa, interpretado muchas veces como una tendencia hacia la *privatización del ejido*<sup>69</sup>, constituye el fundamento efectivo de las Reservas Territoriales. El artículo 5° de la LGAH de 1993, considera que la creación de Reservas Territoriales es de utilidad pública; no obstante, los artículos 42° y 43° posibilitan su transferencia hacia promotores privados que cuenten con programas de desarrollo urbano, esquemas financieros y que incorporen *preferentemente* terrenos que no estén dedicados a actividades productivas.

Aunque el PROCEDE constituye el culmen de la tendencia hacia la consolidación de las Reservas Territoriales, sus primeros antecedentes fueron el Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad y la Vivienda Popular (INDECO), creado en 1971, y la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT) de 1973-74 (Olivera, 2001); estas instituciones, con el respaldo de la LGAH de 1976, gestionaron la urbanización sobre terrenos ejidales hasta 1979, cuando el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda, y con mayor claridad el PRONADUVI, reconfiguraron el andamiaje institucional diseñado para la “generación de una oferta amplia, oportuna y autofinanciada de suelo urbano” (Olivera, 2001; Soto, 2012:436;)<sup>70</sup>. Esta estrategia, que contaba con el Sistema Nacional de Suelo para la Vivienda y el Desarrollo Urbano y el Programa Nacional de Reservas Territoriales a cargo de la reciente Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), tenía como principal fuente de *suelo urbanizable* a las expropiaciones federales; sin embargo, entre 1983 y 1988, solo logró expropiar la tercera parte de las 66 mil hectáreas que se propuso como meta (Olivera, 2001). Su fracaso, más

69 Para un estudio de este proceso ver *La producción espacial del PROCEDE*, en Flores, Adrián (2011) “La producción neoliberal del espacio rural”. Tesis de Maestría. Posgrado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. UNAM

70 Este y otros pasajes de la tesis doctoral de Óscar Soto, son exactamente iguales al artículo previo de Guillermo Olivera.

que a una resistencia ejidal, se debió a su excesiva centralización y a la falta de coordinación institucional.

Entre 1988 y 1991, la administración de Carlos Salinas de Gortari *invirtió* la estrategia de planificación urbana: otorgó mayor privilegio a la regularización y la titulación de la tierra ejidal sobre la constitución de Reservas Territoriales; y descentralizó el proceso de incorporación de terrenos ejidales a los proyectos de desarrollo económico, a través de las facultades otorgadas a la Asamblea Ejidal por la Reforma Agraria de 1992. A partir del “complejo entramado de articulaciones jurídicas, institucionales y técnicas que permite la transformación y la producción de nuevas relaciones ejidales de propiedad” (Flores Rangel, 2011:116), se desarrollaron diversos mecanismos que fomentaron el proceso de urbanización sobre terrenos ejidales que, desde 1996, quedaron incluidos en el *Programa de Incorporación de Suelo Social al Desarrollo Urbano* (PISO), una de las líneas de acción del *Programa 100 Ciudades* incluido en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. De esta forma, a la *expropiación* (ahora caracterizada como *concertada*), se sumaron la *compra-venta* (a partir del dominio pleno, limitado a las tierras ejidales parceladas), la *asociación* (a partir de sociedades mercantiles, limitada a tierras de uso común), y la *enajenación* de bienes federales como fuentes de suelo para la planeación de la urbanización (Olivera, 2001). Sin embargo, la constitución de Reservas Territoriales siguió ocurriendo principalmente a partir de expropiaciones y, en menor medida, de sociedades ejidales mercantiles que buscaban “crear desarrollos para población de ingresos medios y altos, clubes hípicas y de golf, turismo, y parques industriales” (*ibidem*).

Finalmente, con la transferencia de la CORETT desde la Secretaría de la Reforma Agraria (SRA) hacia la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en 1999, la concepción de Reservas Territoriales se pudo extender más allá de los límites ejidales, y actualmente incluye cualquier terreno urbanizable alrededor o al interior de la propia ciudad. La Reserva Territorial se incorpora como parte de la zonificación territorial de cualquier ciudad e incluye áreas de *uso particular* y áreas de *destinos públicos*. Desde la perspectiva de la evaluación socio-ambiental, se comparte plenamente la potencialidad de la categoría *Reserva Territorial* como mecanismo para el *auténtico ordenamiento territorial* (Bernal, 2010:637), así como la necesidad de “replantear el concepto mismo de reservas territoriales” propuesto por Olivera (2001). Sin embargo, tal categoría se incorpora como parte de la evaluación en un sentido completamente inverso: es decir, no como un mecanismo para “hacer frente a la urbanización popular” (*ibidem*), sino como estrategia para hacer frente a la *urbanización salvaje*, aquella en la que predomina la lógica del valor en detrimento del espacio del valor de uso. En definitiva, la propuesta consiste en la conformación de la Reserva Territorial desde la perspectiva del valor de uso<sup>71</sup>.

71 Así atiende al impulso de Bernal *et al.* (2012:638) de integrar una unidad territorial, aunque no solo “para el análisis” sino fundamentalmente para la acción.

## b) La Reserva Territorial Quetzalcóatl-Atlixáyotl y el Periférico Ecológico

Con el apoyo de la Reforma Agraria y de las expropiaciones impulsadas por el gobierno federal a partir de 1992, la administración estatal de Piña Olaya adquirió 1,081 hectáreas de tierras agrícolas de temporal pertenecientes a los ejidos de La Trinidad Chautenco (158.9 ha), San Bernardino Tlaxcalancingo (140.6 ha), Santiago Momoxpan (84.9 ha) y San Andrés Cholula (696.9 ha) (COPLADEP, 2005:5) para conformar la *Reserva Territorial Quetzalcóatl-Atlixáyotl*, al poniente de la Ciudad de Puebla. Más tarde, el gobierno de Manuel Bartlett incorporó las reservas territoriales como ejes del *Programa de Desarrollo Regional Angelópolis* (Velasco, 2005:87-94) y desde entonces, el proceso de urbanización sobre tierras ejidales se ha expandido “sin control”. Se puede considerar que la creación de reservas territoriales constituye la estrategia para la expansión metropolitana de las ciudades mexicanas sobre los terrenos ejidales y las tierras campesinas; por lo tanto, su extensión constituye también un indicador que permite evaluar el avance del proceso de metropolización.

Óscar Soto (2012:451) señala que en 1982, en el municipio de Puebla habían 25 mil hectáreas de tierras ejidales; que se redujeron en 25% en 1995 (año en que se contabilizaban 16.9 mil ha) y otro 22% en 2006, quedando actualmente solo 13.1 mil hectáreas de tierras ejidales; mientras, otros ejidos conurbados a la Ciudad de Puebla, como San Rafael Comac, Santa María Tonantzintla, San Antonio Cacalotepec, San Bernardino Tlaxcalancingo, San Francisco Acatepec (del municipio de San Andrés Cholula), San Lorenzo Almecatla, La Trinidad Sanctorum (del municipio de Cuautlancingo), así como ejidos de Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Santa Clara Ocoyucan y San Pedro Cholula, han desaparecido por la vía de la adopción del dominio pleno considerada por el PROCEDE; de modo que “de las más de sesenta mil hectáreas originales”, contenidas en los 38 municipios que componen la Zona Metropolitana de Puebla, actualmente solo quedan 36.9 mil hectáreas (*ibidem*)<sup>72</sup>.

Sin embargo, la apariencia de la compra legal de terrenos ejidales, vendidos voluntariamente por un precio que osciló entre \$5 y \$21 por metro cuadrado, ha quedado desmentida por el registro de la ola de asesinatos de ejidatarios y líderes de movimientos campesinos organizados para evitar el despojo y la venta ilegal de las tierras ejidales<sup>73</sup>. Durante esta fase, los métodos de urbanización gestionados por el Estado, que se encuentran entre la expropiación y la venta forzada de tierras y que constituyen la base del proceso de especulación inmobiliaria, además del respaldo del PROCEDE, contaron con una *estrategia molecular* de fragmentación de la

72 Habría que revisar las cifras referidas por Soto (2012) de acuerdo con la delimitación de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala de 2010. Según los datos de la zonificación socio-ambiental desarrollada en el capítulo anterior, los 42 municipios del área de estudio presentan actualmente, 20.9 mil hectáreas de superficie de propiedad social.

73 Es el caso de los comisariados ejidales de Momoxpan y de San Lorenzo Almecatla, además de los líderes Fernando Otero y Teodoro Lozano alrededor de 1993 (Velasco, 2005: 96 y 112).

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

tierra basada en *supuestos* compradores individuales cuya labor consistió en: a) convencer a los ejidatarios de vender sus tierras antes que el gobierno iniciara la expropiación, b) agilizar la incorporación de sus tierras bajo la figura del *Dominio Pleno*, c) comprar las tierras a bajos precios y c) finalmente, transferir los predios así adquiridos al gobierno del Estado para su comercialización final (Velasco: 2005)<sup>74</sup>.

Para 1994, el despojo ejidal necesario para la construcción del *Periférico Ecológico* que rodea la ciudad de Puebla, quedó justificado bajo la promesa, contenida en el *Programa Angelópolis*, de construir el “cinturón forestal más espectacular y bello del país” (Zárate, 2011). Según el mismo Zárate (*ibidem*), de acuerdo con la Declaratoria de Utilidad Pública relativa a la construcción del Anillo Periférico publicada en el Diario Oficial del Estado el 12 de abril de 1994, la expropiación incluía la “creación de dos bandas arboladas de 25 metros de ancho a cada lado de la vialidad”. De esta manera, el proyecto del Anillo Periférico constituía un corredor *ecológico* pues, además de facilitar la circulación del transporte privado, incluiría un espacio de 18 metros de ancho destinado al transporte masivo de pasajeros y un parque circundante de 290 hectáreas, que permitiría “combatir la contaminación y mejorar (sic) el medio ambiente” (*ibidem*).

Sin embargo, la construcción del corredor de transporte no abrió el camino a los parques urbanos y menos aún al transporte masivo, sino a la consolidación de otras dos décadas (tres sexenios) de especulación inmobiliaria, durante las cuales, el *Grupo Proyecta* vendió ilegalmente terrenos campesinos a empresas como *TEC de Monterrey*. Además, la creación de la Reserva Territorial Quetzalcóatl-Atlixcayótl (RTQ-A) a lo largo del eje que conforman la Vía Atlixcayótl y el Periférico Ecológico, en 1995, reforzó este segundo proceso de urbanización y especulación inmobiliaria sobre terrenos agrícolas y ejidales. A lo largo de Vía Atlixcayótl, que constituye un tramo de acceso libre de la Autopista Puebla-Atlixco, se concentra un corredor comercial (en el que se ubican Plaza Angelópolis, Palmas Plaza, Torre Milenio, agencias automotrices, Plaza Masaryk, Valle Fantástico, Sport City, Costco y Wal-Mart) y de servicios de salud (que incluye el Hospital Ángeles y el Hospital Puebla), que se complementa con polos educativos (Complejo Cultural de la BUAP, Universidad Iberoamericana, Tecnológico de Monterrey, Universidad Anáhuac, Universidad del Valle de México e Instituto México), de equipamiento urbano (Parque del Arte, Ecoparque Metropolitano, Centro Cultural Siglo XXI, Ciudad Judicial Siglo XXI, Centro Integral de Servicios 2000) y zonas residenciales de nivel alto (La Vista Country Club y Club Campestre).

Este corredor, dinamizado a partir de la construcción del Centro Comercial Angelópolis inaugurado en 1998, se

74 A partir de entrevistas con ex-ejidatarios y de trabajo de archivo, Paola Velasco (2005:99) sospecha que “las actas de asamblea que constan en los archivos del RAN para discutir la entrada al Procedo son en verdad las juntas en la casa de Cultura que se efectuaron para discutir la venta; y que los ganchos eran agentes de la PA (Procuraduría Agraria) o subordinados de Piña Olaya y de Bartlett que utilizaron medios 'legales' para facilitar y agilizar la compra venta de los terrenos”.

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

configuró a partir de diversas modificaciones realizadas sobre el uso de suelo de la Reserva Territorial que han dado forma al proceso de valorización capitalista del suelo agrícola alrededor de la ciudad de Puebla. Las diversas reformas al *Programa Subregional* de 1994 permitieron: a) densificar el uso de suelo habitacional y favorecer la descentralización comercial de la ciudad mediante estímulos fiscales en 1997; b) extender 200 hectáreas de la Reserva mediante expropiaciones de “utilidad pública”<sup>75</sup> y reforzar las facilidades fiscales y administrativas para instalaciones comerciales en 1998; c) ampliar el uso de suelo comercial, comercializar el suelo en dólares<sup>76</sup> e impulsar la inversión municipal en infraestructura urbana en el año 2000; d) cambiar el uso de suelo de las áreas verdes en 2003 y 2004<sup>77</sup>; y e) autorizar más construcciones comerciales en 2008 (Puga, 2008; Cabrera *et al.*, 2012; Rasgado, 2013:58 y ss.).

Dentro de este proceso, la compleja historia del Parque Metropolitano constituye solo un ejemplo de los vínculos entre la especulación inmobiliaria, la corrupción estatal y el deterioro ambiental, que caracteriza la urbanización del poniente de la Ciudad de Puebla durante esta tercera fase. Originalmente, el Parque contaba con 100 hectáreas (57 ha según Cabrera *et al.*); sin embargo, de inmediato fue reducido por la administración de Manuel Bartlett a 50 ha, de las cuales 14 se destinaron al Jardín del Arte, 5.49 ha a un velódromo que más tarde fue destruido, y otras 15.26 ha mantuvieron un uso educativo-deportivo. En 1998, otras 4.6 ha fueron transferidas al Centro Comercial Angelópolis y otras fracciones a Costco, CFE, Plaza Milenium y complejos residenciales; en ese mismo movimiento, el polígono del Parque fue transferido a otro sitio, reducido a 46.71 ha y otorgado en comodato a la Fundación Alejo Peralta y Díaz Cevallos para su administración. En 2000, el gobernador Melquiades Morales nuevamente redujo su extensión a 42.16 has.; en 2004, creó un fideicomiso que más adelante permitiría destinar 24.9 ha al Tecnológico de Monterrey y dejar la extensión del Parque Metropolitano en 18.7 ha, de las cuales 6 ha fueron entregadas en custodia a Ricardo Henaine para la construcción del parque de diversiones “Valle Divertido”, quien más adelante logró adquirir otras 18 hectáreas por 10 millones de pesos. Después de años de litigios y varios intentos por cambiar el uso de suelo a las últimas 18 ha entre 2006 y 2010, finalmente en 2011, después de 20 años, la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial logró adquirir el predio para fines de preservación (Mondragón, 2011).

La Autopista Puebla-Atlixco, el Periférico Ecológico y la Reserva Quetzalcóatl-Atlixcayótl, al igual que otras obras de infraestructura urbana como el acueducto y el centro de convenciones incluidas en el *Programa de*

75 En terrenos donde se construyó la zona residencial Vista Country Club

76 Hasta alcanzar un precio de US\$500/m<sup>2</sup> (Puga, 2008)

77 Que legalizaron la reducción del Parque Metropolitano a solo 18.72 hectáreas, mediante la transferencia de 24.96 hectáreas hacia el Tecnológico de Monterrey.

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

*Desarrollo Regional Angelópolis*, son la última expresión del modelo de urbanización consolidado en la ciudad de Puebla, al que se ha calificado de diversas formas: *policéntrico, bipolar, nómada, difuso* (Cabrera et al., 2012; Rasgado, 2013; Soto, 2012). Constituyen el antecedente inmediato de las nuevas autopistas de cuota que convergen en el área de estudio, cuya construcción corresponde a la fase de privatización de la infraestructura<sup>78</sup> carretera basada en las Asociaciones Público-Privadas: los tramos Amozoc-Perote, Atlixco-Jantetelco (Autopista Siglo XXI) y el Arco Norte de la Ciudad de México. Es en este contexto, en el que surgen diversos proyectos de infraestructura lineal que atraviesan el poniente del área de estudio y que pretenden articular la última fase de industrialización y urbanización, caracterizada por la *periferalización e industrialización del campo* (Echeverría, 2013), la *urbanización salvaje* (Lefebvre, 2013) y la devastación ambiental.

Todo el proceso hasta aquí descrito se puede observar en el mapa 11 a partir de la cartografía de la desigual expansión y configuración de las formas urbanas de apropiación del suelo en el área de estudio, que incluye área habitacional, industria, desarrollos inmobiliarios, reserva territorial y centros comerciales, categoría que no forma parte de la zonificación socio-ambiental realizada en el área de evaluación (escala 1:10,000), pero que resulta relevante en el análisis del área de estudio (escala 1:50,000), debido al papel que desempeñan los centros comerciales en la configuración urbana durante la última fase de construcción de autopistas (1984-2000). En segundo lugar, la cartografía de la expansión desigual de la infraestructura de transporte, particularmente de las autopistas en el área de estudio construidas entre 1962 y 2004, proceso en el que se inserta el proyecto carretero, que constituye el objeto de la evaluación (el Libramiento Poniente). Y finalmente, de la cartografía de la infraestructura para el transporte de hidrocarburos y el “Proyecto Integral Morelos”, cuyo análisis no se incluye en esta investigación, aunque en el próximo capítulo sí se evalúan las sinergias que establece el proyecto de gasoducto con el Libramiento Poniente de Puebla.

Con estos elementos, el mapa 11 sintetiza la expresión espacial de las tres formas de articulación de la expansión industrial y urbana a partir de la infraestructura de transporte en el área de estudio. 1) La articulación del corredor industrial que atraviesa el área de estudio en el eje poniente-oriental, a partir de la autopista México-Puebla construida entre 1962 y 1969, y los gasoductos y oleoductos construidos alrededor de la década de 1970<sup>79</sup>. 2) La articulación entre las *implantaciones periféricas* (BUAP y UDLA) construidas al

78 De acuerdo con la periodización en la construcción de infraestructura carretera reseñada en la Introducción y presentada en otro texto (Flores, 2015), la fase de privatización inició después de la crisis de 1994 que condujo al “rescate carretero” en 1997; sin embargo, entre 1994 y 2011 la privatización de la infraestructura de comunicaciones y transportes (teléfono, aviación, ferrocarril, entre otras) no contó con el mecanismo formal de las Asociaciones Público-Privadas (APP).

79 Dada su configuración técnica, la expansión de infraestructura para el transporte de hidrocarburos es un proceso que resulta más difícil de reconstruir que la expansión de las autopistas; no obstante, retomando como hipótesis la lógica de la construcción de autopistas reseñada en la Figura 1, se ha realizado un ejercicio similar, actualmente en proceso de publicación, que muestra que la



### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

poniente y al sur de la ciudad de Puebla en 1965, y la expansión de desarrollos inmobiliarios en torno de la Reserva Territorial Quetzalcóatl-Atlixcayotl de la década de 1990, a partir de tres ejes: la Recta a Cholula (1976), la Vía Atlixcáyotl (1988) y el Periférico Ecológico (1994). Por último, el mapa 11 muestra que la expansión industrial entre San Martín Texmelucan y Huejotzingo, detonada por la construcción del aeropuerto Hermanos Serdán en 1984, carece todavía de un eje articulador definido. Este es el contexto regional en el que se inserta la evaluación del Libramiento Poniente, una conexión entre la autopista Atlixco-Jantetelco (2003) y el Arco Norte de la Ciudad de México (2006), que podría articular una tercer expansión industrial e inmobiliaria entre Huejotzingo y Atlixco, sobre las reservas territoriales, las tierras agrícolas y la propiedad social que prevalecen en el extremo sur del área de evaluación.

expansión de gasoductos expresa de forma aún más evidente la lógica de sobreproducción en los momentos de crisis de sobreacumulación; la primera expansión ocurrió entre 1974 y 1983, y con la aprobación de la Reforma Energética, entre 2014 y 2020 se despliega una segunda expansión.

**Mapa 11. Articulación industrial y urbana a partir de la construcción de autopistas en el área de estudio  
(Escala 1:50,000)**

## **2. Análisis crítico del Proyecto “Libramiento Poniente” y su Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional**

Tal como lo establece el artículo 12 de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, las MIA en el Estado de Puebla están organizadas en ocho capítulos referidos a los datos de la empresa, el promovente y el responsable del estudio de impacto ambiental (Cap. 1), la descripción de la obra y las actividades (Cap. 2), la legislación ambiental (Cap. 3), la descripción del ambiente a partir del Sistema Ambiental Regional (Cap. 4), la Evaluación de Impacto Ambiental (Cap. 5), la estrategia para la prevención y mitigación de impactos (Cap. 6), los pronósticos ambientales y evaluación de alternativas (Cap. 7) y la identificación de instrumentos que sustentan la MIA (Cap. 8). En este apartado, se realiza un análisis de los tres primeros capítulos de la MIA con un método que busca detectar las incoherencias y desfases que existen entre el proyecto y la MIA, a partir de la forma en que la MIA ignora, transfigura u oculta los impactos de cada una de las características del proyecto. De manera que, a continuación *se evidencian los impactos del proyecto y, al mismo tiempo, se evidencia la forma en que se ocultan tras la MIA.*

### **2.1 Características generales del Eje Troncal: *MIA fragmentaria, paralelismo de la infraestructura vial, transfiguración de sus fines, producción de la demanda y carencia de perspectiva socio-ambiental***

La primera Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del Proyecto para la construcción del Libramiento Poniente de la Ciudad de Puebla, promovida por el gobierno del estado de Puebla por medio de la Secretaría de Infraestructura del Estado, se presentó el 19 de diciembre de 2008 y fue autorizada en 2009, a condición de modificar el trazo para “conseguir una ruta ambientalmente más viable” (BIIA, 2012: Cap. II, 2). El presente análisis corresponde a la segunda MIA presentada por el estado de Puebla en 2012, referente “a la caracterización del trazo definitivo y la ubicación de la infraestructura adicional y de drenaje que requiere el proyecto” (*Ibidem*). Sin embargo, el análisis de este documento evidencia que la modificación del trazo resulta prácticamente nula; se limita a algunos aspectos del trazo de los entronques incluidos, a la exclusión de los entronques de Calpan y Nealtincan y a la incorporación de un entronque en Domingo Arenas (ver Mapa 11). Además, aunque la MIA reconoce que el Proyecto Libramiento Poniente *deriva* del proyecto integral *Arco Sur* y que, por lo tanto, su construcción tiene “fines macroregionales”, evade la necesidad de enmarcar la MIA del Proyecto en el contexto de una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), que considere de manera integral la estrategia de construcción de anillos viales en torno de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ver Introducción). *De esta manera, la MIA resulta fragmentaria, pues solo evalúa un fragmento del proyecto global.*

### Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla

En segundo lugar, a pesar de que el Periférico Ecológico comunica la Autopista México-Puebla con la Autopista Siglo XXI sin atravesar la Ciudad de Puebla, el objetivo principal de este nuevo proyecto, para el cual se requiere un presupuesto de US\$198,019,996.00<sup>80</sup> (casi 3 mil dólares por metro), también consiste en intercomunicar las autopistas México-Puebla y Siglo XXI para “librar el paso a los transportistas por la Ciudad de Puebla”; mientras que como objetivos secundarios el proyecto pretende “mejorar y agilizar la conectividad de la red carretera de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas con la mesorregión centro”, y de alguna forma, también servir como “una vía de evacuación para los poblados cercanos al volcán Popocatepetl” (*Ibíd.*, 5). Sin embargo, como se desprende de una simple inspección visual a la disposición del proyecto, que sigue una trayectoria perpendicular respecto al eje volcánico, resulta evidente que el trazo de la autopista no favorece una evacuación más ágil, sino una sobre-articulación con otros proyectos. *Por esta razón además de ignorar y ocultar el paralelismo de su construcción con otros proyectos de infraestructura vial, la MIA transfigura los verdaderos fines de su construcción* (ver Mapa 11).

En este mismo sentido, la descripción detallada de las etapas del proyecto permite develar otro aspecto relevante que se encuentra implícito, por no decir oculto, en la MIA. La primera etapa considera la construcción de una carretera Tipo A2, que incluye 2 carriles de 3.5 m cada uno y un ancho de corona total de 12 metros, para la que se calcula un Tránsito Promedio Diario Anual (TDPA) de 4,200 vehículos. La segunda etapa implica la ampliación a una carretera Tipo A4, que incluye cuatro carriles con acotamientos de 3 metros cada uno y un camellón central de 5 metros, que resulta en un ancho de corona de 29 metros y un derecho de vía de 40 metros (ver Cuadro III.2). Esta ampliación será realizada una vez que “el tráfico vehicular aumente”, lo que puede ocurrir de acuerdo con la MIA en “5 años o más” (*ibídem*). Tal consideración revela que *la construcción del trazo no busca satisfacer una demanda efectiva para el tránsito vehicular actual, sino detonar o producir de manera progresiva tal demanda*.

Tipo	Carriles		Acotamiento interior		Acotamiento exterior		Camellón	Ancho de corona	Derecho de vía
	N°	Metros	N°	Metros	N°	Metros			
A2	2	3.5	1	2.5	1	2.5	5	12	40
A4	4	4	2	3	2	1	5	29	40

Fuente: Elaboración propia con base en la MIA del proyecto.

80 De modo que debido al aumento del tipo de cambio desde \$13.163 (23 de agosto de 2012) hasta \$14.98 (31 de enero de 2015) el proyecto ha pasado de \$2,605,526,268.24 (dos mil seiscientos millones) hasta \$2,966,339,540.08 (dos mil novecientos millones) y podría rebasar los tres mil millones durante 2015. [Actualización 2016. Con el tipo de cambio a 19.03 (12 de febrero de 2016) el proyecto llega a \$3,768,320,523.88 (tres mil setecientos millones) y podría alcanzar los cuatro mil millones durante 2016]

Por último, la MIA asume la viabilidad ambiental del proyecto de manera automática, pues considera irrelevante la afectación a terrenos agrícolas en el 84% del trazo, y de relictos de vegetación secundaria dispersa en el restante 16%. En cambio, si se valora la vegetación circunscrita “a las riberas de los cauces intermitentes y perennes” como ambientalmente sensible, sería factible asumir que cualquier afectación, por mínima que resultara, podría desencadenar afectaciones sociales y ambientales considerables. Lo mismo ocurre si los terrenos agrícolas afectados son valorados desde el punto de vista de la reproducción (material y simbólica) de la población local. Al excluir los “terrenos alterados por alteraciones antrópicas” de cualquier consideración ambiental y al limitar la protección ambiental al derribo del “menor número de árboles” (*Ibíd.*, 6), la MIA revela una limitada comprensión de la dimensión ambiental, paralela a una limitada comprensión de la dimensión social, que permite a la MIA subestimar y menospreciar a “algunos agricultores” que presentan “cierta oposición a la ejecución del proyecto” (*ibídem*). Todo lo anterior permite concluir que *la MIA carece de una perspectiva socio-ambiental*.

## **2.2 Características de las obras complementarias: *evaluación incompleta, limitada y parcial***

El análisis de las obras complementarias del proyecto revela un conjunto de inconsistencias en el proceso de evaluación contenido en la MIA. Además de los puentes para el drenaje mayor y menor, los puentes vehiculares y los pasos peatonales y ganaderos, incluidos dentro del derecho de vía contemplado por el eje troncal del proyecto, las obras complementarias también comprenden los distribuidores, retornos y accesos para los cuales, no queda claro si se cuenta con el derecho de vía correspondiente. Esta inconsistencia genera confusiones y ambigüedades en los datos ofrecidos por la MIA, que revelan serias deficiencias en el proceso de evaluación de impactos, y que en resumen, evidencian que la evaluación contenida en la MIA resulta *incompleta* pues no contempla los impactos de las obras complementarias; *parcial* porque solo considera los impactos sobre la superficie cubierta por vegetación (1.90%) e ignora la afectación sobre la superficie agrícola (96.19%); y *limitada* porque no contempla los impactos sobre la infraestructura previamente construida.

1. La MIA contempla una longitud de 24 mil km para la infraestructura adicional, de modo que al multiplicar esta longitud por el ancho del derecho de vía (40 metros) resulta una afectación directa e inmediata sobre 96 ha; sin embargo la MIA indica que la afectación afecta únicamente 73.57 ha (ver Cuadro III.3).
2. De igual forma, la MIA sólo considera la afectación de los polígonos de vegetación ubicados dentro del derecho de vía; es decir, el estudio contempla únicamente las afectaciones sobre el eje troncal, de igual

*Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

forma carece de una evaluación de impactos de las obras complementarias (ver Cuadro III.4). *Estas dos omisiones evidencian que la evaluación de los impactos se realiza de forma incompleta.*

Porción del proyecto	Longitud (km)	Superficie afectada (ha)		Afectación por derecho de vía (40 m)	Cambio de uso de suelo reportado en MIA
		A2 (12 m)	A4 (29 m)		
Eje Troncal (con derecho de vía)	42,740	51.28	123.984	170.96	170.96
Ramal principal	38,060	45.67	110.37	152.24	152.24
Ramal aeropuerto	4,680	5.61	13.57	18.72	18.72
Infraestructura adicional (fuera del derecho de vía)	24,000	28.80	69.60	96.00	73.57
Distribuidores	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	68.34
Retornos y carriles	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	4.29
Retorno Boulevard aeropuerto	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	0.47
Retorno Ramal aeropuerto	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	0.47
Total del Proyecto	66,740	80.08	193.54	266.96	244.53

Fuente: Elaboración propia con base en los datos contenidos en la MIA del proyecto.

3. Tal como ya se mencionó, al evidenciar la carencia de un enfoque socio-ambiental en el método de evaluación, la MIA sólo considera la afectación al uso de suelo ocupado por vegetación, y abstrae las afectaciones al uso de suelo agrícola, urbano y carretero (ver Cuadro III.4). *De forma que, además, la evaluación de los impactos resulta parcial.*
4. Para calcular la cantidad de hectáreas necesarias para la construcción de la infraestructura adicional, sin duplicar las superficies de la infraestructura existente, la MIA resta la superficie ocupada por la infraestructura vial pre-existente y la superficie solicitada para el eje troncal; sin embargo, al abstraer los efectos de intensificar y extender la infraestructura vial existente (ver Cuadro III.5), *la evaluación se limita sólo a un tipo de impactos.*

Pero además del empleo de datos confusos y ambiguos, la MIA omite información y procedimientos metodológicos relevantes sobre las obras complementarias. En primer lugar, aunque la MIA reconoce que en la zona afectada “la red de caminos agrícolas y carreteras es extensa y abundante” (*ibídem*, 10) y que el trazo atraviesa 90 caminos, el proyecto solo prevé la construcción de 48 pasos vehiculares “que se *consideraron* de mayor afluencia”, sin exponer la metodología ni los criterios para la elección de tales pasos ni considerar la evaluación del *efecto barrera*, que implica la construcción de la autopista para las actividades agropecuarias de

*Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

la zona afectada. En segundo lugar, omite cualquier información sobre la ubicación, selección y métodos de construcción de los 15 pasos peatonales y ganaderos proyectados a lo largo del trazo.

<b>Cuadro III.4. Segunda limitación. Superficie afectada por el proyecto de acuerdo con el uso de suelo</b>									
Características del proyecto	Superficie total	Tipo de superficie afectada (ha)			Tipo de vegetación afectada (ha)				
		Agrícola	Caminos y carreteras	Vegetación	De galería	De lindero	Pino Encino	Bosque encino	Selva baja
Dentro del derecho de vía	%	96.16	1.91	1.9					
Eje troncal	170.96	164.42	3.28	3.26	1.00	1.30	0.47	00.8	0.40
Puentes				0.72	0.65		0.07		
Fuera del derecho de vía	73.57	41.27	24.94	7.36	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Distribuidores	68.34	37.49	23.49	7.36	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Retornos y carriles	4.29	2.84	1.45		Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Retorno Boulevard aeropuerto	0.47	0.47			Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Retorno Ramal aeropuerto	0.47	0.47			Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Total del proyecto	%	84.11	11.54	4.34	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	244.53	205.69	28.22	10.62	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos

Fuente: Elaboración propia con base en los datos contenidos en la MIA del proyecto.

<b>Cuadro III.5. Tercera limitación. Superficie requerida para la infraestructura adicional</b>						
Infraestructura adicional. Sin derecho de vía	Ubicación	A. Necesaria para el proyecto	B. Ocupada por infraestructura previa	C. Solicitada para el eje troncal	D. [A - B - C] Requerimiento adicional.	Tipo de afectación
Total Distribuidores		81.13	23.49	11.19	44.85	
Autopista México-Puebla	0+000	21.83	11.21	1.90	8.72	Agrícola
Domingo Arenas	15+940	23.27	0.72	4.88	17.67	Agrícola
Ramal aeropuerto	19+0002	7.36		2.16	5.20	Agrícola
Entronque aeropuerto	100+000	18.09	9.30	1.30	5.90	Agrícola
Autopista Siglo XXI	37+980	10.58	2.26	0.96	7.36	Pastizales y selva baja
Total retornos y accesos		4.20	0.41		3.79	
Retorno acceso 1	0+780	1.22	0.18		1.04	Vegetación de lindero y urbano
Retorno acceso 2	0+780	1.42	0.23		1.19	Vegetación de lindero
Carril de acceso 1	0+780	0.33			0.33	Agrícola y lindero
Carril de acceso 2	0+780	0.28			0.28	Urbano y agrícola
Retorno 1	100+600	0.48			0.48	Agricultura
Retorno 2	100+600	0.48			0.48	Agricultura
TOTAL ADICIONAL		85.33	23.90	11.20	48.64	

Fuente: Elaboración propia con base en los datos contenidos en la MIA del proyecto.

### **2.3 Obras y actividades provisionales y asociadas: omisiones y disgregación de la evaluación y externalización de impactos**

Otras omisiones importantes detectadas en la MIA, están constituidas por los impactos de las actividades provisionales y las obras asociadas con la construcción del trazo general, las cuales suelen ser delegadas a empresas contratistas, quienes deben elaborar nuevas MIA que disgregan los impactos generados por la infraestructura carretera. Las actividades provisionales son: a) los bancos de materiales y de tiro; b) los caminos de terracería o *saca-cosechas* utilizados como caminos de acceso; c) la disposición de desechos sólidos sobre los rellenos sanitarios locales; d) las instalaciones temporales: bodega (7 m<sup>2</sup>), taller (50 m<sup>2</sup>), planta trituradora y de asfalto (móvil), patios de maquinaria (estacionamientos) y sanitarios portátiles (1 por cada 12 trabajadores). Por su parte, las obras asociadas son los: e) desmontes<sup>81</sup> (tala, roza, desenraice, limpia y disposición final); cortes (despalmes -remoción del suelo- y excavaciones a cielo abierto), terraplenes y acarreos; f) obras asociadas al drenaje menor (cunetas, bordillos y lavaderos)<sup>82</sup>; g) mezcla de pavimentos AMAAC<sup>83</sup>; h) el señalamiento y la infraestructura adicional (puentes para drenaje mayor, entronques, pasos vehiculares, peatonales y ganaderos) y h) la operación y el mantenimiento.

Todas estas obras y actividades generan impactos que únicamente son considerados por la MIA en la sección de descripción de la preparación del sitio y construcción, y suelen omitirse tanto en las presentaciones de los proyectos de construcción de vialidades a las comunidades afectadas, como en la propia MIA. Cuando se presenta un proyecto vial es común mencionar los beneficios en los tiempos de traslado que la población podría presentar en el mediano y largo plazo; lo que comúnmente se omite es la segura presencia de sanitarios públicos en el corto plazo. Algunos de estos impactos han sido objeto de diversos estudios. Por ejemplo, Francisco Peralta ha señalado que las obras de drenaje de la autopista Xalapa-Coatepec han convertido el cauce del Río Sordo “en un río de aguas residuales” (Peralta, 2010:72). No obstante, como suele ocurrir en el ámbito de la ingeniería civil, sus conclusiones apuntan hacia “la falta de cultura de la gente (sic) que circula por este camino” y no a la autopista en sí misma o a los vehículos automotores, como el principal factor que induce la erosión del suelo, la destrucción de la capa vegetal, la sedimentación de cuerpos de agua, y las modificaciones

81 Aunque la MIA considera que el desmonte de la cubierta vegetal necesaria para la construcción de la autopista, no constituye un “cambio de uso de suelo de terrenos forestales” ya que la agricultura o el pastoreo ya ha removido la vegetación forestal previa, en realidad el desmonte implica una transformación del uso de suelo ignorado por la MIA.

82 Aunque algunas obras de drenaje menor permiten el libre flujo de escurrimientos y “con las condiciones adecuadas de diseño también pueden fungir como pasos de fauna” (Peralta, 2010), estas obras conducen el agua de forma paralela al proyecto; sin que los impactos de este cambio del flujo hídrico sea considerado.

83 El pavimento AMAAC es un compuesto trifásico compuesto por una fase sólida (agregado pétreo), una fase líquida (cemento asfáltico) y una fase gaseosa (aire) (BIIA, 2012: 38).



al sistema hidrológico, la vegetación y el hábitat de la fauna “principalmente aves y anfibios” (*ibídem*:77).

Todas esas confusiones, ambigüedades y omisiones contenidas en la MIA, conducen a que las medidas de reducción, mitigación y compensación consideradas antes, durante y después de la construcción del proyecto resulten también incompletas, limitadas y parciales. En el caso de generación de residuos considerados durante las obras de desmonte, despalle y excavaciones, por ejemplo, la MIA señala que serán reutilizados para restaurar “áreas inertes cercanas al proyecto con lo que se obtiene el mejor desarrollo del suelo fértil y así activar el desarrollo de la vegetación” (BIIA, 2012: Cap. II, 51); es decir, que considera la *posibilidad de impulsar una destrucción-creativa a partir del proyecto*. Más adelante, señala que “en caso de que el volumen de suelo desperdiciado sea mucho mayor al aprovechado” el material excedente será depositado en bancos de tiro y desperdicio de acuerdo con las normas oficiales. En este aspecto, la MIA insiste en limitar el ámbito de la evaluación “al almacenamiento temporal de los residuos de manejo especial”, mientras que “los acarrees fuera del derecho de vía hacia el banco de tiro” deberán contar con otra MIA. *De esta manera además de incompleta, limitada y parcial, la MIA externaliza sus propios impactos.*

Por último, la MIA únicamente considera las emisiones atmosféricas (PTS, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>) y de polvo generadas durante el acarreo del material geológico y la construcción de terraplenes por los camiones de volteo, para los cuales simplemente sugiere afinaciones y verificaciones; en este aspecto la MIA expone su mayor deficiencia, pues excluye las emisiones de los 4,200 vehículos que transitarán diariamente durante sus primeros cinco años de funcionamiento, tal como lo tiene contemplado el proyecto de ampliación. La evaluación de la infraestructura debería contar con estudios que permitan incluir los impactos atmosféricos generados por cualquier proyecto de infraestructura, un aspecto del que adolece incluso la propuesta metodológica que aquí se presenta.

#### **2.4 Articulación jurídica: MIA inconsistente, contradictoria, superficial, autorreferida y justificante de la perturbación y fragmentación**

La articulación jurídica del proyecto constituye probablemente el eslabón más débil de la MIA, puesto que se limita a enunciar leyes, normas, reglamentos y programas de ordenamiento bajo el supuesto de que todos ellos contemplan la construcción de autopistas de cuota. Esta debilidad, sin embargo, no es exclusiva ni de esta MIA en particular, ni de las MIA referidas a autopistas o libramientos, sino que se extiende a otros tipos de infraestructura: gasoductos, parques eólicos, presas hidroeléctricas, aeropuertos y prácticamente cualquier otro proyecto. El problema que aquí se detecta resulta de la articulación entre la dimensión jurídica (simbólica)

y la dimensión espacial (material)<sup>84</sup>, de modo que su análisis escapa a la articulación entre las dimensiones sociales y ambientales que esta investigación persigue. No obstante, es posible detectar algunas inconsistencias y contradicciones a partir de una somera revisión de este apartado de la MIA.

En este sentido, se puede apuntar que las leyes del estado mexicano todavía no han llegado al punto de sugerir la existencia de vínculos entre la construcción de autopistas y la tendencia hacia la protección del ambiente, como pretende la corriente que impulsa la concepción de *carretera-estrada* o *carretera-parque* (Flores Rangel, 2016). En cambio, si es común que las leyes mexicanas consideren que las carreteras constituyen *medios* para el desarrollo sustentable, siempre y cuando no afecte terrenos forestales; sin importar que su emplazamiento afecte terrenos agrícolas y atravesase escurrimientos superficiales. Aprovechando esta *inconsistencia* del entramado jurídico nacional, que tiende a la protección de ciertos tipos de actividades en detrimento de otras, la MIA señala reiteradamente que el Libramiento transcurre sobre superficies “altamente perturbadas y fragmentadas propiamente por las actividades antropogénicas” (BIIA, 2012, Cap. III, 6). De tal forma, *la MIA justifica la perturbación y fragmentación sobre usos de suelo agrícolas*.

Este primer señalamiento devela ciertas contradicciones al interior de los programas de ordenamiento territorial y de la legislación para la protección ecológica, que por un lado contemplan “modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos” (Semarnat, 2012) y por otro “mitigar el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir los efectos del cambio climático”; que pretenden evitar “interrumpir corredores biológicos y cauces de ríos, cruzar áreas naturales protegidas” y al mismo tiempo “construir infraestructura carretera” para las comunidades rurales “más alejadas de los centros urbanos”. No obstante, mientras las contradicciones son ignoradas o pretenden ser remediadas mediante la construcción de obras de drenaje sobre los cuerpos de agua superficiales, la MIA resalta que el Libramiento Poniente fortalece la “sinergia, coordinación y responsabilidad” entre distintas instancias de gobierno y contribuye a cumplir el objetivo de construcción de libramientos contemplado por los programas de ordenamiento nacionales y estatales: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (PNI), Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012 (PSCyT), Programa Carretero 2007-2012 (PC) y Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Puebla 2011-2017 (PEDU-EP).

84 En la investigación de maestría (Flores, 2011) la dimensión jurídica fue incorporada en el estudio de las relaciones de propiedad; sin embargo, dada la escala del análisis jurídico que implica en este caso, y puesto que el núcleo de la investigación es la articulación entre la dimensión social y ambiental, este análisis debe ser excluido. Podría ser remplazado por un análisis comparativo de otras MIA de proyectos de autopistas, más se prefiere no extender el análisis.

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

De esta forma, mientras que en relación con la LGAH se señala que “con la ejecución del proyecto se pretende dar impulso al desarrollo urbano, económico y social” (BIIA: Cap. III, 8); más adelante la MIA insiste, en cambio, que dadas las características de su diseño, el proyecto no propicia “el desarrollo urbano y/o industrial de la región” (*ibídem*:42); asimismo, en referencia al *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia en el Estado de Puebla*, que restringe la construcción de infraestructura que propicie el desarrollo industrial, el desarrollo urbano y el cambio de uso agrícola del territorio, insiste que el proyecto no fomentará “que el uso natural o agrícola de la región sea distinta o cambie” (*ibídem*:44) y concluye insistentemente que “la construcción del proyecto no se contrapone con lo que establecen los lineamientos ecológicos” (*ibídem*:48) de las Unidades de Gestión Ambiental y Riesgo Eruptivo (UGARE) e incluso considera que la “política ambiental favorece la construcción del proyecto” (*ibídem*). Y en verdad, tanto el proyecto como su MIA, están coordinados con la política nacional, que considera que la construcción de libramientos constituye una *estrategia ecológica dirigida al mejoramiento social* (SEMARNAT, 2012).

Por último, en relación con otros aspectos directamente vinculados con la construcción del proyecto, como las leyes de vías de comunicación, las leyes de aguas nacionales y las normas oficiales mexicanas (NOM) referidas a distintas fases de las obras complementarias mencionadas anteriormente<sup>85</sup>, la MIA realiza referencias sumamente superficiales, como señalar que tendrá que “cumplir con las especificaciones técnicas” o que construirá 30 puentes vehiculares. Por otra parte, en relación con aspectos indirectamente vinculados con la construcción de autopistas, como el desarrollo de la vida silvestre, el bienestar de la población, o el derecho a vivir en un ambiente adecuado, la MIA carece de cualquier referencia seria y simplemente remite a la necesidad de contar con una evaluación mediante MIA y lo mismo ocurre con aspectos ambientales sensibles como la gestión de residuos. Por todo lo anterior, *además de inconsistente y contradictoria, la MIA resulta superficial y autorreferida.*

En definitiva, la articulación del proyecto con el conjunto de leyes, normas, reglamentos y programas de ordenamiento a nivel nacional, refleja cierta polaridad entre las leyes de protección ecológica y los programas de infraestructura, que los planes de ordenamiento han intentado aminorar. Aunque el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional de Infraestructura, el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes y el Programa Carretero, insisten en la construcción de autopistas como vía para el desarrollo regional, la estrategia de expansión de la industria y la urbanización basada en la incorporación de la riqueza natural de las zonas

<sup>85</sup> Obras de desmonte, despalme, cortes, excavaciones, acarreos, abatimiento de taludes, formación de bases para pavimentos, riegos de liga y otros aspectos relacionados como generación de residuos, protección de flora, fauna y suelos.

### *Capítulo III. Impactos socio-ambientales de las autopistas en el valle de Puebla*

periféricas, se contraponen a la necesidad de resguardo y protección de la biodiversidad que persiste en los espacios rurales desvinculados de los núcleos urbanos. Así, la penetración de las redes viales al interior de estos espacios suele encontrar resistencia de la legislación ambiental, que en ocasiones constituye un freno a los *arreglos espaciales (spatial fix) basados en la inversión de capital fijo (fix capital)* necesarios para solucionar las crisis de sobreacumulación. Sin embargo, la penetración del neoliberalismo en todas las esferas sociales, ha convertido esos *frenos legislativos* en promotores de las inversiones en infraestructura, y éstas, adecúan el espacio global como el medio principal para resolver esas crisis de sobreacumulación.

## **CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA**

### **1. Unidades Socio-Ambientales: fundamento para la caracterización de impactos de la infraestructura carretera**

Al vincular las unidades de paisaje físico-geográfico y las formas de apropiación y uso del espacio es posible sistematizar cartográficamente la complejidad de vínculos existentes entre la dimensión social y la dimensión ambiental, a partir del análisis del espacio y del paisaje. El mapa de unidades socio-ambientales permite distinguir entre la forma natural y social del espacio, el espacio urbano y el espacio rural, las formas de apropiación del suelo, las formas de propiedad y el equipamiento urbano sobre una base que distingue también los elementos estructurales del paisaje físico-geográfico. Las unidades socio-ambientales permiten realizar una doble diferenciación: entre distintas formas de apropiación del espacio sobre una misma forma del paisaje; y de forma anversa, entre distintas formas de paisaje utilizadas por una misma forma de apropiación del espacio. Si se busca una distinción sustancial en la forma como las unidades socio-ambientales utilizan las unidades de paisaje físico-geográfico, se puede encontrar en el tratamiento de la información sobre la vegetación y uso de suelo, incorporada por la tipología físico-geográfica, como un atributo del paisaje.

La propuesta del enfoque socio-ambiental consiste en re-elaborar y sistematizar cartográficamente la información sobre uso de suelo disponible a partir de criterios conceptuales que la ubican como factores de diferenciación del espacio; de manera que *las formas de uso y apropiación del espacio se incorporan al mismo nivel que los elementos estructurales del paisaje* bajo una premisa básica: la forma como la sociedad utiliza y se apropia del espacio constituye una causa fundamental de la transformación del paisaje. Con base en esta conceptualización se realiza, en primer lugar, la *caracterización social y ambiental de los impactos potenciales*

sobre las unidades socio-ambientales del área de evaluación (escala 1:10:000), y posteriormente, la evaluación de impactos sociales y ambientales del proyecto Libramiento Poniente de Puebla (LPP) y de sus sinergias con el Proyecto Integral Morelos (PIM), que también atraviesa el área de estudio.

## **2. Caracterización y asignación de índices de los impactos sociales potenciales (ISP) de la infraestructura carretera**

El método empleado para la asignación del indicador de impacto de las unidades socio-ambientales retoma la distinción entre la *forma natural* y la *forma social* (valor uso y valor). En primer lugar, se organizan las categorías básicas de uso y apropiación del suelo, de acuerdo con el predominio de la *forma valor de uso* o la *forma valor* en cada una de ellas. Aunque la contradicción entre la *forma natural* y la *forma social* se expresa en cada fragmento del espacio, de acuerdo con su propia definición, es posible distinguir que la *forma de valor* predomina en la industria y la agroindustria, mientras que la *forma valor de uso* predomina en las zonas habitacionales. De igual forma es posible apreciar que la agricultura puede servir indistintamente para la reproducción familiar (*valor de uso*) como para generar excedentes y ganancias (*valor*) (en el Cuadro IV.1 se resaltan con gris estas cinco categorías). A partir de estas tres formas básicas de apropiación del espacio, se pueden organizar el resto de las categorías bajo un esquema que trasciende la distinción entre *capital natural* y *capital social*; *distinción conceptual* que, sin un sustento teórico sólido, además de confundir más que aclarar, tiende hacia la mercantilización conceptual de todo aquello que no ha sido mercantilizado realmente.

La distinción entre el predominio del *valor de uso* y el *valor* en cada forma de apropiación del suelo, permite agrupar a los distintos tipos de vegetación del lado del *valor de uso* sin caer en un debate sobre *cuánto valor poseen*. Lo mismo ocurre con los valles, las reservas territoriales y los cuerpos de agua. Con este movimiento no se pretende negar que estas formas posean un *valor mercantil*; todas estas formas se encuentran bajo procesos de incorporación a los circuitos financieros y esquemas de especulación financiera, proceso estudiado por la geografía contemporánea como *neoliberalización de la naturaleza* (Bakker, 2005)<sup>86</sup>. Lo que busca señalar este agrupamiento es que cualquier alteración a su *forma natural* (su *valor de uso*), resulta más sensible para la reproducción de la vida que para la reproducción del capital (*forma valor*). Los núcleos urbanos históricos o los sitios arqueológicos, también se agrupan del lado del valor de uso, pues condensan espacialmente formas históricas de apropiación del suelo. Los núcleos urbanos, también se encuentran sometidos al proceso de penetración de la forma valor y destrucción de sus formas de uso tradicionales (o *naturales*); en este caso, el

---

<sup>86</sup> Este proceso fue estudiado como *producción neoliberal del espacio rural* en la tesis de maestría (Flores, 2011), donde se enfocan las relaciones de propiedad, al PROCEDE y al PROÁRBOL como núcleo de este proceso.

proceso es estudiado por la geografía contemporánea como *gentrification* (Smith, 1996).

Cuadro IV.1. Asignación del índice de impacto básico a las formas de apropiación del suelo				
Formas de apropiación del suelo	Valor de uso	Valor	Índice	Índice Básico
Sitio arqueológico / Núcleo histórico	x		3	15
Habitacional	x		3	10
Cuerpo de agua	x		3	9
Reserva Territorial	x		3	8
Valle	x		3	7
Vegetación	x		3	6
Agricultura de temporal	x	x	2	6
Agricultura de riego	x	x	2	6
Caminos	x	x	2	5
Desarrollo inmobiliario	x	x	2	4
Industria		x	1	4
AgroIndustria		x	1	3
Minas		x	1	2
Basureros		x	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Del otro lado de la relación, las minas y los basureros se agrupan del lado del *valor*, pues favorecen la generación de ganancias a partir de la destrucción plena de otros valores de uso: como la cubierta vegetal, las corrientes de agua e incluso las formas de relieve. El hecho de que existan grupos sociales que encuentren formas de vida que giren en torno de los basureros (*pepenadores*), es solo uno más de los absurdos de la sociedad moderna. Por último, los caminos, las carreteras y las autopistas, al igual que los desarrollos inmobiliarios, constituyen otras formas de apropiación del suelo en las cuales, la tensión entre la forma natural y la forma social se mantiene patente: las modernas y pequeñas unidades habitacionales construidas en las periferias urbanas, particularmente en zonas de reserva territorial, son utilizadas para la reproducción social como zonas habitacionales; pero dadas las características de su diseño (mini-dimensiones e hiperconcentración) y a que su periodo de *vida útil* es más corto que el plazo de su crédito, es claro que la *forma valor* es la que predomina sobre ellas. Por su parte, la articulación local favorecida por los caminos, así como la articulación regional facilitada por las carreteras, tanto para personas como para mercancías, deja en clara su naturaleza bipolar (valor de uso/valor); mientras que la doble naturaleza de las autopistas de cuota, que únicamente sirven para la reproducción social (valor de uso) en la medida que permiten la reproducción del capital (valor) por *la vía del peaje*, resulta aún más patente: no se puede usar la autopista sin el pago correspondiente.

#### *Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

Una vez ordenadas de esta forma, a cada categoría se asigna un índice ordinal del 1 al 10, bajo la premisa de que los *impactos sobre el valor de uso siempre serán mayores que los impactos sobre el valor*. Este criterio de evaluación permite diferenciar con claridad los impactos de una infraestructura sobre un espacio desigual, derivado de distintas formas de apropiación del suelo. Así, los impactos menores corresponden a las *formas del valor* y los impactos mayores a las *formas del valor de uso*. En este nivel de asignación de impactos, al que se denomina índice de impacto básico, los *sitios arqueológicos o núcleos históricos* representan el máximo nivel de impactos (se recomienda el índice 15); y su asignación debe ser consensuada por las comunidades afectadas. De igual forma, en el nivel básico se considera que los desarrollos inmobiliarios e industriales (índice 4), lo mismo que la agricultura (de temporal y de riego) y la vegetación (índice 6), representan impactos equivalentes.

Las diferencias existentes entre los impactos sobre cada categoría, serán contempladas y complejizadas progresivamente; en primer lugar, se emplean los elementos de diferenciación, a los que también se asigna un índice ordinal conforme a su sensibilidad hacia los impactos externos. Por ejemplo, al espacio urbano se asigna un índice mayor (2) que al espacio rural (1) ya que, debido a las diferencias de densidad, los impactos serán siempre mayores en los espacios urbanos. A elementos vinculados con la reproducción social, como el equipamiento urbano y la propiedad ejidal, se asigna el índice 1 únicamente cuando están presentes. En cuanto al tipo de agricultura (temporal o riego) y de vegetación (primaria o secundaria), formas de apropiación que sólo se presentan en las zonas agrícolas y de reserva territorial, se asignan un índice del 1 al 4, dependiendo de la productividad de la tierra y de la sensibilidad ambiental; por supuesto, la asignación de estos índices debe siempre contar con el consenso de las comunidades afectadas. Finalmente se asocia el índice básico de las formas de apropiación a las unidades socio-ambientales y, a éste, se suma el índice derivado de los elementos de diferenciación para obtener el *Índice Preliminar de Impacto (IPI)*, cuyos efectos serán potenciales hasta que se incluya el proyecto a evaluar (ver Cuadro IV.2, que resalta en gris el índice de diferenciación que se suma al índice básico; nótese que el índice 15 del sitio arqueológico, se mantiene de esta forma como el índice más alto).



Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

Cuadro IV.2. Asignación del índice preliminar de impacto potencial (IPIP) de las unidades socio-ambientales										
Unidades Socio-Ambientales del Área de Evaluación	Índice básico	Elementos de diferenciación (índice de diferenciación)								IPIP
		Espacial		Reproducción		Agricultura		Vegetación		
		Rural	Urbano	Equipamiento	Ejidos	Temporal	Riego	Secundaria	Primaria	
		1	2	1	1	1	2	3	4	
Sitio arqueológico / Núcleo histórico	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Habitacional urbano	10	0	2	0	0	0	0	0	0	12
Habitacional urbano en ejido	10	0	2	0	1	0	0	0	0	13
Habitacional urbano con equipamiento	10	0	2	1	0	0	0	0	0	13
Habitacional urbano con equipamiento en ejido	10	0	2	1	1	0	0	0	0	14
Habitacional rural	10	1	0	0	0	0	0	0	0	11
Habitacional rural en ejido	10	1	0	0	1	0	0	0	0	12
Habitacional rural con equipamiento	10	1	0	1	0	0	0	0	0	12
Habitacional rural con equipamiento en ejido	10	1	0	1	1	0	0	0	0	13
Cuerpo de agua en espacio urbano	9	0	2	0	0	0	0	0	0	11
Cuerpo de agua en espacio urbano en ejido	9	0	2	0	1	0	0	0	0	12
Cuerpo de agua en espacio rural	9	1	0	0	0	0	0	0	0	10
Cuerpo de agua en espacio rural en ejido	9	1	0	0	1	0	0	0	0	11
Reserva Territorial sin agricultura	8	0	2	0	0	0	0	0	0	10
Reserva Territorial sin agricultura en ejido	8	0	2	0	1	0	0	0	0	11
Reserva Territorial con agricultura de temporal	8	0	2	0	0	1	0	0	0	11
Reserva T. con agricultura de temporal en ejido	8	0	2	0	1	1	0	0	0	12
Reserva Territorial con agricultura de riego	8	0	2	0	0	0	2	0	0	12
Reserva Territorial con agricultura de riego en ejido	8	0	2	0	1	0	2	0	0	13
Reserva Territorial con vegetación secundaria	8	0	2	0	0	0	0	3	0	13
Reserva T. con vegetación secundaria en ejido	8	0	2	0	1	0	0	3	0	14
Valle en zona habitacional	7	0	2	0	0	0	0	0	0	9
Valle en zona habitacional en ejido	7	0	2	0	1	0	0	0	0	10
Valle en zona agrícola	7	1	0	0	0	0	0	0	0	8
Valle en zona agrícola ejidal	7	1	0	0	1	0	0	0	0	9
Zona con vegetación secundaria	6	1	0	0	0	0	0	3	0	10
Zona con vegetación secundaria en ejido	6	1	0	0	1	0	0	3	0	11
Zona agrícola de temporal	6	1	0	0	0	1	0	0	0	8
Zona agrícola de temporal en ejido	6	1	0	0	1	1	0	0	0	9
Zona agrícola de riego	6	1	0	0	0	0	2	0	0	9
Zona agrícola de riego en ejido	6	1	0	0	1	0	2	0	0	10
Camino intraurbano	5	0	2	0	0	0	0	0	0	7
Camino intraurbano en ejido	5	0	2	0	1	0	0	0	0	8
Camino interregional	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6
Camino interregional en ejido	5	1	0	0	1	0	0	0	0	7
Desarrollo inmobiliario en espacio urbano	4	0	2	0	0	0	0	0	0	6
Desarrollo inmobiliario en espacio urbano en ejido	4	0	2	0	1	0	0	0	0	7
Desarrollo inmobiliario en espacio rural	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Desarrollo inmobiliario en espacio rural en ejido	4	1	0	0	1	0	0	0	0	6
Industria en espacio urbano	4	0	2	0	0	0	0	0	0	6

Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

Industria en espacio urbano en ejido	4	0	2	0	1	0	0	0	0	7
Industria en espacio rural	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Industria en espacio rural en ejido	4	1	0	0	1	0	0	0	0	6
Agroindustria en espacio urbano	3	0	2	0	0	0	0	0	0	5
Agroindustria en espacio urbano en ejido	3	0	2	0	1	0	0	0	0	6
Agroindustria en espacio rural	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Agroindustria en espacio rural en ejido	3	1	0	0	1	0	0	0	0	5
Mina en espacio urbano	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4
Mina en espacio urbano ejidal	2	0	2	0	1	0	0	0	0	5
Mina en espacio rural	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Mina en espacio rural ejidal	2	1	0	0	1	0	0	0	0	4
Basurero en espacio urbano	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
Basurero en espacio urbano ejidal	1	0	2	0	1	0	0	0	0	4
Basurero en espacio rural	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Basurero en espacio rural ejidal	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3

Fuente: Elaboración propia.

El *índice preliminar de impacto potencial* (iPIP), aún contempla los impactos socio-ambientales de forma abstracta; al proyectar este índice sobre el mapa, solamente se observan impactos significativos en el espacio urbano e impactos exiguos en los espacios rurales; y aunque también muestra impactos intermedios en los espacios ejidales, en realidad, este índice aún no expresa la extensión espacial de los impactos socio-ambientales. Para mostrar la dimensión espacial de los impactos, en segundo lugar, se incorpora la extensión espacial de cada unidad socio-ambiental, es decir, el área de cada unidad; ello permite señalar que los impactos sobre una gran extensión de tierra agrícola serán mayores que los impactos sobre una pequeña parcela. Con la incorporación del indicador de extensión (IE) queda incluido el efecto sobre la fragmentación de grandes porciones de terreno; sin embargo, ya que las grandes extensiones de terreno se encuentran principalmente en los espacios rurales, la expresión cartográfica de este aspecto corre el riesgo de *perder de vista* los impactos sobre el espacio urbano. Para evitar este riesgo, es preciso modificar el indicador de extensión (que expresa el área de las unidades) sin alterar la proporción que existe entre ellas. Esto se logra aplicando una *regresión no lineal* al área de cada polígono, basada en el logaritmo natural del área; una operación que, de acuerdo con los manuales de estadística descriptiva, comprime los valores altos y expande los pequeños sin modificar las medidas basadas en el orden de los datos; a esta modificación se denomina Factor de Extensión (FE).

Para obtener el *Indicador de Impactos Sociales Potenciales* (IISP), se multiplica el *Índice Preliminar de Impacto Potencial* por el *Factor de Extensión*; al proyectar los resultados en un mapa, este indicador produce una imagen equilibrada entre los impactos urbanos (resaltados por el índice preliminar) y los impactos rurales

#### *Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

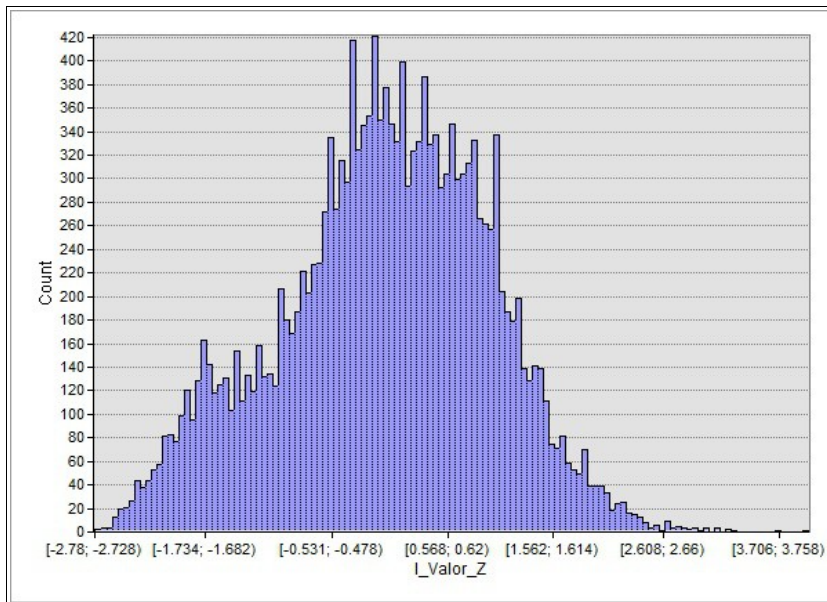
(resaltados por el factor de extensión) (ver Mapa 12 y Cuadro IV.3). De acuerdo con el IISP, 455 ha de terrenos agrícolas son equivalentes a 31 ha de terrenos ejidales o a 3.5 ha de reserva territorial. Igualmente permite distinguir fácilmente zonas de mayores impactos (como los terrenos ejidales) y zonas de impactos menores (como los corredores industriales o los corredores carreteros); lo que puede contribuir a la planeación de la nueva infraestructura y a privilegiar, por ejemplo, la consolidación de los corredores industriales o la ampliación de la infraestructura carretera existente antes que la producción de nueva infraestructura; asimismo, contribuye a revelar la *irracionalidad* o la *racionalidad específica* de los proyectos planteados. En el caso del Libramiento Poniente de Puebla (LPP) revela que los impactos sobre 18 arroyos podrían eliminarse si se aprovecha el ramal Aeropuerto (ver Mapa 10), lo que además reduciría el proyecto en 18 km y 54 millones de dólares. Por último, al evidenciar impactos socialmente relevantes, este tipo de productos cartográficos pueden colaborar en la concertación de los emplazamientos óptimos de acuerdo con las necesidades y perspectivas propias de los habitantes de la zona afectada.

Los resultados se expresan a partir de su tipificación como valores Z en la Figura 5; a grandes rasgos, los valores pequeños (-2.78 a -1.68) corresponden a impactos sobre basureros, minas, agroindustria e industria con extensiones menores a 273 m<sup>2</sup>; los valores medios (-1.68 a 0.43) corresponden a impactos sobre desarrollos inmobiliarios, caminos, zonas agrícolas, vegetación y valles con extensiones entre 273 m<sup>2</sup> y 9,229 m<sup>2</sup>; y los valores altos (0.43 a 4.02) corresponden a impactos sobre reservas territoriales, cuerpos de agua, zonas habitacionales y sitios arqueológicos con extensiones mayores a 9,229 m<sup>2</sup>; aunque por supuesto, existen múltiples combinaciones entre impactos y extensiones.

Cuadro IV.3. I – Indicador de impacto social potencial (IISP)				
1	2	A [Log (Área)]	1 x A	IISP (Z)
Índice Preliminar de Impacto	Indicador de Extensión (m2)	Factor de Extensión	Impacto Social Potencial	Índice tipificado
<i>1_Magnitud</i>	<i>Área</i>	<i>2_ID</i>	<i>I_Social</i>	<i>I_Valor_Z</i>
2	22.7 – 46.6	3.12 – 3.85	21 – 25	-2.78 - -2.61
	46.6 – 273.1	3.85 – 5.61	25 – 49	-2.61 - -1.60
	273.1 1587.5	5.61 – 7.37	49 – 74	-1.60 - -0.58
	1587.5 – 9229.3	7.37 – 9.13	74 – 98	-0.58 – 0.43
	9229.3 – 54181.7	9.13 – 10.90	98 -122	0.43 – 1.45
	54181.7 – 314921.5	10.90 – 12.66	123 – 184	1.45 – 4.02
15	314921.5 – 13712842.6	12.66 – 16.43		
Nota: El acomodo del cuadro expresa la desviación estándar de los valores tipificados Z. No la relación entre la magnitud y el área de los polígonos.			Promedio	88.0
			Desviación	24.1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Histograma del impacto social potencial de acuerdo con la desviación del índice tipificado Z



Fuente: obtenido mediante ArcMap 9.3 a partir de la columna I\_Valor\_Z

**Mapa 12. Aspecto de los Impactos Sociales Potenciales del Libramiento Poniente**

### 3. Caracterización y asignación de índices de los impactos ecológicos potenciales (IEP) de la infraestructura carretera

Como ya fue apuntado anteriormente, la construcción de carreteras en relación con el territorio y el paisaje posee una doble dimensión: la articulación del territorio y la accesibilidad a nuevos lugares, excluye otros lugares y desarticula otras relaciones. De igual modo, la transformación del paisaje favorecida por las carreteras se realiza siempre a costa de la destrucción de ciertos elementos del paisaje. Este proceso de *destrucción creativa*, señalado por David Harvey como un rasgo de la geografía histórica del capitalismo, que se replica en el terreno de la construcción de infraestructura de transporte, pretende ser superado por la escuela del *Diseño Integrado al Paisaje* (DIP). Esta escuela considera que los daños ambientales ocasionados por las carreteras derivan exclusivamente del diseño de la vía, centrado en los requerimientos tecnológicos y funcionales (capacidad, velocidad y seguridad) del automóvil; y a partir de este supuesto teórico, pretende aminorar los efectos destructivos de las carreteras sobre el paisaje, mediante un diseño que combine las funciones de acceso, soporte de actividades y vertebración del territorio con consideraciones estéticas y de integración al paisaje (Real, 2006).

Esta corriente de pensamiento, que puede ser denominada como *diseño de carreteras integrado al paisaje* (DiCIP) tiene el mérito de visibilizar y sistematizar los impactos de las carreteras sobre los elementos del paisaje; sin embargo, parte de un concepto poco sistemático del paisaje, que impide distinguir entre impactos estructurales e impactos dinámicos, por ejemplo. No obstante, su mayor debilidad es su tendencia a considerar que la construcción de carreteras constituye una forma que favorece la protección ambiental (Pereira de Oliveira *et al.*, 2012). Atendiendo a esta ambigüedad, la asignación de los indicadores de los impactos ambientales emplea la perspectiva geocológica del paisaje, siempre en relación con la dimensión social; y al igual que los *Estudios de Impacto e Integración Paisajística* (EIIP), una de las perspectivas para el estudio de impacto sobre el paisaje más desarrolladas en la Unión Europea, concibe que “la valoración no consiste en una mera ponderación cuantitativa del paisaje o en una enumeración de sus elementos singulares, sino que se trata de extractar aquellos aspectos del paisaje [...] que merecen especial atención (Boriobio, 2012:66).

En este punto, es conveniente recordar que la propuesta metodológica considera la evaluación de los impactos de la infraestructura sobre el ambiente, a partir de los elementos estructurales del paisaje. Como se ha apuntado anteriormente, la propuesta no consiste únicamente en el empleo de la geocología del paisaje como un marco teórico que favorece una determinación más exacta de los posibles impactos ambientales derivados

de la construcción de infraestructura carretera, a partir de un concepto más amplio del paisaje; pues, como se apuntó en el primer capítulo, la deficiencia central de las evaluaciones ambientales no consiste únicamente en un problema de aprehensión conceptual sobre las relaciones ambientales. La propuesta consiste en cambio, en *transformar el paradigma de la propia evaluación* y no únicamente el paradigma de lo ambiental. Para ello, se propone en primer lugar *evaluar* desde la perspectiva del valor de uso (valorar), antes que *evaluar* desde el valor de cambio; en segundo lugar, *evaluar los impactos de la infraestructura*, antes que evaluar el ambiente, pues el ambiente se valora, mientras que la infraestructura se cuestiona; y en tercer lugar, *evaluar los impactos de la infraestructura sobre las relaciones socio-ambientales*, y no únicamente sobre el ambiente. Estos son los tres fundamentos de la Evaluación de Impactos Socio-Ambientales (EISA).

Igualmente es importante señalar que la propuesta no incluye todos los elementos estructurales de paisaje considerados por la geoecología del paisaje (relieve, litología y clima), pues excluye indicadores de los impactos de la infraestructura sobre el clima. Más que a la ausencia de impactos climáticos derivados de la expansión de la infraestructura carretera, tal exclusión se debe a la dificultad de evaluar los impactos de un proyecto sobre el clima y a la complejidad de hacerlo a partir de la información disponible. Esta es la mayor deficiencia de esta propuesta metodológica; que sólo podrá ser superada por estudios de impactos a escala global. En este terreno, difícilmente se podría argumentar que las carreteras presentan mayores impactos sobre el clima templado que sobre el clima semicálido; lo cual implicaría recurrir al paradigma del *clima planetario*<sup>87</sup>. Además de estudios globales, tal evaluación requiere estudios sobre una escala temporal amplia, que permitan relacionar la cantidad de kilómetros construidos con distintas formas de variaciones climáticas. Sólo así se podría argumentar, por poner un ejemplo hipotético, que el clima planetario sufre alteraciones severas por cada millón de km de carreteras construidos; y evaluar de tal forma, el impacto de un proyecto de 66,7 km. Por lo pronto, se presentan los índices de impactos ecológicos potenciales que incluyen relieve, litología y suelo.

### **3.1 Caracterización de impactos potenciales sobre la estructura topográfica (relieve)**

La modificación del relieve por efecto de la construcción de carreteras, constituye la transformación del paisaje más evidente e inmediata. Aunque las corrientes modernas de ingeniería de carreteras han logrado lentamente trascender la concepción del relieve como *el principal obstáculo a vencer*, y cada vez es más frecuente que el relieve sea considerado como un elemento del paisaje que *vale la pena* conservar, para la construcción de

---

87 El concepto *planetary climate* empleado por Pierrehumbert (2009), implica el estudio del clima en una escala supra-terrestre, que incluye al sistema solar, y en un periodo de 70 millones de años, para explicar el calentamiento global, vinculado actualmente con la oxidación de combustibles fósiles. Este puede ser un punto de partida para los estudios de impactos climáticos de las autopistas.

#### *Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

infraestructura el relieve constituye el factor clave en la elevación o disminución de los costes (Flores Rangel, 2016). Tal como señala Ignacio Español (2008:152), es común que se aprovechen las excavaciones realizadas sobre el trazo de una carretera como una forma para disminuir los costes del traslado de material desde otras canteras; algunos movimientos sociales opuestos a las carreteras, sugieren que las modificaciones a los trazos originales, en ocasiones, responden al aprovechamiento de ciertas canteras, de modo que las empresas constructoras emplean el material extraído en la construcción de la autopista y venden los excedentes a otras industrias, como el sector inmobiliario. Ante estos excesos, que en realidad constituyen prácticas comunes, el *diseño de carreteras integrado al paisaje* (DiCIP) ha establecido como criterio central la disminución del volumen de movimiento de tierras generado por las excavaciones, terraplenes, rellenos, canteras y escombreras requeridos para su construcción.

Entre las recomendaciones del DiCIP se encuentra contemplar “la menor alteración posible en el terreno pues así se reducen sus costes de movimientos de obra, se contiene el riesgo geotécnico, se minimiza el impacto ambiental y se reduce la presencia de la obra en el paisaje” (*ibíd.*, 141). No obstante, el grado de alteración sobre el relieve depende directamente de la *velocidad de la carretera*, ya que las autopistas de alta velocidad exigen diseños rectilíneos que, a su vez requieren mayor movimiento de tierras “especialmente cuando se sitúan en territorios de relieve irregular” (*ibíd.*, 92); en cambio las carreteras *más lentas* se adaptan mejor al relieve, requieren menor movimiento de tierra y en general, “tienen menor presencia en el paisaje” (*ibídem*). Dado que las autopistas están diseñadas para disminuir los tiempos de traslado, para mitigar sus efectos sobre el paisaje (o sus impactos ambientales), el DiCIP recurre al *criterio de balance de tierras* (*ibíd.*, 149) que consiste en compensar el volumen de las excavaciones y los rellenos realizados a lo largo del trazo, lo que además permite “ahorrar costes innecesarios”. En general, el diseño de carreteras integradas al paisaje, se debate entre el respeto a la *composición general del paisaje*, que tiende hacia la sinuosidad propia de los cauces de los ríos, y las necesidades rectilíneas impuestas por las leyes físicas de vehículos que se desplazan a altas velocidades, opuestas a las formas del relieve y por tanto, transversales a los valles fluviales.

De cualquier forma, el criterio del movimiento de tierras es retomado para definir los impactos de las carreteras sobre el relieve y sistematizar el indicador de impacto sobre el relieve. En términos generales, se considera que la disección vertical (la altura relativa, o la distancia vertical entre dos puntos de una misma unidad) condiciona el volumen de movimiento de tierras necesario y por tanto, el impacto sobre el relieve: a mayor disección vertical, mayor impacto. Desde esta perspectiva, la construcción de carreteras sobre llanuras planas (planicies subhorizontales en la clasificación de Priego *et al.*, 2008) presenta los menores impactos sobre el relieve;



*Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

mientras que su construcción sobre montañas y piedemontes (montañas mediana a fuertemente diseccionadas) constituye impactos mayores (ver Cuadro IV.4). La propuesta implica asignar a los valles el grado máximo de impacto debido a su sensibilidad respecto a obras de infraestructura. El manual de ingeniería de caminos rurales de Keller y Sherar (2004), por ejemplo, señala la necesidad de establecer *Zonas Protectoras de Agua* (ZPA) o *reservas ribereñas*, donde las actividades de alteración del terreno sean suprimidas o reducidas a su mínima expresión, ya que aunque no sea el aspecto más visible, la modificación a “los patrones de drenaje natural” (Keller y Sherar, 2004: 5) constituye el aspecto más sensible del impacto ambiental en cuanto a construcción de autopistas, y también uno de los más difíciles de evaluar, tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Cuadro IV.4. Asignación del índice de impacto potencial sobre el relieve de acuerdo con la disección vertical del área de evaluación		
Clasificación morfométrica simple por disección vertical (Escala 1:50,000)	Índice	Categorías de relieve adecuado al área de evaluación (Escala 1:10,000)
Planicies subhorizontales Dv ≤ 2.5	1	Llanuras planas muy poco diseccionadas 2,140 < H < 2,160 m
Planicies onduladas, ligera a fuertemente diseccionadas 2.6 < Dv < 15	2	Llanuras inclinadas v colinosas, moderadamente diseccionadas 2,160 < H < 2,180 m
Planicies acolinadas, ligera a fuertemente diseccionadas 16 < Dv < 40	3	Mesetas sobre coladas volcánicas, onduladas a planas 2,180 < H < 2,280 m 60 < h < 80 m
Lomeríos, ligeramente diseccionados 41 < Dv < 60	3	Lomeríos volcánicos pequeños, ondulados 2,040 < H < 2,220 m 20 < h < 40 m
Lomeríos, mediana a fuertemente diseccionados 61 < Dv < 100	4	Lomeríos volcánicos grandes, diseccionados 2,200 < H < 2,440 m 60 < h < 160 m
Montañas, ligeramente diseccionadas 101 < Dv < 250	4	Escalones montañosos de altiplanos, muy fuertemente diseccionados 1,900 < H < 2,100 m h=200 m
Montañas, mediana a fuertemente diseccionadas Dv ≥ 251	5	Montañas v piedemontes volcánicos, muy diseccionados 2,180 < H < 2,580 m 260 < h < 400 m
Valles fluviales, planos a abruptos 1° < Dv < 45°	6	Valles fluviales

Fuente: Elaborado con base en Priego *et al.*, 2008.

En relación con la clasificación y delimitación de las formas de relieve, es importante señalar que la tipología físico-geográfica desarrollada en el posgrado de Geografía en el CIGA (Priego *et al.*, 2008; Flores *et al.*, 2012) emplea una clasificación morfométrica del relieve de acuerdo con la disección vertical desarrollada para escalas 1:250,000; este método fue replicado para la tipología del paisaje del área de estudio pues tal clasificación resulta útil para escalas 1:50,000. No obstante, para la tipología y zonificación del área de evaluación realizada a escala 1:10,000, la clasificación del relieve se realizó de acuerdo con la metodología empleada por el Dr. Hernández Santana, adecuada para la delimitación de las formas de relieve en el área de evaluación. De tal

modo, ha sido necesario realizar ligeras modificaciones en el orden de las categorías de ambos sistemas de clasificación para su tratamiento.

### **3.2 Caracterización de impactos potenciales sobre la composición litológica (geología)**

El desarrollo contemporáneo de la ingeniería geológica y de los estudios sobre la composición física y química de la litología, están vinculados con la necesidad técnica que implica transitar desde la perforación de pozos superficiales hacia los pozos profundos, fundamentalmente en el terreno de los hidrocarburos, los minerales y el agua, pero también en el ámbito de las obras de infraestructura de transporte. El índice de abrasividad de Cerchar (Cerchar Abrasiveness Index - CAI), desarrollado en Francia, en 1980, para calcular el desgaste de la maquinaria frente a la perforación de distintos tipos de rocas y para medir el rendimiento de perforación de distintos tipos de materiales, se ha convertido en “uno de los parámetros geotécnicos más comunes para describir y clasificar la dureza de las rocas” (Plinninger *et al.*, 2004). No obstante, la investigación geotécnica ya se encuentra desarrollando índices que permitan comprender las causas de la dureza de las rocas más allá de simples pruebas de rascado (*simple scratch test*) (*ibidem*).

De acuerdo con esta perspectiva, cuando la maquinaria trabaja sobre superficies someras, donde la mezcla de material litológico y edafológico es frecuente, también resulta fundamental conocer la dureza de la roca, ya que el desgaste de las herramientas y la presencia de materiales sueltos obliga a parar la maquinaria cada cierto tiempo para reemplazar las *cabezas de corte* necesarias en cada caso (González *et al.*, 2013:7). Con base en estas consideraciones, derivadas de las necesidades técnicas de la perforación, se retoma la clasificación de las rocas elaborada por Marcel Hürliman, que vincula abrasividad (capacidad para desgastar la superficie de contacto de otro cuerpo más duro durante el proceso de rozamiento), dureza y tipo de maquinaria necesaria para descomponer la roca, como fundamento del impacto sobre la litología. Así, se asignan menores índices de impacto a las rocas de menor dureza y abrasividad (como las rocas descompuestas y no abrasivas blandas) bajo el supuesto de que su descomposición requiere menor esfuerzo y desgaste de la maquinaria. En cambio, a las rocas más duras y abrasivas se asignan índices mayores (como las rocas sedimentarias abrasivas y friables) de acuerdo con el tipo de maquinaria requerida para su descomposición (ver Cuadro IV.5). El esquema fundamenta la asignación del índice de impacto 2 a las unidades compuestas principalmente por brecha volcánica, andesitas y rocas volcánico-clásíticas; a las tobas y las rocas sedimentarias se asigna el índice de impacto 3; y, nuevamente, al suelo aluvial se asigna el índice de impacto máximo debido a la concentración de suelos de alta fertilidad agrícola en los depósitos aluviales de los valles fluviales.

Cuadro IV.5. Asignación del índice de impacto litológico de acuerdo con la dureza de la roca y la maquinaria necesaria para su tratamiento				
Clasificación de Hürliman de acuerdo con su dureza y abrasividad		Maquinaria necesaria	TIPO	Índice
<b>Descompuesta</b> Serpentina, Basalto descompuesto y granito caolinizado		Perforación rotativa por corte y percutiva si existe roca sana	<b>ÍGNEAS</b>	<b>1</b>
<b>No abrasiva blanda</b> Margas, Yesos, Lutitas, Calizas oolíticas, Carbones y Evaporitas		Perforadoras rotativas con tricono	<b>SEDIMENTARIA</b>	
<b>Poco abrasiva</b> Andesita, Dolerita, Basalto, Diorita, Tracita, Gabro y Sienita		Perforadoras rotativas pesadas 150 mm	<b>ÍGNEAS</b>	<b>2</b>
<b>Abrasivas</b> Riolita, Aplita, Felsita, Granodiorita, Pegmatita, Porfido cuarcítico y Granito	<b>Intermedia</b> Basalto olivínico, Dacita, Dunita, Gabro olivínico y Diorita cuarcífera	Martillos en cabeza pesados de 50 - 230 mm		
		Martillos en fondo de 102 - 150 mm Perforadoras rotativas pesadas 150 mm		
<b>Abrasiva dura</b> Conglomerados de cuarzo, Grauvacas, Areniscas y Ortocuarzitas		Perforadoras rotopercutivas grandes	<b>SEDIMENTARIA</b>	<b>3</b>
<b>Abrasiva menos dura</b> Ceniza volcánica, Areniscas de grano grueso y Tobas		Perforadoras rotopercutivas medianas		
<b>Abrasiva friable</b> Areniscas friables, Areniscas calcáreas y Gravas consolidadas		Perforadoras rotativas grandes, medianas y pequeñas		
<b>Abrasiva friable</b> Calizas, Arcilla esquistosa y Cretas	<b>Poco abrasiva</b> Pizarra, Filita, Esquisto clorítico y Mármol	Martillos en fondo o perforadoras rotativas grandes Perforadoras rotopercutivas medianas y grandes en rocas blandas		
<b>Dura y abrasiva</b> Esquisto cuarcífero, Cuarzita, Gneis y Granulita	<b>Intermedia</b> Corneana, Esquisto micáceo y Mármol dolomítico	Perforadoras rotativas muy grandes y Perforadoras rotativas grandes	<b>METAMÓRFICA</b>	<b>4</b>
<b>Suelo aluvial</b>				<b>5</b>

Fuente: Elaborado con base en el manual de Ingeniería Geológica de Marcel Hürliman.

### 3.3 Caracterización de impactos potenciales sobre la cubierta edáfica (edafología)

Como ya se ha mencionado, de acuerdo con la cartografía semi-automatizada de los paisajes físico-geográficos, a diferencia del relieve, la litología y el clima que constituyen elementos estructurales del paisaje, el suelo constituye un atributo del paisaje que no funciona como factor de diferenciación sino como una característica; es una consecuencia y no una causa (Priego *et al.*, 2008: 63). No obstante, para la *geomorfo-pedología* o *geopedología*, una de las corrientes más apegadas a los estudios de Dokuchaev, el suelo constituye uno de los componentes esenciales de la *epidermis de la tierra* que se encuentra en la interfase entre la dimensión ambiental y la dimensión social; y más que relaciones de causalidad unidireccionales, concibe al binomio suelo-

relieve en términos de un condicionamiento recíproco (Zinck, 2012). En una perspectiva que combina de forma ambigua ambas posiciones, la información edafológica de INEGI en su serie II, elaborada entre 2002 y 2007 a escala regional, considera al suelo como la capa superficial que sirve de “soporte [a] la cubierta natural vegetal y gran parte de las actividades humanas” pero que es *resultado* de factores ambientales como el clima y la litología (INEGI, 2004).

Es importante resaltar el contraste existente entre la centralidad que otorga la geopedología al estudio del suelo para comprender las intersecciones entre las dimensiones ecológica y social, y el lugar que ocupa comúnmente en las metodologías tradicionales para su cartografía, donde constituye un elemento secundario del paisaje. Desde una perspectiva que busca fusionar la dimensión social a partir de aspectos ecológicos, desde 1978, la *etnoedafología* ha desarrollado el conocimiento sobre las clasificaciones campesinas de tierra en México y, a partir de 1987, emprendió la cartografía de tierras agrícolas de acuerdo con los conocimientos campesinos locales (Ortíz-Solorio y Gutiérrez-Castorena, 2001). Después de 20 años de desarrollo, este enfoque aún se mantiene en una fase experimental y no ha logrado trascender la escala local. Es por ello que, a pesar de la importancia del enfoque etno-edafológico para la evaluación socio-ambiental, la propuesta de asignación de impactos sobre la riqueza edáfica utiliza principalmente la información proporcionada por INEGI a escala nacional; característica que si bien resta profundidad a la evaluación, permite extender esta propuesta metodológica a cualquier lugar, aún cuando no se cuente con el necesario trabajo de campo etnográfico<sup>88</sup>.

Otra característica asociada con el sistema de clasificación del suelo elaborado por INEGI, es su adecuación progresiva al sistema internacional de clasificación de suelo impulsado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), que en lugar de fortalecer la tendencia hacia la integración del conocimiento local del suelo desde el enfoque etnoedafológico, retoma vocablos rusos (cherno), japoneses (an), polaco (rzedzic), del latín (vertere) y de otros idiomas, incluyendo al español, para fortalecer su clasificación internacional. De cualquier forma, la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), cuya clasificación está basada principalmente en propiedades físicas y químicas del suelo, condensa esfuerzos y experiencias de sistematización a escala global que evidentemente presenta ventajas para el conocimiento y clasificación del suelo a escala local; es el caso de los “rasgos de diagnóstico que resultan significativos para el manejo de los suelos” (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007). Es así que la asignación del índice de impacto, se adecúa a las descripciones generales del uso y manejo del suelo del WRB-FAO (enriquecidas por la experiencia

---

<sup>88</sup> No obstante, cuando sea posible sistematizar el conocimiento campesino local la evaluación socio-ambiental podrá transitar hacia la evaluación social, y tendrá que incorporar este conocimiento junto con las formas de apropiación y uso de suelo.

del INEGI a nivel nacional), y con base en ellas, clasifica los suelos de acuerdo con la capacidad del suelo para la producción agrícola, y con el tipo y cantidad de trabajo requerido para mantener o aumentar su fertilidad (ver Cuadro IV.6).

No obstante, es preciso reconocer que, debido a la diversidad de condiciones climáticas, topográficas y litológicas, así como a la diversidad de formas de utilización del recurso edáfico, la propuesta de clasificación y asignación de este índice resulta sumamente limitada, general y abstracta; deficiencias que solo pueden trascenderse con investigaciones específicas para cada caso de evaluación. No obstante, todas estas restricciones quedan acotadas en este caso, por el lugar que ocupa el suelo en la evaluación general de impactos socio-ambientales. Una vez que se asigna el índice de impactos edáficos en una escala del 1 al 6, de acuerdo con los requerimientos de trabajo y de riego necesarios para aumentar o mantener los rendimientos agrícolas del suelo en forma general, se incluye un índice decimal que señala las distintas combinaciones que puedan presentar las unidades en el área de evaluación. Finalmente, para evitar que las zonas urbanas que no presentan información edáfica carezcan de impacto, se emplean dos soluciones que permiten evaluar los impactos sobre los suelos de las reservas territoriales: en primer lugar se asigna el índice de impacto menor (1), equivalente a los suelos que no tienen uso agrícola como el solonchak; y en caso de presentar suelo aluvial se asigna el índice de impacto (5), equivalente a los fluvisoles. Para concluir, solo basta recalcar que en este caso, se realizó una generalización cartográfica de la información edáfica incorporada en las unidades socio-ambientales mediante una *superposición virtual* que no generó nuevos polígonos<sup>89</sup> (ver Cuadro IV.7).

Cuadro IV.6. Asignación del índice de impacto edafológico de acuerdo con la necesidad de trabajo, riego y rendimientos agrícolas

Índice	Características de los suelos de acuerdo con su capacidad agrícola	Tipos de suelo
1	Suelos con propiedades físicas y químicas que impiden la agricultura; y requieren excesivo trabajo y riego para ofrecer rendimientos agrícolas bajos	Solonetz, Raner y Solonchak
2	Suelos con propiedades físicas y químicas que dificultan la agricultura; y requieren excesivo trabajo y riego para ofrecer rendimientos agrícolas medios	Arenosol, Durisol, Leptosol/Litosol y Regosol
3	Suelos con propiedades físicas o químicas que dificultan la agricultura; y requieren excesivo trabajo para ofrecer rendimientos agrícolas medios	Xerosol, Lixisol, Yermosol y Planosol
4	Suelos con abundante materia orgánica que favorecen la agricultura; que requieren poco trabajo y riego para ofrecer rendimientos agrícolas medios	Rendzina, Histosol y Gleysol
5	Suelos con abundante materia orgánica que favorecen la agricultura; que requieren poco trabajo para ofrecer rendimientos agrícolas medios	Acrisol, Vertisol, Phaeozem, Luvisol y Fluvisol
6	Suelos fértiles con gran potencial agrícola que requieren poco trabajo y a veces riego para ofrecer rendimientos agrícolas altos	Kastanozem, Chernozem, Nitisol, Vertisol, Cambisol y Andosol

89 La generalización se realizó mediante el criterio del área mayor; es decir, que cuando una unidad presentó más de un tipo de suelo, se asignó el suelo que presenta el área mayor. Aunque una generalización de esta naturaleza puede realizarse mediante métodos semi-automatizados, en este caso se optó por una generalización manual, en la que siempre prevalece el criterio del investigador.

Fuente: Elaborado con base en WRB, 2007 e INEGI, 2004

Cuadro IV.7. Índice decimal de impacto edafológico de acuerdo con su combinación en el área de evaluación			
Combinación edáfica	Índice	Combinación edáfica	Índice
Arenosol	2	Phaeozem+Durisol+Vertisol	5.2
Durisol+Regosol	2.2	Phaeozem+Leptosol+Vertisol	5.2
Leptosol+Regosol	2.2	Phaeozem+Arenosol	5.2
Arenosol+Leptosol	2.2	Vertisol+Durisol	5.2
Leptosol+Phaeozem	2.5	Fluvisol+Phaeozem	5.5
Arenosol+Phaeozem+Cambisol	2.5	Phaeozem+Vertisol+Durisol	5.5
Arenosol+Cambisol	2.6	Phaeozem+Fluvisol	5.5
Lixisol+Phaeozem+Fluvisol	3.5	Phaeozem+Cambisol	5.6
Glevsol+Regosol	4.2	Phaeozem+Cambisol+Fluvisol	5.6
Fluvisol	5	Cambisol+Arenosol	6.2
Luvisol+Regosol	5.2	Cambisol+Leptosol	6.2
Fluvisol+Arenosol	5.2		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Determinación y distinción del indicador de impactos ecológicos preliminares potenciales (IIEPP) y del indicador de impactos ambientales potenciales (IIAP)

La metodología del valor índice medio (VIM) descrita por García de León (1989) consiste en transformar los datos originales en valores tipificados mediante cinco pasos. Primero, se determina la media aritmética y la desviación típica de cada conjunto de indicadores (relieve, litología y edafología); en seguida, se resta la media aritmética de cada valor y el resultado se divide entre la desviación típica. En tercer lugar, se asigna una “calificación” numérica a cada coeficiente en un rango entre 1 y 6 de acuerdo con los parámetros definidos por la metodología de García de León (ver Cuadro IV.8). El cuarto paso consiste en promediar los *scores* obtenidos en el paso anterior para obtener el valor índice medio (VIM); finalmente se forma una curva de distribución normal formando cinco grandes grupos “naturales” según su cercanía al promedio. La proyección cartográfica de estos resultados expresa el mismo efecto ocurrido al mapear el índice preliminar de impactos potenciales (iPIP) en el ámbito social, aunque de forma distinta. Desde el ámbito físico-geográfico, la combinación de los impactos sobre los elementos estructurales del paisaje (relieve y litología) y la cubierta edáfica, resalta la sensibilidad de los valles de depósitos aluviales ante cualquier alteración y disminuye la importancia de los efectos sobre las tierras agrícolas compuestas por brecha volcánica y tobas, con predominio de arenosoles.

Calificación	Rango de aplicaciones	Rango	Condición de Impactos Ambientales
1	< -1.0	1 < 2	Impactos muy inferiores al promedio
2	> -0.5 < -1.0	2 < 3	Impactos inferiores al promedio
3	> -0.5 < 0	3 < 4	Impactos cercanos al promedio
4	> 0 < 0.5	4 < 5	Impactos cercanos al promedio
5	> 0.5 < 1	5 < 6	Impactos superiores al promedio
6	> 1.0		

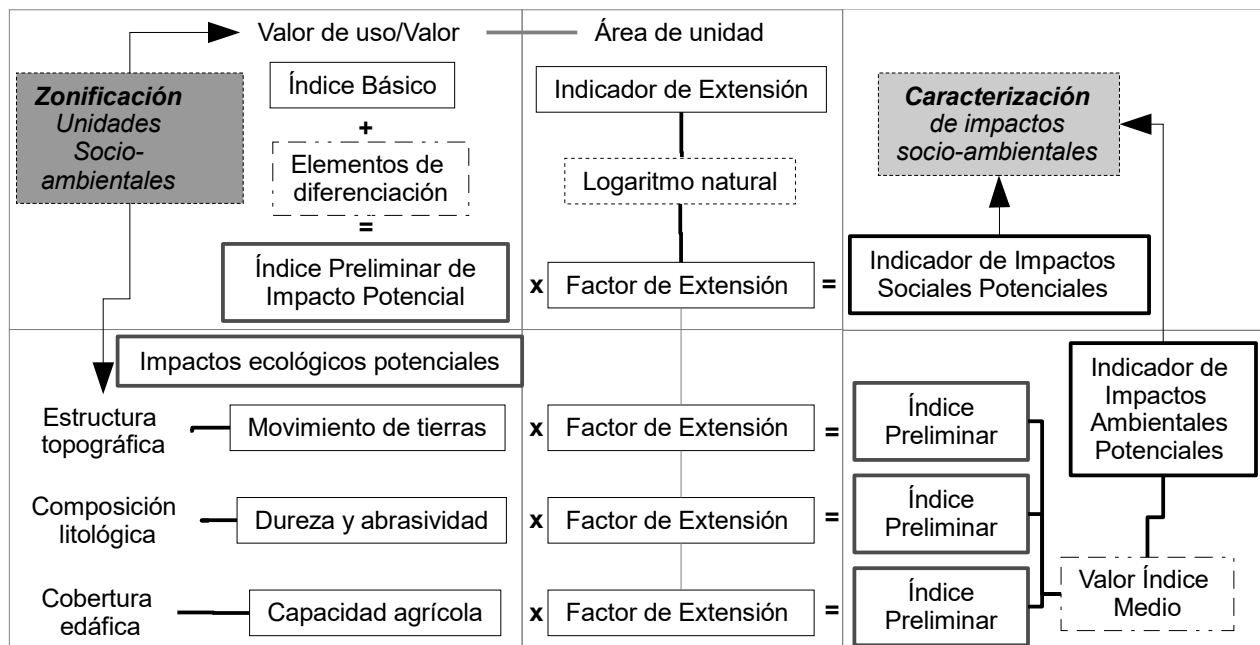
Fuente: Elaborado con base en García de León, 1989.

Por esta razón, a los impactos sobre el relieve, la litología y el suelo, se debe incorporar la extensión espacial de cada unidad socio-ambiental; tal y como se realizó al iPIP en el ámbito social (ver Figura 6). Aquí se establece una distinción fundamental en la conceptualización de los indicadores de la evaluación socio-ambiental: los resultados que no incorporan el factor de extensión (es decir, el área de cada unidad) se denominan índices preliminares de impactos potenciales ecológicos (iPIP-E); se trata de índices que no incorporan la extensión espacial de las unidades socio-ambientales. Aunque su determinación utiliza el enfoque del paisaje, no se pueden denominar *impactos paisajísticos* pues el paisaje siempre incorpora su dimensión espacial, por lo tanto, se trata de impactos ecológicos potenciales. Al aplicar el método del VIM a este conjunto de índices se obtiene también un *indicador de impactos ecológicos preliminares potenciales* (IIEPP). Los resultados que incorporan el factor de extensión, expresan el mérito fundamental de la ecología del paisaje: la incorporación de la extensión espacial en los estudios ecológicos; y para distinguirlo se emplea el concepto de *impacto ambiental*: índice de impacto ambiental (iIA). El impacto ambiental, incluye la extensión espacial de la dimensión paisajística. Una vez, incorporada la extensión espacial a cada unidad, se aplica nuevamente el método VIM, y así se obtiene el *indicador de impacto ambiental potencial* (IIAP) (ver Cuadro IV.9 y Mapa 13).

La comparación entre la proyección cartográfica de los impactos ecológicos potenciales (IIEPP) y la proyección cartográfica de los impactos ambientales potenciales (IIAP) muestra que, en términos generales, cuando se incorpora la extensión espacial de las unidades socio-ambientales, se resaltan los impactos sobre la dimensión ambiental del espacio. En el mapa 13, se aprecia claramente que en los índices e indicadores ecológicos (Mapa 13.I, 13.II, 13.III y 13.IV) predominan los tonos verdes, mientras que en los índices e indicadores ambientales (Mapas 13.1, 13.2, 13.3 y 13.4), predominan los tonos amarillos y naranjas. Lo cual permite concluir que desde una perspectiva estrictamente ecológica, los impactos sobre el relieve, la litología y el suelo podrían ser subvalorados; en cambio, la perspectiva geoecológica del paisaje favorece la evaluación socio-ambiental por dos razones: al mostrar la complejidad paisajística en términos de su extensión espacial, 1) facilita la

consideración de los impactos derivados de la fragmentación de las grandes extensiones de cultivo (agropaisajes) y 2) permite que, en caso de existir ambigüedades respecto de los impactos de carácter social, las unidades socio-ambientales puedan ser valoradas desde una perspectiva ambiental. A pesar de todo, este mapa de impactos ambientales aún no expresa lo que ocurriría si algún proyecto se emplazara sobre el área de evaluación, por ello se trata de impactos potenciales; para evaluar los impactos de un proyecto de infraestructura carretera específico es necesario incorporar tal proyecto al mapa de Unidades Socio-Ambientales. El insumo derivado de este análisis es el fundamento de la evaluación de impactos reales del LPP.

Figura 6. Síntesis metodológica para la determinación de los indicadores de impactos sociales y ambientales potenciales.



Fuente: Elaboración propia



Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

Cuadro IV.9. II – Indicador de Impacto Ambiental Potencial (IIAP)													
Índices originales			Extensión	Índice con Factor de Extensión			Índices Tipificados			Scores			VIM
3	4	5	A	3 x A	4 x A	5 x A	3x	4y	5z	3X	4Y	5Z	IIAP
Relieve	Geología	Suelo	Log (Area)	Relieve	Geología	Suelo	Relieve	Geología	Suelo	Relieve	Geología	Suelo	IIAP
3_	4_	5_	2_ID	3_Area	4_Area	5_Area	Fórmula = Valor – Promedio / Desviación			SI(Valor>1;6;SI(Valor>0.5;5;SI(Valor>0;4;SI(Valor>-0.5;3;SI(Valor>-1;2;SI(Valor<=-1;1;999999))))))			II_Area
Relieve	Geología	Suelo											
1			3.12	3.47	6.25	4.08	-1.452	-1.689	-2.103				-1.85
2	2	2	/	/	/	/	/	/	/				/
3	3	3	/	/	/	/	/	/	/	Se obtienen valores entre 1 y 6 que se promedian para obtener el VIM			/
4	4	4	/	/	/	/	/	/	/				/
5	5	5	/	/	/	/	/	/	/				/
6		6.2	16.43	89.36	79.72	89.59	5.954	3.720	3.932				4.06
2.4	3.5	4.1	Promedio	20.3	29.2	33.9							
1.2	1.4	1.5	Desviación	11.6	13.6	14.2							

Fuente: Elaboración propia.

**Mapa 13. Comparación de los índices y el indicador de impactos ecológicos preliminares potenciales (IIEPP) y los índices y el indicador de impacto ambiental potencial (IIAP)**

#### 4. Evaluación del proyecto: impactos socio-ambientales reales del Libramiento Poniente

Todos los mapas mostrados hasta ahora solo tenían una línea superpuesta, que indicaba el trayecto del proyecto; a partir de este momento se trabaja sobre mapas que incluyen un polígono de 40 metros de ancho a lo largo del trayecto, obtenido mediante un buffer de 20 metros por lado, que indica el área requerida por el Derecho de Vía (DV). Este nuevo polígono, que expresa la extensión de terreno que ocuparía la nueva infraestructura, es el objeto de la evaluación de impactos. Todo lo anterior constituye apenas una caracterización de impactos socio-ambientales que no puede confundirse ni con una evaluación ambiental (EA) ni con una evaluación de impactos (EI) como habitualmente ocurre. El derecho de vía constituye el fundamento de un nuevo elemento que será incorporado al paisaje y una nueva forma de apropiación y uso del espacio, que transformará las relaciones paisajísticas, geocológicas y socio-ambientales del área de estudio. Tales transformaciones serán evidentes en las unidades socio-ambientales próximas al derecho de vía, y quedarán ocultas temporalmente conforme aumente la distancia al proyecto; no obstante, las transformaciones ecológicas y sociales desencadenadas por esta *nueva forma de apropiación del suelo*, se harán patentes progresivamente sobre toda la región. Así como las autopistas ya existentes, este proyecto se convertirá en un elemento articulador del territorio; si se ha entendido bien, en términos de Henri Lefebvre (2013), implica que *transitará desde la representación del espacio hacia el espacio vivido: se convertirá en un elemento de la producción del espacio*.

Al incorporar el derecho de vía al mapa de Unidades Socio-Ambientales mediante la función *Identity* en algún Sistema de Información Geográfica (en este caso se utilizó ArcMap), se genera un nuevo *shapefile* al que se nombra *Evaluación\_SocioAmbiental*. Este nuevo archivo presenta 179 polígonos nuevos, equivalentes al número de unidades socio-ambientales modificadas directamente. En la *Tabla de Atributos*, a todos ellos se les asigna una nueva leyenda (en la columna *Leyenda1*), compuesta por el prefijo “*Proyecto sobre*”, seguido de la forma de apropiación y uso del suelo que impacta; de igual forma, se les asigna el identificador 56 (en la columna *ID\_Ley\_1*) pues se trata de una nueva unidad socio-ambiental inexistente hasta ahora (ver Cuadro IV.2); por último, en las *Propiedades de la Capa*, a este nuevo identificador se le asigna el nombre “*Derecho de Vía del Proyecto Libramiento Poniente*”. Además de las modificaciones realizadas directamente sobre los nuevos polígonos, el *derecho de vía* ha transformado el área de los polígonos que atraviesa, de forma que es necesario recalcular el área de todos los polígonos de esta nueva capa; y al modificar la extensión de los polígonos es necesario recalcular todos los índices generados en la caracterización de impactos realizada previamente. Se transita así, desde el *escenario actual* hacia un *escenario hipotético* que debe ser reconstruido por la ciencia,

#### *Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

conocido por la población afectada y discutido por toda la sociedad: el proceso de evaluación, en el amplio sentido del término, incluye estos tres ámbitos, y no debe restringirse a ninguno de ellos.

Todas estas modificaciones son imprescindibles no solo para evaluar en términos socio-ambientales los impactos de la infraestructura carretera, sino para la evaluación ambiental de cualquier tipo de proyectos. Sin embargo, **ninguna de las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) y menos aún las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) revisadas durante el diseño de esta propuesta, reportan este tipo de modificaciones a los archivos sobre los que se efectúa la evaluación.** Pero aún si existieran metodologías que incorporen la transformación espacial en la elaboración de EIA o MIA, lo verdaderamente grave es la ambigüedad de estos criterios en la legislación en materia de impacto ambiental, así como en las guías y manuales oficiales que detallan los criterios para integrar y elaborar las MIA. El manual elaborado por SEMARNAT que señala las características que debe presentar la MIA Regional, resalta que el “análisis de los impactos ambientales” debe “expresar la diferencia entre las condiciones ambientales esperadas en el SAR [Sistema Ambiental Regional], ante la eventualidad de que éste [el proyecto] no se realice, y aquellas otras que se prevé ocurran, como consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto” (Sernarnat, s/r:32; subrayado añadido).

Las guías especializadas en proyectos de vías de comunicación, por su parte, buscan revertir tal ambigüedad al indicar que “en el escenario ambiental regional actual [se] insertará el proyecto” para “la construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en la zona de estudio” (DGIRA, 2002a:26), y que “con apoyo en la información del diagnóstico ambiental [...] se elaborará el escenario ambiental en el cual se identificarán los impactos que resultarán al insertar el proyecto en el área de estudio” (DGIRA, 2002b:67). Sin embargo, también refuerzan el supuesto de la construcción del proyecto como un hecho; y muestran que el objetivo de la MIA, en el mejor de los casos, se reduce a pronosticar los daños que ocasionará la infraestructura sobre el ambiente. Por ello se insiste en que, más importante que la exactitud de la información obtenida, que la complejidad de los métodos para sistematizarla e incluso que la solidez de los marcos teóricos empleados en su análisis, para realizar la evaluación de impacto de una infraestructura, simplemente es necesario evaluar la infraestructura. Esta es otra razón que sustenta la necesidad de transitar de la *evaluación del ambiente* hacia la *evaluación de la infraestructura*, descrita en el primer capítulo. En esta propuesta, el objeto de la evaluación es el proyecto de infraestructura (no el ambiente); su objetivo es la *evaluación del proyecto realizada sobre la caracterización de los impactos sobre las unidades socio-ambientales*, y no, como generalmente ocurre, *la evaluación del ambiente basada en la caracterización del proyecto*. Después de enfatizar sobre este aspecto central de la

propuesta metodológica, se continúa con la descripción de la metodología desarrollada para la evaluación de los impactos socio-ambientales del proyecto Libramiento Poniente de Puebla (LPP) sobre las unidades socio-ambientales en el área de evaluación.

#### **4.1 Asignación del índice de distancia al proyecto (iDP): factor de impacto (FI)**

Una vez que se incorpora un polígono que represente el derecho de vía en el área de evaluación, que se recalcula la extensión de las unidades socio-ambientales y que se modifican todos los indicadores elaborados durante la caracterización de impactos socio-ambientales (logaritmo natural de la extensión, el impacto socio-ambiental, sus índices Z; los índices tipificados, las calificaciones y el VIM de la evaluación ambiental), se efectúa el cálculo de la distancia de los polígonos que se encuentran en un radio de mil metros (1 km) respecto al derecho de vía, lo cual puede realizarse mediante la herramienta *NEAR* de *ArcMap*. Para sustentar la elección de un radio de 1 km, se consultaron artículos científicos recientes que discuten el tema, como la investigación sobre las implicaciones epidemiológicas de la contaminación del aire y el ruido derivadas del tráfico carretero en Londres (Fetch *et al.*, 2016), la cual reseña el debate científico sobre la unidad espacial óptima para medir las correlaciones entre estas dos variables. El análisis deja claro, que es común utilizar una distancia de 1 km en los análisis de ruido y de 400 m para los análisis de concentración de partículas finas (Sioutas, 2011). De este modo, se concluyó que el radio de 1 km permite evaluar una amplia variedad de impactos.

Al proyectar cartográficamente los resultados de la herramienta *NEAR* mediante su tipificación en valores Z, equivalente a la desviación estándar, se obtiene: 1) el Área de Impactos Directos (AID) -compuesta por todas las unidades socio-ambientales localizadas a menos de 1 km de distancia del derecho de vía; y 2) el Área de Impactos Indirectos (AII<sub>D</sub>) -que incluye todas las unidades localizadas a más de 1 km. Para diferenciarlas con claridad, a todos los polígonos con valores negativos de la columna *NEAR\_dist* (que resulta de aplicar la herramienta *NEAR*) que corresponden al área de influencia indirecta, se les asigna un color verde claro (*tzavorite green*), que indica que en esta área los impactos sociales y ambientales permanecen constantes; en una columna nueva (nombrada “Índice de Distancia al Proyecto” [iDP]) se asigna el índice -1, a los polígonos que presentan índices Z iguales a -0.34. En seguida, se diferencian los polígonos con índices cero, que corresponden al Área de Impactos Inmediatos (AII<sub>M</sub>), donde los impactos sociales y ambientales calculados anteriormente serán amplificados; a esta área, compuesta por las Unidades Socio-Ambientales atravesadas o fragmentadas por el proyecto, se asigna el iDP -0.4 y el color *mars red*. Por otro lado, las unidades socio-ambientales que corresponden al derecho de vía (que también presentan índices iguales a cero) se les asigna el

íDP -0.5 y el color *tuscan red*. Por último, el iDP correspondiente al Área de Impactos Directos (AID) se asigna a partir de los valores Z tipificados, tal como se observa en la tabla IV.10. A partir de este procedimiento, se puede asignar un factor de impacto (FI) a cada unidad socio-ambiental en el área de evaluación (ver Cuadro IV.10 y Mapa 14a).

Cuadro IV.10. Determinación del indicador de distancia al proyecto y el factor de impacto según la distancia al derecho de vía							
Tipo de Impactos	Descripción de los Impactos	Propiedades		Procedimiento para determinar el indicador de distancia			
		Distancia al proyecto (m)	Color	Índice de Distancia Near_dist	Índice Z Tipificados	Índice de distancia [iDP]	Factor de Impacto [FI]
INDIRECTOS		Mayor a 1,000	Tzavorite green	-1	-0.34	-1	1.0
DIRECTOS	Ligeros	744.8 – 999.99	Peridot green	744.8 – 999.99	3 – 5	3 – 5	1.1
	Menores	522.2 – 744.7	Solar yellow	522.2 – 744.7	2 – 3	2 – 3	1.2
	Medios	301.0 – 522.1	Electron gold	301.0 – 522.1	1 – 2	1 – 2	1.3
	Fuertes	0.900 – 300.0	Fire red	0.900 – 300.0	-0.34 – 1	-0.34 – 1	1.4
INMEDIATOS	U. fragmentadas	0	Mars red	0	-0.34	-0.4	1.5
	Derecho de vía	0	Tuscan red	0	-0.34	-0.5	

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Determinación del indicador de impactos sociales y ambientales reales (IISAR)

El factor de impacto que resulta del esquema anterior, permite asignar a cada polígono un indicador que señala su distancia al derecho de vía del proyecto; este indicador permite determinar que las Unidades Socio-Ambientales convertidas en el derecho de vía o atravesadas por él, reciben mayor impacto que aquellas que se encuentran a más de 1 km de distancia, donde los impactos permanecen constantes. Para determinar el indicador de impactos sociales y ambientales reales del proyecto (IISAR) se aplica este Factor de Impacto a los indicadores de impacto sociales (IIS) y ambientales (IIA), caracterizados como *impactos reales* cuando se determinan sobre la zonificación socio-ambiental que incluye el derecho de vía y, sobre esta nueva zonificación, se recalcula el área de las unidades socio-ambientales. Como ya se apuntó, es muy importante comprender la distinción entre los *impactos sociales y ambientales calculados sin el derecho de vía* (denominados impactos potenciales), que sirven para caracterizar y determinar los impactos socio-ambientales potenciales del área de evaluación; y los *impactos sociales y ambientales calculados con el derecho de vía* (denominados impactos reales), que permiten realizar la evaluación socio-ambiental del proyecto y calcular los impactos reales del proyecto. Cualquier confusión entre estos dos niveles de impactos puede conducir a que *la evaluación del*

Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

escenario resultante se realice con base en el escenario actual, es decir, a partir de los impactos potenciales y no de los impactos reales. Obviar esta distinción fundamental “cuestiona radicalmente la utilidad de la EIA y puede incluso desvirtuar radicalmente la calidad del ejercicio de EIA realizado” (Semarnat, s/r:31).

Cuadro IV.11. Grados de intensidad real de los impactos sociales y ambientales de acuerdo con la desviación estándar de los valores Z						
Factor de Impacto	1 x A' (IISR) Impacto social real	III_1_Dist_Social Índice Original	III_1_Z Índice Z Tipificados	Desviación estándar	Intensidad real de los impactos sociales	Categorías del IISR
1.0		17 – 49	-2.81 – -1.58	Menos de -1.5	Muy bajos	Bajos (1)
1.1		49 – 76	-1.58 – -0.54	-1.5 – -0.5	Bajos	
1.2	17,336 polígonos con un rango valores de 11.7 al 184.8	76 – 103	-0.54 – 0.49	-0.5 – 0.5	Medios bajos	Medios (2)
1.3		103 – 130	0.49 – 1.53	0.5 – 1.5	Medios altos	
1.4		130 – 158	1.53 – 2.57	1.5 – 2.5	Altos	Altos (3)
1.5	158 – 241	2.57 – 5.76	Más de 2.5	Muy Altos		
Factor de Impacto	IIAR Impacto ambiental real	III_2_Dist_Ambiental Valores Originales	III_2_Z Valores Z Tipificados	Desviación estándar	Intensidad real de los impactos ambientales	Categorías del IIAR
1.0		1 – 2	-2.03 – -1.17	Menos de -1.5	Muy bajos	Ligeros (1)
1.1		2.1 – 3.3	-1.17 – -0.17	-1.5 – -0.5	Bajos	
1.2	17,336 polígonos con un rango valores de 1 al 9	3.33 – 4.5	-0.17 – 0.82	-0.5 – 0.5	Medios bajos	Medianos (2)
1.3		4.6 – 5.6	0.82 – 1.82	0.5 – 1.5	Medios altos	
1.4		5.8 – 6.6	1.82 – 2.50	Más de 1.5	Altos	Fuertes (3)
1.5	6.8 – 9	2.50 – 4.30	Más de 2.5	Muy Altos		

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el indicador de impactos sociales y ambientales reales, es necesario tipificar como índices Z los resultados de multiplicar los impactos sociales y ambientales reales por el Factor de Impacto; y posteriormente, agruparlos de acuerdo con su desviación estándar. Así se obtiene una escala de seis grados de intensidad que van de *Muy Bajos* hasta *Muy Altos*, tanto para los impactos sociales como para los impactos ambientales (ver Cuadro IV.11). Los resultados de la intensidad de impactos se muestran en el mapa 14b y 14c. Para lograr un solo producto cartográfico que sintetice lo impactos socio-ambientales, los rangos de intensidad se re-agrupan en solo tres categorías. Para cualificar los impactos en la dimensión social, se utilizan referencias de tamaño: alto, medio y bajo, que constituyen las categorías del indicador de impactos sociales reales (IISR). Para la dimensión ambiental se emplean referencias de peso y consistencia: ligero, mediano y fuerte, que constituyen las categorías del indicador de impactos ambientales reales (IIAR). Las posibles combinaciones de estas seis categorías conformarán el indicador de impacto socio-ambiental real (IISAR), cuyas diferencias, resultan de la

*Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

*desviación típica* o *desviación estándar*, es decir, de la *dispersión* o la *lejanía* de los índices respecto de su *media aritmética* o su *promedio*.

Para generar un solo mapa que muestre los impactos socio-ambientales se asigna un índice a cada categoría de impactos (entre 1 y 3) y se ordenan ambas columnas de forma ascendente; una forma de conceptualizar visualmente la combinación impactos, que señala los grados de intensidad, es mediante una matriz simple que combina tres *entradas verticales* y tres *entradas horizontales*, de la cual resultan nueve *elementos* o combinaciones. La clasificación que resulta de las distintas combinaciones tiene en cuenta que ciertas combinaciones pueden ser equivalentes: por ejemplo *Altos-Ligeros* es similar a *Bajos-Fuertes*, de manera que no se puede asignar un índice mayor a ninguna de las dos. Para resolver estas ambigüedades, es preciso tener en cuenta que en este nivel de la evaluación, los impactos se diferencian por sus cualidades y no por sus cantidades: denotan grados de intensidad. De esta forma, cada combinación se *cualifica* de forma específica (por ejemplo, *Moderados*, *Medianos*, *Medios*) y a cada cualificación se asigna un índice que denote orden pero no jerarquías; en este caso se han utilizado los números romanos (ver Cuadro IV.12). Los resultados del IISAR se muestran en el Mapa 16a.

**Cuadro IV.12. Cualificación de los indicadores de impactos socio-ambientales reales (IISAR) de acuerdo con la combinación de intensidad de impactos**

<i>Grados de Intensidad</i>	1. Impactos Sociales Bajos	2. Impactos Sociales Medios	3. Impactos Sociales Altos
1. Impactos Ambientales Ligeros	Débiles <i>Tzavorite Green</i> I	Bajos <i>Quetzal Green</i> III	Medianos <i>Electron Gold</i> VI
2. Impactos Ambientales Medianos	Ligeros <i>Macaw Green</i> II	Medios <i>Solar Yellow</i> V	Graves <i>Fire Red</i> VIII
3. Impactos Ambientales Fuertes	Moderados <i>Citroen Yellow</i> IV	Intensos <i>Flame Red</i> VII	Severos <i>Poinsettia Red</i> IX

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, a estas cualificaciones se agregan los tipos de impactos (inmediatos, directos e indirectos) que permiten diferenciar, por ejemplo, los impactos severos que ocurren de manera inmediata, de aquellos que se manifiestan de manera indirecta (ver Cuadro IV.13). Su proyección cartográfica sería un insumo fundamental para el diseño de la estrategia de prevención y mitigación de impactos generados por el Libramiento Poniente de Puebla (LPP), ya que muestra con claridad las unidades socio-ambientales que concentran los impactos severos, graves e intensos inmediatos, es decir, las áreas donde las medidas de mitigación de los impactos generados resultarían urgentes e impostergables. Sin embargo, la naturaleza de este mapa evidencia los



Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

impactos socio-ambientales reales de la construcción de la infraestructura vial, es decir, visibiliza la porción de los costos asumidos por el promotor del proyecto vial (en el área de impactos inmediatos) y aquellos costos que serán absorbidos por las estructuras ambientales y sociales de forma directa e indirecta. Por esta razón, más allá de señalar los lugares donde debiera concentrarse la mitigación de impactos, que constituye el núcleo en torno del cual se desarrolla la cartografía para la evaluación de impactos, la *importancia socio-ambiental real* de este mapa es que invita a detonar un proceso de evaluación social, con amplia participación de la población, para determinar si vale la pena asumir los costos del deterioro socio-ambiental que implica este proyecto.

Cualificación de Impactos	ID	Tipos de Impactos y superficie afectada (m <sup>2</sup> )								Total		
		Inmediatos		Directos		Indirectos						
I. Débiles	1	I.A	6,240.0	0.0	I.B	252,063.4	0.2	I.C	4,408,310.2	1.0	4,666,613.6	0.7%
II. Ligeros	2	II.A	70,858.7	0.1	II.B	1,783,197.6	1.5	II.C	16,597,562.9	3.7	18,451,619.2	2.9%
III. Bajos	3	III.A	8,273.1	0.0	III.B	658,711.5	0.6	III.C	1,250,967.6	0.3	1,917,952.2	0.3%
IV. Moderados	4	IV.A	23,754.1	0.0	IV.B	1,133,775.9	1.0	IV.C	19,550,459.4	4.4	20,707,989.5	3.2%
V. Medios	5	V.A	474,225.7	0.7	V.B	45,084,859.0	38.6	V.C	5,061,457.9	1.1	50,620,542.7	8.0%
VI. Medianos	6	VI.A	2,179,357.8	3.1	VI.B	13,054,859.1	11.2	VI.C	247,998,213.3	55.6	263,232,430.3	41.6%
VII. Intensos	7	VII.A	17,632.1	0.0	VII.B	10,037,092.0	8.6	VII.C	12,555,484.3	2.8	22,610,208.4	3.5%
VIII. Graves	8	VIII.A	5,428,088.7	7.8	VIII.B	563,002.2	0.5	VIII.C	1,161,789.3	0.3	7,152,880.2	1.1%
IX. Severos	9	IX.A	61,230,828.4	88.2	IX.B	44,144,336.9	37.8	IX.C	137,056,467.1	30.8	242,431,632.4	38.3%
<b>Total</b>			69,439,258.7	100.0		116,711,897.6	100.0		445,640,712.0	100.0	631,791,861.5	

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro IV.13, también muestra la superficie afectada por cada tipo de impactos. Muestra por ejemplo, que la modificación del uso de suelo sobre 244 ha para establecer el derecho de vía del proyecto, incide de manera inmediata sobre 6,943 mil hectáreas, donde produce impactos graves y severos sobre 96% de las unidades socio-ambientales que atraviesa. A su vez, estos impactos inciden de forma directa sobre las 11,671 hectáreas que se encuentran a menos de 1 km de distancia del derecho de vía, donde el 96.2% de las unidades socio-ambientales tendrán impactos medios (38.6%), medianos (11.2%), e intensos (8.6%) y severos (37.8%); finalmente, incidirá de manera indirecta sobre 44,564 hectáreas donde los impactos medianos y severos se concentran sobre 86.4% de las unidades socio-ambientales. En total, el proyecto tendría impactos severos sobre 38% del área afectada (24,243 ha) de manera inmediata, directa e indirecta e impactos, impactos medianos sobre 41.6% (26,323 ha) y sus impactos serían débiles sólo sobre 466 hectáreas y ligeros sobre 191 ha. Con un marco cartográfico y estadístico como éste, podrían evaluarse distintos trazos hasta encontrar el trazo óptimo, donde los impactos débiles, ligeros y bajos concentren la mayor cantidad de extensión posible y

*Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

los impactos severos se reduzcan al máximo. Como se puede observar en este caso, los impactos intensos y graves solo concentran 4.6% de la superficie, de modo que sería probable que con algunas modificaciones, este proyecto pudiera disminuir sus impactos considerablemente. Aunque la investigación permite generar una propuesta en este sentido, se trata de un resultado que la tesis no desarrolla.

Con estos productos cartográficos (Mapa 14 y Mapa 16a) se podría dar por concluido el proceso de evaluación del proyecto. Sin embargo, antes de visualizar el mapa final y proceder a la sistematización (caracterización y cuantificación) de los impactos generados por el proyecto, el último paso de la propuesta de evaluación consiste en incorporar las sinergias con otros proyectos de infraestructura; en este caso se evalúan las sinergias con el Proyecto Integral Morelos que también atraviesa el área de evaluación. Pero antes de concluir este apartado, se incluyen los cuadros que muestran los cálculos de los impactos reales del proyecto, realizados sobre la zonificación socio-ambiental que incluye el derecho de vía, es decir, a partir de 17,336 polígonos; ya que estos cuadros muestran la base sobre la que se realiza la evaluación de las sinergias con el Proyecto Integral Morelos (ver Cuadro IV.14, Cuadro IV.15 y Cuadro IV.16).

**Cuadro IV.14. III' – Indicadores de impactos socio-ambientales reales (IISAR), incluyendo derecho de vía del proyecto LPP. Determinación del índice de distancia al proyecto (iDP) y el factor de impacto (FI) y asignación de tipo de impactos**

1 x A'	VIM 2'	NEAR 1 km	Valor Z	III	III'	Distancia
Impacto Social c/Evaluación	Valor índice medio c/evaluación	Distancia Autopista	Autopista c/Evaluación	Índice de Distancia [iDP]	Factor de Impacto [FI]	Tipo de Impactos
<i>I_Social_Ev</i>	<i>II_Area_Ev</i>	<i>Autop_Dist</i>	<i>III_Dist_Z</i>	<i>III_Dist_Z</i>	---	<i>TipolImpact</i>
11.710	1.0	-1.0	-0.34	-1.0	1.0	Indirectos
/	/	0	-0.34	-0.4 v -0.5	1.5	Inmediatos
/	/	0.615 – 300.0	-0.34 - 0.99	-0.34 - 0.99	1.4	Directos
/	/	301.0 – 522.1	0.99 – 1.99	0.99 – 1.99	1.3	
/	/	522.2 – 744.7	1.99 – 2.99	1.99 – 2.99	1.2	
184.821	6	744.8 – 999.83	3 – 4.13	3 – 4.13	1.1	
<i>Promedio</i>		76.09				
<i>Desviación</i>		223.70				

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, resulta importante repasar nuevamente la estructura metodológica desarrollada hasta este punto; al agregar el derecho de vía sobre el *escenario actual* del área de evaluación, se modifica la cantidad, forma y área de diversas unidades de la zonificación socio-ambiental, lo que permite efectivamente iniciar la evaluación de un *escenario hipotético* que resultaría si el proyecto evaluado efectivamente se insertara sobre el área de evaluación. Como se observa en la Figura 7, con base en este *escenario hipotético* se exploró la

Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

evaluación de la infraestructura a partir de la cercanía de las unidades socio-ambientales al proyecto, mediante el índice de Distancia al Proyecto (iDP). Durante el desarrollo de la metodología, otra forma de evaluación se dirigió también hacia el cálculo del *índice de fragmentación* (iF); no obstante este camino se desechó debido a la excesiva complejidad que resultaba al integrar el iDP y el iF en un solo producto cartográfico, particularmente cuando se incorporaba la sinergia de otros proyectos. De tal forma, el siguiente apartado repite la metodología de evaluación del Proyecto Integral Morelos mediante el iDP, y posteriormente vincula los resultados en un solo producto cartográfico.

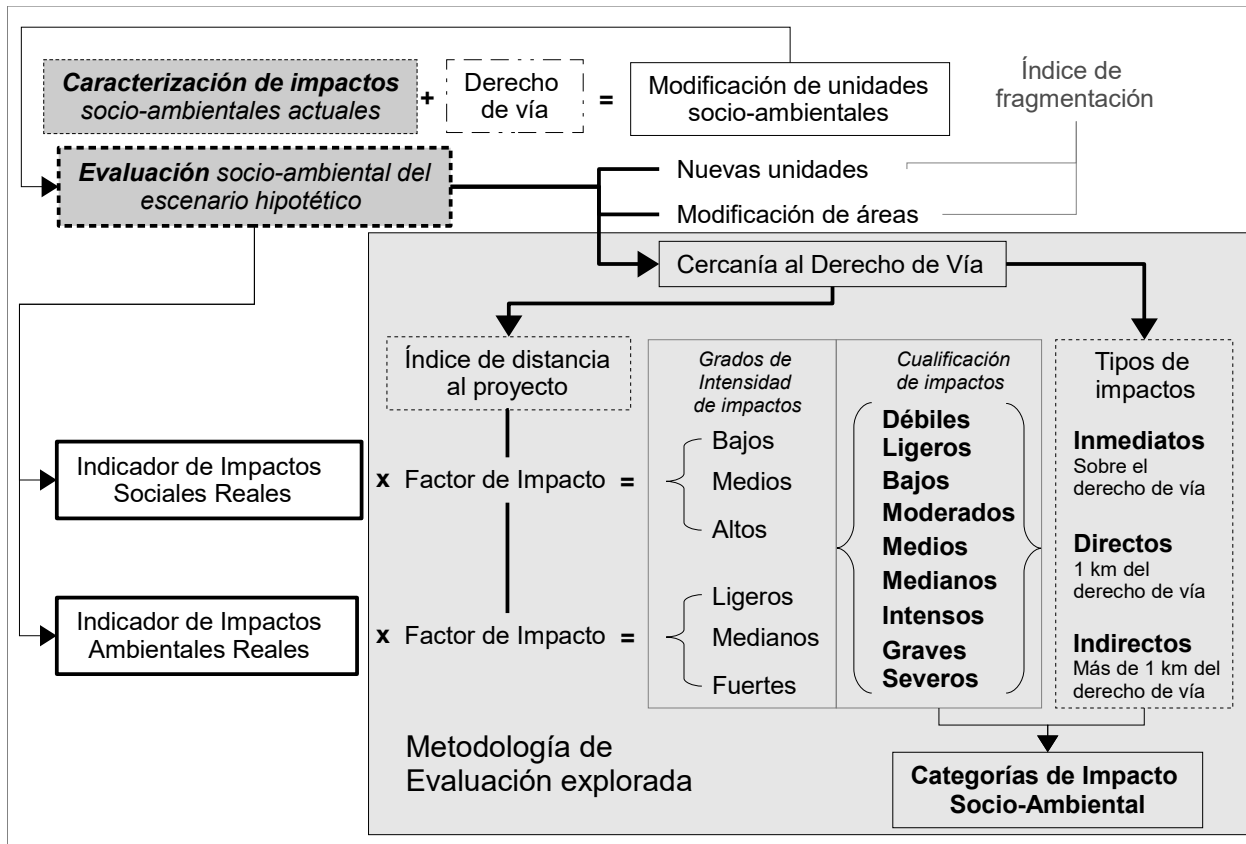
Cuadro IV.15. III' – Índice de Impacto Socio-Ambiental del Proyecto Libramiento Poniente. Parte I				
Determinación del Grado de Intensidad de los Impactos				
III' x (1 x A')	III' x (VIM 2')	Valor Z		Grado de Intensidad
Impacto Social del Proyecto	Impacto Ambiental del Proyecto	Impacto Social del Proyecto	Impacto Ambiental del Proyecto	
<i>III 1 Dist</i>	<i>III 2 Dist</i>	<i>III 1 Z</i>	<i>III 2 Z</i>	---
17.56	1.00	-2.81 – -1.58	-2.03 – -1.17	Bajos
/	/	-1.58 – -0.54	-1.17 – -0.17	Medios
/	/	-0.53 – 0.49	-0.17 – 0.82	
/	/	0.49 – 1.54	0.82 – 1.82	
/	/	1.54 – 2.49	1.82 – 2.50	Altos
241.59	9.00	2.50 – 5.76	2.50 – 4.30	
90.97	3.53			
26.14	1.25			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV.16. III' – Índice de Impacto Socio-Ambiental del Proyecto Libramiento Poniente. Parte II							
Determinación de las Cualificación de Impactos					Combinación c/ tipos de Impactos		
Valor Z	Social	Valor Z	Ambiental	Cualificación	Tipo de Impactos		
Impacto Social del Proyecto	Grado de Intensidad	Impacto Ambiental del Proyecto	Grado de Intensidad	Combinación de Intensidad	A. Indirectos	B. Inmediatos	C. Directos
<i>III 1 Z</i>	---	<i>III 2 Z</i>	---	<i>III ImSA R</i>	<i>III_Dist_Z</i>		
					-1.0	-0.4 v -0.5	-0.34 - 4.13
-2.81 – -0.54	1. Bajos	-2.03 – -0.17	1. Ligeros	I Débiles	I.A	I.B	I.C
	1. Bajos	-0.17 – 1.82	2. Medianos	II Ligeros	II.A	II.B	II.C
	1. Bajos	1.82 – 4.30	3. Fuertes	IV Moderados	III.A	III.B	III.C
-0.53 – 1.54	2. Medios	-2.03 – -0.17	1. Ligeros	III Bajos	IV.A	IV.B	IV.C
	2. Medios	-0.17 – 1.82	2. Medianos	V Medios	V.A	V.B	V.C
	2. Medios	1.82 – 4.30	3. Fuertes	VII Intensos	VI.A	VI.B	VI.C
1.54 – 5.76	3. Altos	-2.03 – -0.17	1. Ligeros	VI Medianos	VII.A	VII.B	VII.C
	3. Altos	-0.17 – 1.82	2. Medianos	VIII Graves	VIII.A	VIII.B	VIII.C
	3. Altos	1.82 – 4.30	3. Fuertes	IX Severos	IX.A	IX.B	IX.C

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Síntesis metodológica para la determinación de las categorías de impacto socio-ambiental



Fuente: Elaboración propia

**Mapa 14. Impactos sociales y ambientales reales derivados del Libramiento Poniente de Puebla**

## 5. Impactos sinérgicos del Libramiento Poniente de Puebla con el gasoducto Proyecto Integral Morelos

Para incorporar las sinergias derivadas de la construcción de otros proyectos de infraestructura, en este caso del Proyecto Integral Morelos (PIM), se realiza el mismo procedimiento de cálculo de distancia mediante la herramienta NEAR, su tipificación en valores Z, su modificación y la asignación del factor de impacto de acuerdo con la distancia de los polígonos al proyecto; pero nuevamente, todas estas modificaciones se realizan sobre un nuevo archivo que resulta de integrar un polígono de 25 metros de ancho que representa al derecho de vía del PIM (ver Cuadro IV.17). Sobre este nuevo archivo, nombrado *Evaluación\_Sinergias\_PIM*, se realizan los nuevos cálculos de la extensión de las unidades socio-ambientales y la modificación de los indicadores de impacto ambiental y social; es decir, que para construir aquello que la MIA denomina *escenario ambiental resultante*, es necesario construir progresivamente un archivo que exprese, en este último paso, las condiciones generadas por las sinergias entre distintos proyectos (el LPP y el PIM en este caso), lo que en términos simples equivale a repetir todo el ejercicio, una vez más. Es importante contemplar estas modificaciones antes de calcular la distancia de los polígonos al derecho de vía del PIM con la herramienta NEAR, para conocer el área de impactos inmediatos, directos e indirectos de forma precisa.

Cuadro IV.17. Tipos de impactos reales del PIM de acuerdo con su distancia al proyecto							
Tipo de Impactos	Descripción de los Impactos	Propiedades		Procedimiento para la tipología de impactos			
		Distancia al proyecto (m)	Color	Columna Near_dist	Valores Z Tipificados	Índice de Distancia (iDP)	Factor de Impacto (FI)
INDIRECTOS		Mavor a 1.000	Tzavorite Green	-1	-0.23	-1	1.0
	Ligeros	515 – 999	Peridot Green	519.7 – 999.2	3 – 5	3 – 5	1.1
DIRECTOS	Menores	359 – 517	Solar Yellow	359.7 – 516.4	2 – 3	2 – 3	1.2
	Medios	193 – 359	Electron Gold	198.4 – 356.1	1 – 2	1 – 2	1.3
	Fuertes	0.4 – 193	Fire Red	0.4 – 192.6	-0.21 – 1	-0.22 – 1	1.4
	Unidades fragmentadas	0	Mars Red	0	-0.22	-0.4	
INMEDIATOS	Derecho de Vía	0	Tuscan Red	0	-0.22	-0.5	1.5
	Confluencia de Proyectos	0	Tuscan Red	0	-0.22	-0.6	

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia principal que existe en este nuevo archivo, es la confluencia de los impactos inmediatos derivados de dos proyectos distintos: una carretera y un gasoducto; con el fin de resaltar esta nueva categoría de impactos, se le asigna un índice Z modificado de -0.6. El siguiente paso consiste, nuevamente, en aplicar el factor de impacto a los índices de las columnas impacto social real e impacto ambiental real (ver Cuadro IV.18);

Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

de esta manera, se obtienen dos mapas que, de manera independiente, expresan los impactos sociales y los impactos ambientales reales, es decir, aquellos producidos por la construcción del PIM en el área de evaluación (ver Mapa 15b y 15c). Sin embargo, el aspecto fundamental de estos mapas es que permiten asignar el grado de intensidad de los impactos (sociales y ambientales) a cada unidad socio-ambiental, a partir de la tipificación de los índices *originales* como índices Z y su jerarquización de acuerdo con la desviación estándar.

Cuadro IV.18. Grados de intensidad real de los impactos sociales y ambientales del PIM de acuerdo la desviación estándar de los valores Z						
Factor de Impacto	1 x A" (IISR) Impacto Social Real	III_1_Dist_Social Índice original	III_1_Z Índice Z Tipificados	Desviación estándar	Intensidad real de los impactos sociales	Categorías del IISR
1.0		11.7 – 23.8	-3.07 – -2.58	Menos de -2.5	Muy bajos	Bajos
1.1		24.2 – 49.5	-2.58 – -1.57	-2.5 – -1.5	Bajos	
1.2	17,444 polígonos con un rango valores de 11.7 al 224.1	49.6 – 74.5	-1.57 – -0.56	-1.5 – -0.5	Medios bajos	Medios
1.3		74.7 – 99.7	-0.56 – 0.43	0.5 – 0.5	Medios	
1.4		99.9 – 125.2	0.44 – 1.44	0.5 – 1.5	Medios altos	
1.5		125.2 – 150.6	1.45 – 2.45	1.5 – 2.5	Altos	
		150.7 – 224.1	2.45 – 5.37	Más de 2.5	Muy Altos	Altos
Factor de Impacto	IIAR Impacto ambiental real	III_2_Dist_Ambiental Índice original	III_2_Z Índice Z Tipificados	Desviación estándar	Intensidad real de los impactos ambientales	Categorías del IIAR
1.0		1 – 2	-2.11 – -1.17	Menos de -1.5	Muy bajos	Ligeros
1.1		2.1 – 3.2	-1.17 – -0.18	-1.5 – -0.5	Bajos	
1.2	17,444 polígonos con un rango valores de 1 al 6	3.2 – 4.3	-0.18 – 0.80	-0.5 – 0.5	Medios bajos	Medianos
1.3		4.4 – 5.5	0.80 – 1.78	0.5 – 1.5	Medios altos	
1.4		5.6 – 6.6	1.78 – 2.77	1.5 – 2.5	Altos	
1.5		6.8 – 9	2.77 – 4.79	Más de 2.5	Muy Altos	

Fuente: Elaboración propia.

Como en el ejercicio anterior, para simplificar el proceso de vinculación de impactos, las categorías resultantes se reducen a tres y se cualifican de formas diferentes para distinguir los impactos sociales de los impactos ambientales. Finalmente, se interrelacionan ambas columnas en una matriz en la que se asignan nuevas cualificaciones y un indicador que denote orden pero no jerarquía (ver Cuadro IV.19). Para concluir la última etapa de la valoración del PIM, se combinan los tres tipos de impactos (inmediatos, directos e inmediatos) con las nueve cualificaciones de intensidad que expresan a su vez, las distintas combinaciones de impactos sociales y ambientales. Los 27 valores resultantes constituyen los impactos socio-ambientales reales del PIM y, aunque la base de datos contenga el índice exacto de cada unidad, los resultados se visualizan con mayor nitidez, mediante la sobreposición del mapa de tipos de impactos (con una transparencia del 50%) y el mapa de

*Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

calificación de impactos. Sin embargo, nuevamente, antes de visualizar este mapa, se describe el procedimiento para generar el mapa de sinergias entre ambos proyectos; que surge en primer instancia de la combinación de los grados de intensidad de los impactos socio-ambientales de cada proyecto.

Cualificaciones	I.Débiles	II.Ligeros	III.Bajos	IV. Moderados	V.Medios	VI.Medianos	VII.Intensos	VIII.Graves	IX.Severos
I. Débiles	1	2	4	7	11	16	22	29	37
II. Ligeros	2	3	5	8	12	17	23	30	38
III. Bajos	4	5	6	9	13	18	24	31	39
IV. Moderados	7	8	9	10	14	19	25	32	40
V. Medios	11	12	13	14	15	20	26	33	41
VI. Medianos	16	17	18	19	20	21	27	34	42
VII. Intensos	22	23	24	25	26	27	28	35	43
VIII. Graves	29	30	31	32	33	34	35	36	44
IX. Severos	37	38	39	40	41	42	43	44	45

Fuente: Elaboración propia.

Tipos de Impactos	Indirectos	Directos	Inmediatos
Indirectos	A	B	D
Directos	B	C	F
Inmediatos	D	F	F

Fuente: Elaboración propia.

Para facilitar la combinación de impactos sinérgicos, en un principio, se sustraen los tipos de impactos y solamente se combinan las nueve cualificaciones de impactos socio-ambientales; para ello, se utiliza una matriz cuadrada de 9x9 elementos, cuyos 45 elementos o combinaciones se ordenan con números arábigos de acuerdo con una jerarquía que contempla las combinaciones equivalentes (por ejemplo, *ligeros-débiles* y *débiles-ligeros*) y el aumento de la potencia de los impactos a partir de combinaciones progresivas, tal como se observa en el cuadro IV.19. Una vez que las 45 combinaciones quedan ordenadas, se agregan los nueve tipos de impactos, que a su vez resultaron de una matriz de 3x3 (ver Cuadro IV.20) que genera nueve tipos de combinaciones de impactos, representados por letras del alfabeto (A-F). Los impactos socio-ambientales sinérgicos que resultan de la matriz formada por 45 filas y 6 columnas se añaden a la tabla de atributos del archivo *Valoración\_Sinergias\_PIM*; como se observa en el Cuadro IV.24, aunque en teoría podrían resultar 270 impactos sinérgicos distintos, muchas combinaciones no son generadas (remarcadas en gris). Debido a la complejidad de asignar 270 colores distintos a cada tipo de impactos, se ha optado por la opción de visualizar el mapa de impactos sinérgicos mediante la sobreposición del mapa de tipo de impactos de ambos proyectos (que tiene solo tres categorías: inmediatos, directos e indirectos) con una transparencia del 50%, y el mapa de intensidad de impactos (que presentan 9 categorías). Y posteriormente, a esta sobreposición de mapas, se



Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

añaden las etiquetas de las claves formadas por un número y una letra (1.A, 1. B., ...). Los Cuadro IV. 21, Cuadro IV. 22 y Cuadro IV.23 muestran los esquemas a partir de los cuales fueron generados los tipos, el grado de intensidad y la cualificación de los impactos socio-ambientales del PIM.

Cuadro IV.21. IV" – Índice de impacto socio-ambiental del PIM. Determinación del tipo de impactos						
1 x A"	VIM 2"	NEAR 1 km'	Valor Z	IV	IV'	Distancia
Impacto Social c/Evaluación	Valor índice medio c/evaluación	Distancia Gasoducto	Autopista c/Evaluación	Distancia Z modificado	Factor de Impacto	Tipo de Impactos
<i>I Social Sin</i>	<i>II Area Sin</i>	<i>Gasod Dist</i>	<i>IV Sinerai</i>	<i>IV Dist Z</i>	---	<i>TipoImpact</i>
11.710	1.0	-1.0	-0.23	-1.0	1.0	Indirectos
/	/	0	-0.22	-0.6. -0.5 v -0.4	1.5	Inmediatos
/	/	0.442 – 192.6	-0.22 - 0.99	-0.22 - 0.99	1.4	
/	/	198.4 – 353.2	0.99 – 1.99	0.99 – 1.99	1.3	
/	/	359.7 – 516.3	1.99 – 2.99	1.99 – 2.99	1.2	Directos
184.821	6.0	516.4 – 999.2	3 – 6.00	3 – 6.00	1.1	
<i>Promedio</i>		35.48				
<i>Desviación</i>		160.55				

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar la evaluación de los impactos sinérgicos sobre las unidades socio-ambientales entre estas dos redes de infraestructura de transporte, carretera y gasoductos sobre el área de evaluación a escala 1:10,000 el Cuadro IV.24 incorpora la superficie afectada por cada tipo de impactos. Esta matriz muestra que el 43% de la superficie total del área de evaluación, que consta de 63,165 hectáreas, recibiría impactos inmediatos y directos derivados de las sinergias de estas dos infraestructuras. Por supuesto, si el cálculo se realiza sobre el área de estudio, cuya extensión es de 272,873 hectáreas, el porcentaje solo alcanza el 9.8%; no obstante, aún así constituyen más de 26 mil hectáreas afectadas de manera inmediata y directa por el impacto combinado de estas dos infraestructuras, lo que resulta de sumar los impactos de B, C, D, E y F, tan sólo en el área de evaluación.

Cuadro IV.22. IV" -Índice de Impacto Socio-Ambiental del Provento Integral Morelos. Parte I				
Determinación del Grado de Intensidad de los Impactos				
IV' x (1 x A")	IV' x (VIM 2")	Valor Z	Valor Z	Grado de Intensidad
Impacto Social	Impacto Ambiental	Impacto Social	Impacto Ambiental	
<i>IV 1 Dist</i>	<i>IV 2 Dist</i>	<i>IV 1 Z</i>	<i>IV 2 Z</i>	---
11.71	1.00	-3.07 – -1.57	-2.11 – -1.17	Bajos
/	/	-1.57 – -0.56	-1.17 – -0.18	
/	/	-0.55 – 0.43	-0.18 – 0.80	Medios
/	/	0.44 – 1.44	0.80 – 1.78	
/	/	1.45 – 2.45	1.78 – 2.77	Altos
224.10	9.00	2.45 – 5.37	2.77 – 4.79	
88.94	3.44			
25.16	1.16			

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

Valor Z	Determinación de las Cualificación de Impactos				Combinación c/ tipos de Impactos		
	Social	Valor Z	Ambiental	Cualificación	Distancia		
	Impacto Social del Proyecto	Impacto Ambiental del Proyecto	Grado de Intensidad	Combinación de Intensidad	Tipo de Impactos / Distancia Z modificada		
IV 1 Z	---	IV 2 Z	---	IV ImSA R	Indirectos	Inmediatos	Directos
-3.07 – -0.56	1. Bajos	-2.11 – -0.18	1. Ligeros	I Débiles	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
	1. Bajos	-0.18 – 1.78	2. Medianos	II Ligeros	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
-0.55 – 1.44	1. Bajos	1.78 – 4.79	3. Fuertes	IV Moderados	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
	2. Medios	-2.11 – -0.18	1. Ligeros	III Bajos	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
	2. Medios	-0.18 – 1.78	2. Medianos	V Medios	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
	2. Medios	1.78 – 4.79	3. Fuertes	VII Intensos	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
1.44 – 5.37	3. Altos	-2.11 – -0.18	1. Ligeros	VI Medianos	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
	3. Altos	-0.18 – 1.78	2. Medianos	VIII Graves	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00
	3. Altos	1.78 – 4.79	3. Fuertes	IX Severos	-1.0	-0.4 -0.5 v -0.6	-0.22 - 6.00

Fuente: Elaboración propia.

Cualificaciones y tipos de impactos		Indirectos		Indirectos y directos		Directos		Inmediatos e indirectos		Inmediatos y directos		Inmediatos	Superficie afectada	
		A	Ha	B	Ha	C	Ha	D	Ha	E	Ha	F	Ha	
		Débiles	1	1A	384.19	1B	17.45	1C	9.79	1D	0.25	1F	0.71	1F
Débiles v ligeros	2	2A	0.88	2B	2.76	2C	0.27	2D	0.48	2F	4.45	2F	8.8	
Ligeros	3	3A	1.154.14	3B	178.18	3C	34.44	3D	19.30	3F	1.68	3F	0.71	1.388.5
Bajos v débiles	4	4A	28.89	4B	6.89	4C	0.16	4D		4F		4F	35.9	
Bajos v ligeros	5	5A		5B	49.00	5C		5D	0.83	5F		5F	57.2	
Bajos	6	6A		6B		6C		6D		6F		6F	0.0	
Moderados v débiles	7	7A		7B	7.48	7C		7D	0.41	7F	0.31	7F	11.0	
Moderados v ligeros	8	8A	87.50	8B	116.91	8C	2.82	8D	3.57	8F		8F	21.9	
Moderados v bajos	9	9A	1.822.87	9B	12.55	9C	3.96	9D	0.57	9F	1.16	9F	1.972.5	
Moderados	10	10A		10B		10C		10D		10F		10F	0.0	
Medios v débiles	11	11A		11B	10.11	11C		11D	16.19	11F	0.11	11F	0.06	26.5
Medios v ligeros	12	12A	91.30	12B	65.87	12C	9.27	12D	25.74	12F	2.11	12F	0.14	194.4
Medios v bajos	13	13A	0.25	13B	24.35	13C		13D	6.40	13F	0.89	13F	31.9	
Medios v moderados	14	14A	1.30	14B	5.32	14C	4.51	14D	0.85	14F	0.08	14F	12.1	
Medios	15	15A	15.796.59	15B	1.225.07	15C	197.36	15D	16.64	15F	16.57	15F	8.54	17.260.8
Medianos v débiles	16	16A		16B		16C		16D		16F		16F	0.03	0.0
Medianos v ligeros	17	17A		17B	74.97	17C	80.19	17D	0.24	17F	0.04	17F		155.4
Medianos v bajos	18	18A		18B		18C		18D		18F		18F		0.0
Medianos v moderados	19	19A		19B	158.77	19C	41.86	19D	1.72	19F	1.07	19F		203.4
Medianos v medios	20	20A		20B	330.47	20C	8.35	20D	48.51	20F	5.02	20F	0.11	392.5
Medianos	21	21A		21B		21C		21D		21F		21F		0.0
Intensos v débiles	22	22A		22B		22C		22D		22F		22F		0.0
Intensos v ligeros	23	23A	2.58	23B	25.31	23C	11.73	23D	59.80	23F	3.81	23F		103.2
Intensos v bajos	24	24A	2.86	24B	21.86	24C	4.68	24D		24F	1.76	24F		31.2
Intensos v moderados	25	25A		25B		25C		25D		25F		25F		0.0
Intensos v medios	26	26A	1.134.70	26B	195.05	26C	67.64	26D	78.45	26F	18.36	26F		1.494.2

Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura

Intensos v medianos	27	27A	1.196.77	27B	329.14	27C	11.84	27D	2.07	27E	17.19	27F	77.04	1.634.0
Intensos	28	28A		28B		28C		28D		28E		28F		0.0
Graves v débiles	29	29A		29B		29C		29D		29E		29F		0.0
Graves v ligeros	30	30A		30B		30C		30D		30E		30F		0.0
Graves v bajos	31	31A		31B	9.47	31C		31D	44.64	31E	4.91	31F		59.0
Graves v moderados	32	32A		32B	5.36	32C	1.32	32D		32E		32F		6.7
Graves v medios	33	33A	2.965.44	33B	2.433.64	33C	384.19	33D	256.06	33E	22.94	33F	0.41	6.062.7
Graves v medianos	34	34A		34B	45.99	34C	3.67	34D		34E		34F		49.7
Graves e intensos	35	35A		35B		35C	4.26	35D		35E		35F		4.3
Graves	36	36A	10.062.79	36B	2.004.11	36C	418.46	36D	160.56	36E	309.40	36F	7.66	12.963.0
Severos v débiles	37	37A		37B		37C		37D		37E		37F		0.0
Severos v ligeros	38	38A		38B		38C		38D		38E		38F		0.0
Severos v bajos	39	39A		39B		39C		39D		39E		39F	0.66	0.7
Severos v moderados	40	40A		40B		40C		40D		40E		40F		0.0
Severos v medios	41	41A	494.27	41B	1.999.17	41C	15.69	41D	2.932.21	41E	14.69	41F	6.99	5.463.0
Severos v medianos	42	42A	104.71	42B		42C		42D	8.69	42E	302.53	42F	3.82	419.7
Severos e intensos	43	43A		43B	417.50	43C		43D	317.67	43E	3.47	43F		738.6
Severos v graves	44	44A	534.88	44B	1.989.71	44C	300.70	44D	1.797.39	44E	752.27	44F	17.24	5.392.2
Severos	45	45A	339.10	45B	10.46.57	45C	757.25	45D	645.14	45E	1.045.69	45F	2.533.97	6.367.7
TOTAL			36,206.99		12,931.43		2,394.80		6,444.40		2,531.26		2,657.39	63,165.27
PORCENTAJE			57%		20%		4%		10%		4%		4%	

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la cualificación de impactos y el tipo de unidades afectadas, el Cuadro IV.25 revela que el suelo industrial, los desarrollos inmobiliarios, las autopistas y las zonas de extracción y depósito de materiales, que sirven de soporte a la acumulación de capital, constituye el sector beneficiado por este tipo de proyectos. Mientras que el suelo agrícola y con vegetación, los valles y cuerpos de agua, las zonas habitacionales y la reserva territorial, cuya superficie combinada suma el 93% del área de evaluación y constituye el fundamento del desarrollo de la vida humana y los ciclos ambientales, tendrían que absorber los costos de estos proyectos. De acuerdo con un somero análisis de los tipos de la cualificación de impactos desplegada para el sector más afectado se observa que: 77% de los impactos sobre las unidades de suelo habitacional serían moderados y medios; 50% de la superficie de las reservas territoriales tendrían impactos graves; 70% de la superficie agrícola y con vegetación recibiría impactos graves y severos, mientras que 56% de valles y cuerpos de agua serían impactados de forma media, mediana e intensa. El cuadro también muestra que el 29% de los impactos severos derivados de las sinergias entre ambos proyectos se concentran sobre 489 unidades socio-ambientales, mientras que 30% de los impactos graves se concentran sobre 798 unidades, lo que suma casi el 60% de los impactos, concentrados particularmente sobre suelos agrícolas, que por sí solos concentran el 68.94% de los impactos sinérgicos.

Estos resultados demuestran que las redes de infraestructura de transporte constituyen medios que fortalecen

*Capítulo IV. Caracterización y evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura*

la articulación del sector industrial y los procesos de urbanización contemporáneos a costa de las tierras agrícolas, los pueblos originarios y los cuerpos de agua, un sistema compuesto por elementos ambientales y sociales que los pueblos del oriente del Estado de Puebla, quienes llevan décadas en resistencia frente a la expansión de estos proyectos de infraestructura, sintetizan como un proceso de defensa de la tierra y el agua.

**Cuadro IV.25. Articulación de unidades socio-ambientales dedicadas a la producción de capital y desarticulación de unidades que soportan la reproducción socio-ambiental derivadas de los impactos sinérgicos de ambos proyectos. Despliegue de cualificación de impactos para algunas unidades**

Unidades Socio-Ambientales articuladas por los proyectos			INDUSTRIAL		DESARROLLO INMOBILIARIO		AGROINDUSTRIA		CARRETERAS Y AUTOPISTAS		BASUREROS Y MINAS	
Unidades	14,959	85.7%	895	5.1%	446	2.5%	261	1.4%	786	4.5%	97	0.5%
Hectáreas	59,487.2	93.6%	1,677.3	2.6%	458.5	0.7%	143.8	0.2%	1,643.0	2.5%	143.0	0.2%

Unidades Socio-Ambientales desarticuladas			HABITACIONAL		RESERVA TERRITORIAL		AGRÍCOLA Y VEGETACIÓN		VALLES Y CUERPOS DE AGUA		TOTAL		
Unidades	2,485	14.2%	9,954	57%	3,188	18.2%	1,284	7.3%	533	3%	Total de unidades 17,444		
Hectáreas	4,065.6	6.4%	5,661.8	8.9%	7,214.8	11.3%	43,815.2	68.9%	2,795.5	4.4%	Has totales 63,552.9		

Cualificación de impactos de las unidades desarticuladas	Unidad		Unidad		Unidad		Unidad		Unidad		Unidad		
	Unidad	Ha	Unidad	Ha	Unidad	Ha	Unidad	Ha	Unidad	Ha	Unidad	Ha	%
Débiles y ligeros	1,327	47.9	434	34.3	269	62.8	48	14.4	4,218	1,809.7	3		
Bajos y débiles y ligeros	218	13.9	57	9.1	5	2.9	0	0.0	353	139.2	0		
Moderados y débiles, ligeros y bajos	3,291	1,037.6	637	572.8	37	193.8	3	1.8	4,051	2201.1	3		
Medios y débiles, ligeros, bajos y moderados	4,430	2,879.5	1,483	1,933.0	531	10,770.7	218	1,011.7	6,767	17,552.1	28		
Medianos y débiles, ligeros, moderados y medios	37	75.1	39	120.4	36	197.8	68	96.9	223	673.3	1		
Intensos y ligeros, bajos, medios y medianos	285	349.6	74	173.8	62	1,517.7	87	557.7	545	3,262.6	6		
Graves y bajos, moderados, medios, medianos e intensos	273	723	353	3,574.5	143	14,767.2	29	94.2	798	19,159.2	30		
Severos y bajos, medios, medianos, intensos y graves	93	161.1	111	796.9	201	16,302.3	80	1,018.8	489	18,382.0	29		

Fuente: Elaboración propia.

**Mapa 15. Impactos Sociales Ambientales Reales (ISAR) derivados del gasoducto “Proyecto Integral Morelos”**

**Mapa 16. Impactos socio-ambientales sinérgicos de los proyectos Libramiento Poniente de Puebla y Proyecto Integral Morelos**

## CONCLUSIONES

La evaluación de impactos socio-ambientales de la infraestructura carretera constituye una *evaluación integral*, pues enfoca las relaciones entre la dimensión humana y la dimensión ambiental. Esta forma de evaluación, basada en la integración entre la teoría del metabolismo sociedad-naturaleza y la geoecología del paisaje, constituye una propuesta hacia una nueva generación de metodologías para la medición y evaluación del *escenario actual* y del *escenario hipotético o resultante* en el contexto de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, ya que transforma el paradigma de las metodologías tradicionales: su objetivo es evaluar la infraestructura en una doble dimensión, por un lado, desde la necesidad social de construir nuevas infraestructuras, y por otro, desde la capacidad ambiental para soportar tales construcciones. Al trascender las perspectivas estrictamente técnicas o exclusivamente económicas del ambiente, la evaluación socio-ambiental resulta particularmente relevante en regiones que han experimentado largos procesos de degradación ambiental, como el valle de Puebla.

Los mapas generados en esta investigación, visibilizan de forma sintética la compleja relación entre estas dos dimensiones (humana y ambiental) con base en una tipología y zonificación socio-ambiental diseñada a partir del diálogo conceptual y metodológico entre el espacio y el paisaje. La delimitación del área de estudio emplea el concepto de espacio como *fuerza productiva estratégica*, pues articula la riqueza humana y paisajística, a partir de la mediación técnica que constituyen los medios de comunicación y transporte. El concepto de paisaje se emplea para delimitar las unidades del territorio que comparten características homogéneas respecto a la estructura del relieve, la composición litológica, las variaciones climáticas por un lado, y la cobertura edáfica y vegetal, por el otro. En este aspecto, la metodología desarrollada por la geoecología del paisaje para la tipología ambiental, se modifica a partir de criterios basados en la teoría de la fractura metabólica y se complementa con las formas del espacio (natural/social) y la división del espacio (rural/urbana). De esta forma, se incorporan las formas de apropiación y uso del suelo (habitacional, inmobiliaria, industrial, agroindustria, agricultura, vegetación, cuerpos de agua, reservas territoriales, carreteras, minas, basureros y sitios arqueológicos), en donde el diálogo entre las corrientes de pensamiento que tienen al espacio y al paisaje como núcleo central de sus investigaciones, encuentra el principal campo de tensión y donde, por lo tanto, se han encontrado las mayores posibilidades de refinamiento.

El resultado de este diálogo conceptual y metodológico es la zonificación socio-ambiental basada en la

## Conclusiones

demarcación técnico-científica de las unidades socio-ambientales, cuya principal característica consiste en la integración de las formas de uso y apropiación social del espacio a los elementos estructurales del paisaje. Sobre este engranaje teórico, que considera simultáneamente la dimensión social y ambiental del territorio, se definió el método para caracterizar los impactos de cada unidad socio-ambiental, así como los indicadores que permitieron medirlos y evaluarlos. En este punto es importante destacar que, tal como se concluye del análisis crítico de los manuales metodológicos para la Evaluación de Impacto Ambiental realizada en el primer capítulo, el diseño de indicadores constituye el elemento clave en la transformación efectiva de las formas de evaluación. Como muestra la Figura 6, es a partir de la distinción entre valor de uso y valor como se definió el índice básico (iB), al que se añadieron los elementos de diferenciación de cada unidad (división del espacio, reproducción social, tipo de agricultura y vegetación) para obtener el índice Preliminar de Impacto Potencial (iPIP). Por otro lado, el área de cada unidad que constituye el indicador de extensión, se modificó mediante una regresión no lineal (logaritmo natural) para obtener el Factor de Extensión (FE); mientras que el indicador de impactos Sociales Potenciales (IISP) se obtuvo del producto del iPIP y el FE.

Por su parte, el Indicador de Impactos Ambientales Potenciales (IIAP) se obtuvo del valor índice medio de los índices derivados del movimiento de tierras vinculado con la estructura topográfica, la dureza y abrasividad de la composición litológica y la capacidad agrícola asociada con la cobertura edáfica de las unidades de paisaje, una vez que a cada uno se le aplicó el factor de extensión; esto permitió distinguir entre los impactos ecológicos de los impactos ambientales, que consideran la extensión espacial de cada unidad socio-ambiental. Aquí se debe apuntar que uno de los resultados de la tesis consistió en distinguir entre *indicadores de impactos potenciales* y los *indicadores de impactos reales*, lo cual permite visibilizar uno de los errores que pueden viciar los resultados de un Estudio de Impacto Ambiental: los indicadores de impactos sociales y ambientales potenciales permitieron realizar la evaluación de la infraestructura, solamente hasta que se incorporó el derecho de vía al mapa de unidades socio-ambientales, que *representa al escenario actual*. Es la *incorporación virtual* de la infraestructura lo que permite realizar la evaluación sobre un *escenario hipotético*. Esta es la razón por la cual la metodología insiste en evaluar la infraestructura, y no al “ambiente” o a la “sociedad”. Antes de incorporar el derecho de vía, solamente es posible realizar una caracterización de los impactos sobre las unidades socio-ambientales actuales; la evaluación efectiva sólo se puede realizar sobre las modificaciones que introduce el derecho de vía sobre las unidades socio-ambientales hipotéticas.

La manifestación más simple de tales modificaciones es la aparición de nuevas unidades y el impacto sobre la extensión espacial (el área) de las unidades preexistentes; de modo que, el primer paso hacia la evaluación



## Conclusiones

requiere realizar una nueva caracterización de impactos, ahora sobre las unidades impactadas por la infraestructura. Tal como se muestra en la Figura 7, entre otras cosas, este ejercicio permite determinar el índice de fragmentación regional provocado por la infraestructura y determinar los trazos que generen menores impactos; sin embargo, esta es una de las posibilidades abiertas por la investigación que podrán ser desarrolladas en adelante. La segunda manifestación de las modificaciones introducidas por la infraestructura es la cercanía de cada unidad al derecho de vía; este es el camino que tomó la evaluación para determinar el índice de distancia al proyecto (iDP) y los tipos de impactos que constituyen el núcleo de la metodología para la evaluación socio-ambiental de la infraestructura carretera realizada en esta investigación, de manera que constituye el principal aporte de la tesis. La posibilidad de evaluación a partir del índice de fragmentación, consiste en determinar las diferencias entre la *caracterización actual* y la *caracterización hipotética* de los impactos sobre las unidades ambientales, y apunta principalmente hacia la evaluación de las unidades socio-ambientales.

Sin embargo, tal como se insistió a lo largo de la investigación, el principal interés metodológico consiste en dirigir la atención de la evaluación hacia la infraestructura, lo que explica por qué esta primera posibilidad se relegó frente a la evaluación derivada de la cercanía de cada unidad al derecho de vía. Privilegiar la evaluación de la infraestructura frente a la evaluación del ambiente, como sucede en las metodologías tradicionales, o frente a la evaluación de las unidades socio-ambientales, permite poner en cuestión la utilidad y la necesidad de la construcción de la infraestructura y trascender el principal vicio de las metodologías tradicionales para la EIA: convertirse en un trámite burocrático que justifica la construcción de la infraestructura que supuestamente evalúa. No obstante, este privilegio no implica que la evaluación sobre las unidades socio-ambientales deba desecharse. Una vez que la evaluación de la infraestructura determina las categorías de los impactos y visibiliza cómo se distribuyen sobre las unidades socio-ambientales, entonces pueden calcularse múltiples indicadores para determinar las variaciones entre los distintos grados y tipos de alteraciones presentadas por la caracterización actual de las unidades socio-ambientales y aquellas que se deriven de la caracterización hipotética, en caso de que la infraestructura realmente fuera construida. En otras palabras, después de realizar una evaluación de la infraestructura, se pueden evaluar las diferencias entre lo que comúnmente se denomina *escenario actual* y *escenario resultante*. De esta forma, además de la distinción metodológica entre la evaluación socio-ambiental de la infraestructura carretera a partir del índice de distancia al proyecto (iDP) y la evaluación de las unidades socio-ambientales a partir del índice de fragmentación, que constituye un aporte valioso en la reflexión teórica en el campo de la evaluación ambiental, el énfasis en la necesidad de distinguir

## *Conclusiones*

entre el *escenario actual* y el *escenario hipotético*, y la distinción de este último del *escenario resultante*, que presupone la construcción del proyecto, y no su evaluación, constituye otro resultado fundamental de la investigación.

Este es el método correcto para elaborar una evaluación integral: en primer lugar, se realiza una tipología y zonificación socio-ambiental, con base en ellas se desarrolla una caracterización de los impactos sobre las unidades socio-ambientales y, solo después de añadir el derecho de vía del proyecto que se evalúa, se puede proceder a la evaluación socio-ambiental de la infraestructura. Acorde con esta metodología, que privilegia la evaluación de la infraestructura, se incluyeron las sinergias del Libramiento Poniente de Puebla con el Proyecto Integral Morelos para lograr una visión más completa sobre los impactos de la infraestructura sobre las unidades socio-ambientales. Desde esta perspectiva, entre mayor sea el número de infraestructuras incorporadas por la evaluación, los resultados podrán ser más complejos; esta forma de proceder coincide con los resultados del análisis de los impactos de las autopistas en el valle de Puebla incorporados en el capítulo III, en donde se muestra que los ejes carreteros articulan procesos de industrialización regionales (asociados con la instalación de parques industriales, fraccionamientos, corredores comerciales), cuya evaluación requiere una perspectiva global o estratégica, que permita evaluar el proyecto de apropiación capitalista del territorio mexicano. Finalmente es posible evaluar las diferencias de las unidades socio-ambientales con y sin proyecto, pero este ejercicio no fue desarrollado en esta investigación, enfocada en la evaluación de la infraestructura antes que en la evaluación del ambiente. Esta es la principal conclusión de la tesis, realizar la evaluación al revés, redundante en la justificación del proyecto, en la reducción de la evaluación a un *mero trámite* y, por lo tanto, carece de sentido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A. G. (Coord.) 2005. Informe Técnico del proyecto “Integración del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Territorial en la Fase Correspondiente a la Caracterización del Territorio”. Instituto de Geografía/Sedesol.
- Alzina, V. y Spinoza, G. (eds.) 2001. Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental en Países de América Latina y el Caribe – Metodología, Resultados y Tendencias. Santiago de Chile: BID & CED
- Amor Conde, Dalia, Burgués, Diana, Fleck Leonardo, Manterola, C. y Reid, J. 2007. Análisis ambiental y económico de proyectos carreteros en la Selva Maya, un estudio a escala regional. Serie Técnica N° 9, mayo 2007. Costa Rica: Conservation Strategy Fund.
- Ángeles Cornejo, Sarahí, 1979. Causas estructurales y coyunturales de la devaluación. En Morales Josefina (Compiladora) (2014). *Crisis financiera en México y el Mundo 1971-1997. Antología O. Sarahí Ángeles Cornejo*. México: Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM.
- Arnold, D. 2001. La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa. México: FCE.
- Ávila, Héctor (Coord.) 2005. Lo urbano-rural ¿nuevas expresiones territoriales? Morelos: UNAM/CRIM.
- Asuad, Normand. 2000. Programa Metropolitano de Integración Norte, Oriente y Poniente de la Ciudad de Puebla. Documento de Integración de los Estudios de los Programas Metropolitanos.
- Ayres, R.U., 1994. Industrial metabolism: Theory and policy. In: Ayres, R.U., Simonis, U.K. (Eds.), [Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development](#). United Nations University Press, Tokyo, pp. 3–20.
- Barreda, Andrés. 1995. El espacio geográfico como fuerza productiva en El Capital de Karl Marx. En Ceceña, A. (Coord.) *La internacionalización del capital y sus fronteras tecnológicas*. México: El Caballito/IIEc.
- Bakker, Karen. 2005. Neoliberalizing Nature? Market Environmentalism in Water Supply in England and Wales. *Annals of the Association of American Geographers*, 95(3), 2005, pp. 542–565
- Baxendale, C. A. 2010. El estudio del paisaje desde la Geografía. Aportes para reflexiones multidisciplinares en las prácticas de ordenamiento territorial. En *Fronteras*. 9:25-31.
- Beder, Sharon 1993. Bias and Credibility in Environmental Impact Assessment. *Chain Reaction*, No. 68, February 1993, pp28-30.
- Bel, Germa. 2004. El Peaje sombra. Publicado en *El País*, Negocios, 19 de septiembre de 2004. Recuperado de: <http://www.ub.edu/graap/PEAJESOMBRA%5B1%5D.gbel.pdf> [Accedido 3 de julio 2016].
- Bellamy Foster, John (2000) “El Metabolismo de sociedad y Naturaleza”, en *El Materialismo de Marx. Materialismo y Naturaleza*. Madrid: El Viejo Topo.
- Bermejo, R. 2010. Transformación del sistema de transporte por impacto del techo del petróleo. En *Ekonomiaz*,

## Referencias bibliográficas

N° 73, Primer Cuatrimestre, País Vasco, pp. 216-249.

Bermejo, R. 2005. La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible. Editorial Catarata.

Bernal Mendoza Héctor, Ramírez Juárez Javier, Chuím Estrella Néstor, Pérez Avilés Ricardo. 2010. Importancia de los territorios rurales en el proceso de reestructuración territorial: el caso de la región metropolitana de la ciudad de Puebla. En *Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. X, N°. 34, pp. 625-660.

Biología Integral en Impacto Ambiental (BIIA). 2012. Libramiento Poniente de la Ciudad de Puebla. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Regional. 389 págs.

Bocco, Gerardo. 2003. Carl Troll y la ecología del paisaje. En *Gaceta Ecológica*, Número 68, México: INE/SEMARNAT.

Bocco, Gerardo. 2009. Presentación. En Bocco, G., Mendoza, M., Priego, A. y Burgos, A. (2009). *La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Una revisión de la bibliografía*. Serie Planeación Territorial. México: INE- SEMARNAT/CIGA-UNAM.

Bocco, G., Mendoza, M., Priego, A. y Burgos, A. 2009. La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Una revisión de la bibliografía. Serie Planeación Territorial. México: INE- SEMARNAT/CIGA-UNAM.

Bocco, G. y Urquijo, P. 2013. Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. En *Región y Sociedad*, vol. XXV, núm. 56, enero-abril, pp. 75-101. Hermosillo, México: El Colegio de Sonora.

Bollo-Manent, Manuel (en revisión). La geografía del paisaje y la geoecología. Teorías y enfoques.

Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas. 2008. Evaluación Ambiental. I. Madrid: UNED.

Boriobio Sanchiz, (Coord.) 2012. Guía de estudios de impacto e integración paisajística. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructura.

Brookes G., & Barfoot, P. 2015. Global income and production impacts of using GM crop technology 1996–2013, *GM Crops & Food*, 6:1, 13-46, DOI:10.1080/21645698.2015.1022310

Brookes G., & Barfoot, P. 2015. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2013: Impacts on pesticide use and carbon emissions, *GM Crops & Food*, 6:2, 103-133, DOI: 10.1080/21645698.2015.1025193

Burgos y Bocco, G. 2004. La cuenca hidrográfica como espacio geográfico. En Burgos, A., Bocco., G. y Sosa J. (Coords.) (2015). *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*. México: UNAM/CIGA/Río Arronte

Burgos, A., Bocco., G. y Sosa J. (Coords.) 2015. Dimensiones sociales en el manejo de cuencas. México: UNAM/CIGA/Río Arronte

Cabrera Virgina, Guerrero Juan y Nava Rosario. 2012 La política del suelo en Puebla. Fuente de segregación socio-espacial y riqueza selectiva. Ponencia presentada en el XII Seminario Internacional RII. Belo

## Referencias bibliográficas

Horizonte, 2012.

Cabrera, V., Téllez, T., Lina, M. (2006). Programa Angelópolis en la zona monumental de la Ciudad de Puebla, México. En *Ciencia Ergo Sum*, Vol. 13, núm. 1, marzo-junio 2006, pp. 7-14. Estado de México: UAEM.

Cantarino Martín. 1999. El EIA, una introducción. España: Universidad de Alicante.

Clark Brett y Bellamy Foster John. 2009. Ecological Imperialism and the Global Metabolic Rift: Unequal Exchange and the Guano/Nitrates Trade, en *International Journal of Comparative Sociology*, 2009, Vol. 50: pp. 311-334.

Chías Becerril, L. 2004. Apuntes Transporte y organización del territorio. Documento inédito.

Consejo Nacional de Población. 2004. Delimitación de zonas metropolitanas de México 2000. México: SEDESOL/CONAPO/INEGI.

Consejo Nacional de Población. 2007. Delimitación de zonas metropolitanas de México 2005. México: SEDESOL/CONAPO/INEGI.

Contreras Valdéz. 2012. Los primeros cuatro tramos carreteros de cuota y la ciudad de México. Programa de las Primeras Jornadas de Historia Económica. 8-10 de febrero de 2012.

Comino, J. y Sensiales, J. 2013. La edafogeografía: la quinta rama olvidada de la Geografía. En *Cuadernos Geográficos*, Vol. 52, No 1. (2013). España: Universidad de Granada.

Cotler H. (compiladora) 2004. El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. México: INE/SEMARNAT

Correa, V. 2004. El desempeño político de Antorcha Campesina, en los municipios de Ixtapaluca y Chimalhuacan. Tesina. Ciencia Política. UAM-Iztapalapa.

Cruz, E. 2014. Va segundo piso para la México-Puebla. En *Diario La Razón*. 1° de marzo de 2014. <http://www.razon.com.mx/spip.php?article207178> [Accedido 3 de julio 2016].

Cue Mancera, Agustín, 2001. El error de diciembre y el libro verde. En *Revista El Cotidiano*, Vol. 17, N° 105, enero-febrero, 2001. pp. 70-79. México: Universidad Autónoma de México.

DGIRA. 2002a. Guía para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional de proyectos de vías generales de comunicación. México: SEMARNAT.

DGIRA. 2002. Guía para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental del sector vías generales de comunicación. Modalidad particular. México: SEMARNAT.

Díaz, Daniel. 2000. Transporte. En Millán y Concheiro (coords.) *México 2030. Nuevo siglo, nuevo país*. México: FCE.

Diez Roux, 1998. Hacia la recuperación del contexto en epidemiología: variables y falacias en el análisis multinivel". *American Journal of Public Health*, Vol. 88, N° 21, 1998, pp. 216-222.

## Referencias bibliográficas

- Diario Oficial de la Federación. 1976. Ley General de Asentamientos Humanos. Mexico.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Mexico.
- Diario Oficial de la Federación. 1993. Ley General de Asentamientos Humanos. Mexico.
- Diario Oficial de la Federación. 27-08-1997. Decreto por el que se declaran de interés público y se rescatan concesiones de veintitres carreteras. México.
- Diario Oficial de la Federación. 2000 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. México.
- Diario Oficial de la Federación. 11-08-2014. Ley de hidrocarburos. México.
- Diario Oficial de la Federación. 11-08-2014b. Ley de la industria eléctrica. México.
- Diario Oficial de la Federación. 31-10-2014. Reglamento de LGEEPA en materia de impacto ambiental. México.
- Dourejanni, A., Jouravlev, A y Chávez, G. 2002. Gestión del agua a nivel cuencas: teoría y práctica. Santiago de Chile: CEPAL/División de Recursos Naturales e Infraestructura.
- Dussel, Enríque. 2009. Política de la liberación. Volumen II. La Arquitectónica. Madrid: Editorial Trotta.
- Echecuri Héctor, Ferraro Rosana y Bengoa Guillermo. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Entre el saber y la práctica. Buenos Aires: Espacio editorial.
- Echeverría Bolivar. 1986. El discurso crítico de Marx. México: ERA.
- Echeverría, Bolivar. 1998. El 'valor de uso': ontología y semiótica. En *Valor de uso y utopía*. México: Siglo XXI.
- Echeverría, Bolivar. 1998b. La contradicción del valor y el valor de uso en *El Capital* de Karl Marx. México: Itaca.
- Echeverría, Bolívar. 2011. La forma natural de la reproducción social. En Echeverría Bolivar. *Antología de textos. Crítica de la modernidad capitalista*. Bolivia: Oxfam.
- Echeverría, Bolívar. 2013. Modelos elementales de la contradicción campo-ciudad. México: Itaca.
- Eibenschuts Roberto (coord.), 2010. La Zona Metropolitana del Valle de México: los retos de la Megalópolis. México: UAM-Xochimilco, División de Ciencias Sociale y Humanidades Publicaciones.
- Español, I. 2008. La carretera en el paisaje. Criterios para su planificación, trazado y proyecto. Sevilla, Espana: Junta de Andalucía. Consejería de Obras Publicas y Transportes/Centro de Estudios Paisaje y Territorio.
- Erias Rey, A. y Álvarez-Campana, J. O. 2007. Evaluación ambiental y desarrollo sostenible. Madrid: Ediciones Pirámide.
- FAO, 2009. Por qué invertir en ordenación de las cuencas hidrográficas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

## Referencias bibliográficas

- Fecht, D. Hansell, Anna, Morley, D., Dajnak, D., Vienneau, D., Beevers, S., Toledano, M., Kelly, F., Anderson, H., y Gulliver, J. 2016. Spatial and temporal associations of road traffic noise and air pollution in London: Implications for epidemiological studies. *Environment International* 88 (2016) 235–242
- Fischer-Kowalski, Marina. 1997. Society's metabolism: on the childhood and adolescence of a rising conceptual star, en Michael Redclift y Graham Woodgate, eds., *The International Handbook of Environmental Sociology*, Cheltenham, Edward Elgar, 1997, 119-137.
- Fisher-Kowalsky Marina. 1998. Society's metabolism. The intellectual history of material flow analysis. Part I. 1860-1970. *Journal of industrial ecology* 2 (4), 107-136
- Flores Domínguez, Ángel David. 2012. Guía técnica para la construcción del mapa de paisajes físico-geográficos de la cuenca de Queréndaro, Michoacán, escala 1:50,000 en ArcGis 9.3. Inédito. Curso de Cartografía del Paisaje. Posgrado en Geografía, CIGA-UNAM.
- Flores Domínguez, Ángel David, Priego-Santander Ángel, Ruiz Careaga Jesús y Astier Martha. 2014. Mapa de paisajes físico-geográficos del Estado de Puebla, México a escala 1:250 000. Recurso en línea: [https://www.researchgate.net/publication/280929981\\_MAPA\\_DE\\_PAISAJES\\_FISICO-GEOGRAFICOS\\_DEL\\_ESTADO\\_DE\\_PUEBLA\\_MEXICO\\_A\\_ESCALA\\_1250\\_000](https://www.researchgate.net/publication/280929981_MAPA_DE_PAISAJES_FISICO-GEOGRAFICOS_DEL_ESTADO_DE_PUEBLA_MEXICO_A_ESCALA_1250_000) [Accedido 1° octubre de 2016]
- Flores Nancy, 2010. Proyecto México 2030: la venta de un país. Primera parte. Revista Contralínea, 21 de febrero 2010. México.
- Flores Nancy, 2010. Plan 2030: acotar crimen organizado, no exterminarlo. Segunda parte. Revista Contralínea, 28 de febrero 2010. México.
- Flores Nancy, 2010. Entrega Calderón Áreas Estratégicas del país. Tercera parte. Revista Contralínea, 7 de marzo 2010. México.
- Flores Nancy, 2010. Plan 2030: dismantelar la seguridad social. Cuarta parte. Revista Contralínea, 14 de marzo 2010. México.
- Flores Nancy, 2010. Plan 2030: venta total de la reserva de la biósfera. Quinta parte. Revista Contralínea, 21 de marzo 2010. México.
- Flores Nancy, 2010. Plan 2030: mexicoamericanos gobernarán la nación. Sexta parte. Revista Contralínea, 28 de marzo 2010. México.
- Flores Nancy, 2010. Plan 2030: ocupación integral de México. Séptima y última parte. Revista Contralínea, 4 de abril 2010. México.
- Flores Rangel, Jorge Adrián. 2011. La producción neoliberal del espacio rural mexicano. Implementación de programas públicos en el Parque Nacional Cofre de Perote. Tesis de Maestría. Posgrado en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores Rangel, Jorge Adrián. 2015. Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina. Revista *Transporte y Territorio*. Argentina: Universidad de Buenos Aires.

## Referencias bibliográficas

- Flores Rangel, Jorge Adrián. 2016. Infraestructura carretera. Producción de espacio, destrucción del paisaje y acumulación de capital. En *Megaproyectos en México. Una lectura crítica*. Ibarra y Talledos (Coords.) México: UNAM/ITACA.
- Galindo, C., y Delgado J. 2006. Los espacios emergentes de la dinámica rural-urbana. En *Problemas del Desarrollo. Revista latinoamericana de economía*. Vol. 37, núm. 147, octubre-diciembre.
- Galindo y Sosvilla, 2012. Construcción y crecimiento económico. En *Revistas de Información Económica*, N° 867, julio-agosto 2012. pp. 39-49. Número dedicado a la Economía de la vivienda en España. España.
- García, Alejandro. 2002. El progreso nunca llegó a Almecatla, pese a que cedieron sus tierras a transnacionales. Primera Parte. En *La Jornada de Oriente*, 26 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2002/08/26/oriente-c.htm> [Accedido 5 de octubre de 2016]
- García de la Rosa, O. 2001. Análisis de los Estudios de Impacto Ambiental en proyectos carreteros y estudio de caso de la carretera La Venta-Colegio Militar. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Maestro en Ciencias. (Ecología y Ciencias Ambientales). Dir. Luis Antonio Bojórquez Tapia.
- García Leyton Luis. 2004. Aplicación de análisis multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales. Tesis doctoral del Programa de Doctorado en Ingeniería Ambiental. Universidad Politécnica de Catalunya. Dir. Dr. José Baldasano. Barcelona.
- Garza, Gustavo, 1992. Desconcentración, tecnología y localización industrial en México. México: Colegio de México.
- Getler Paul, Martínez Sebastián, Premand Patrick, Rawlings Laura, Vermeersch Christel. 2011. La Evaluación de Impacto en la práctica. Washington: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. Fondo Español de Evaluación de Impacto.
- Giannuzzo, A. N. 2010. Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. *Scientiae Studia*. Vol. 8, N° 1, Sao Paulo Jan/Mar. [dx.doi.org/10.1590/S1678-31662010000100006](https://doi.org/10.1590/S1678-31662010000100006)
- Gobierno del Estado de Puebla. 2007. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla. Puebla.
- Golinger, E. y Allard, J.G. 2009. La agresión permanente. USAID, NED y CIA. Caracas, Venezuela: Ministerio del Poder Popular para la Comunicación e Información.
- González C., A. 2012. Cámaras empresariales protestan contra el alto costo del peaje Xalapa-Perote. 24 julio de 2012. <http://www.alcalorpolitico.com/informacion/camaras-empresariales-protestan-contra-el-alto-costo-del-peaje-xalapa-perote-97169.html#.V3i01DWLWTO> [Accedido el 3 de julio 2016].
- González-Martínez, A. C. y H. Schandl. 2008. The biophysical perspective of a middle income economy: Material flows in Mexico. *Ecological Economics*, 68, 317–327
- González-Martínez, A.C. 2007. Material Flow Accounting of México (1970-2003). Source and Methods. Working paper 1-2007, Unit of Economic History. Autonomous University of Barcelona, Barcelona; González-Martínez A.C. (2008) "Social Metabolism and patterns of material use. México, South America and Spain. PhD Thesis. ICTA. UAB.



## Referencias bibliográficas

- González, Darío. 2008. Polarización regional entre Puebla y Tlaxcala. México: UAM-X.
- González, C., Arroyo, M., y Gens, A. 2013. Abrasividad y su influencia en el rendimiento de una excavación mecanizada. En *Obras y Proyectos* 13, 6-18
- González, M. 2005. Sistema carretero: freno al crecimiento. En *La Jornada en La Economía*, Suplemento semanal de La Jornada, 11 de abril de 2005. <http://www.jornada.unam.mx/2005/04/11/004n1sec.html> [Accedido el 3 de julio 2016].
- González Trueba, J.J., 2012. Carl Troll y la geografía del paisaje: vida, obra y traducción de un texto fundamental. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, N° 59.
- González Rodríguez José de Jesús. 2007. Las concesiones de las autopistas mexicanas, examen de su vertiente legislativa. México: CESOP, Cámara de Diputados LX Legislatura.
- Hackenberg, Robert A. 1982. Diffuse Urbanization and the Resource Frontier: New Patterns of Philippine Urban and Rural Development. In *Small Cities and National Development*, edited by Om Prakash Mathur, 139-173. Nagoya, Japan: United Nations Centre for Regional Development.
- Hammrich, Tim. 2014. Fachsprache umwelt. Berlín: Verlag epubli GmbH.
- Harvey David, 2003. El nuevo imperialismo. Madrid: AKAL.
- Harvey David. 2004. El nuevo imperialismo: acumulación por desposesión. En *Socialist Register*, n° 40.
- Harvey David. 2010. El enigma del capital. Madrid: AKAL.
- Hernández Manuel. 2009. Ciencia y técnica en Heidegger. En *Bajo Palabra. Revista de filosofía*. II Época, N° 4: 87-96
- Hernández, M., José Luis, Sánchez G. Víctor, Castillo Ch., Irene, Damián H., Sergio, Téllez G., Rodolfo. 2001. Impacto ambiental de proyectos Carreteros. Efectos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento: I Pavimentos flexibles. Publicación Técnica No 173. Safandila, Querétaro: SCT/IMT.
- Hürliman, Marcel. S/R. Manual de ingeniería geológica. [http://www2.etcg.upc.edu/asg/engeol/pdf\\_files/4.1\\_4.2roca\\_txt.pdf](http://www2.etcg.upc.edu/asg/engeol/pdf_files/4.1_4.2roca_txt.pdf) [Accedido 24 de octubre de 2016]
- IAIA, 2002. Evaluación Ambiental Estratégica. Criterios de desempeño. Series de publicación especial No. 1., Estados Unidos, Enero.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2004. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Datos históricos de México, Tomo II. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. "Banco de Información Económica". <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> Consultado 16 de junio de 2016.

## Referencias bibliográficas

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Datos históricos de México 2009, Tomo II. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie V. México.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). 2012. Manual Estadístico del Sector Transporte. Safandila, Querétaro: IMT/SCT.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. Roma: FAO.
- Juárez Huberto, Lara Arturo y Bueno Carmen (Coords.). 2005. El Auto Global. Desarrollo, competencia y cooperación en la industria del automóvil. México: BUAP, UAM-X, IBERO, CONACYT.
- Keller, G. y Sherar J. 2004. Ingeniería de caminos rurales. Guía de campo para las mejores prácticas de administración de caminos rurales. México: IMT/SCT.
- Kennedy, W. V. 1988. Environmental impact assessment and bilateral development aid: an overview”, en: P. Wathern (org.) *Environmental impact assessment, theory and practice*. Unwin Hyman, London, p. 272-285.
- Laats Henkjan, Hurtado Gina, Cabaleiro Patricia. S/R. La experiencia de las Evaluación Ambientales Estratégicas en Bolivia. Bolivia.
- Lefebvre, Henri. 1970. De lo rural a lo urbano. España: Ediciones Península.
- Lefebvre Henri. 1976. Espacio y política. España: Ediciones Península.
- Lefebvre Henri. 2013. La producción del espacio. España: Capitan Swing.
- Llaven, Yadira. 2013. Pemex dismantlará tres plantas del Complejo Petroquímico Independencia en Texmelucan. En La Jornada de Oriente, 30 de diciembre de 2013. México.  
<http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2013/12/30/pemex-desmantelara-tres-plantas-del-complejo-petroquimico-independencia-en-texmelucan/> [Accedido 5 de octubre de 2016]
- López Tamayo, Nicolas E.1993 La urbanización de los ejidos en la ciudad de Puebla, México. Revista Interamericana de Planificación 27(105): 110-127.
- Luther, L. 2005. The National Environmental Policy Act: background and implementation. USA: Congressional Reseach Service (CRS), The library congresss. 38 pp.
- Lindstrom, M. & Smith, Z. 2001. NEPA's political and social origins. En *The National Environment Policy Act: Judicial misconstruction, legislative indifference, & executive neglect*. USA: Library of Congress.
- Martínez Alier Joan y Schlüpmann Klaus. 1991. La ecología y la economía. España: FCE.
- Martinez-Alier, J. 2002. The Environmentalism of the Poor—A Study of Ecological Conflicts and Valuation. Cheltenham: Edward Elgar.

## Referencias bibliográficas

- Martínez-Serrano, A. y Bollo-Manent, M. 2017. Aplicación del enfoque geocológico para la interpretación espacial de los niveles de urbanización. *Economía, sociedad y territorio*, vol. XVII, núm. 53, 2017. pp. 115-144.
- Martínez, S., A. y Damián, H., S. 1999. Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. Publicación Técnica No. 133. Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- MARX Karl. 1857. Formas que preceden a la producción capitalista. (Acerca del proceso que precede a la formación de la relación de capital o a la acumulación originaria). En *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (borrador) 1857-1858*. Vol. 1. 2ª ed. 1971. México: Siglo XXI.
- MARX Karl. 1867. El Capital Tomo I. Libro Primero. El proceso de producción del capital. Vol 3. 24ª ed. 2001. México: Siglo XXI.
- Mateo, J.M. 2000. Geografía de los paisajes. Primera parte. Paisajes naturales. Cuba: Ministerio de Educación Superior. Universidad de la Habana.
- Mateo, J.M. y da Silva, E.V. 2007. La geocología del paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *Revista Eletrónica do Prodema, Fortaleza*, Vol. 1, N°, 1. p. 77-98.
- Mateo, J.M y Bollo, M. 2016. La región como categoría geográfica. México: CIGA-UNAM.
- Melé, P. 1994. Puebla: urbanización y políticas urbanas. Puebla, México: BUAP y UAM-Azcapotzalco.
- Mercado Díaz Jesús, del Moral Dávila Manuel y Jiménez Sánchez José, 2011. Diseño del cuadro de mando integral aplicado a la integración del transporte en la cadena de suministro (la quinta perspectiva del *Balanced Scored*), Publicación Técnica. Safandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- Millán Julio y Concheiro Antonio (coords.), 2000. México 2030. Nuevo siglo, nuevo país. 3ra reimp, 2006, México: FCE.
- Mondragón Alejandro. 2011. "Chínguense y después los perdonamos", Ajá. Al Portador. StatusPuebla, 8 de agosto de 2011 [http://www.statuspuebla.com.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6888&Itemid=70](http://www.statuspuebla.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=6888&Itemid=70) [Accedido 6 de octubre de 2016]
- Moore Jason. 2013. El auge de la ecología-mundo capitalista I. Las fronteras mercantiles en el auge y la decadencia de la apropiación máxima. *Laberinto*, N° 38, pp. 9-26
- Mota Sánchez Karina. 2013. Análisis multitemporal para la Evaluación de Impacto Ambiental de una mina de hierro a cielo abierto". Tesis de Maestría en Ingeniería. UNAM. Tutor Dr. César Valdez, México.
- Murrieta, (s/r). El gringo Jenkins pierde su latifundio. En *Diario del Yaqui*, <http://www.diariodelyaqui.mx/secciones/quehacer-cultural/109484-el-gringo-jenkins-pierde-su-latifundio-ultimo> [Accedido el 5 de octubre de 2016].
- O'Connor, James. 1998. Is sustainable capitalism possible?. En *Natural causes. Essays on ecological marxism*, New York/London: The Guilford Press.

## Referencias bibliográficas

- OECD. 2008. Measuring material flows and resource productivity. Vol. III Inventory of Country Activities. Paris: OECD. 105 p.
- Olivera, Guillermo. 2001. Trayectoria de las Reservas Territoriales en México: irregularidad, desarrollo urbano y administración municipal tras la reforma constitucional de 1992. EURE, vol. XXVII, núm. 81, septiembre 2001. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Organización de Naciones Unidas (ONU), 2002. Country experiences with national reportings to the national commission on sustainable development. Department of Economic and Social Affairs/Division for sustainable development: New York.
- Ortiz-Solorio, C. y Gutiérrez-Castorena, M. 2001. La etnoedafología en México. Una visión retrospectiva. En *Etnobiología* 1: 44-62, 2001
- Passarge, S., 1933. Geographische volkerkunde. 2 Afrika. Frankfurt a. M.
- Peralta Servín, 2010. Obras de drenaje en caminos y el impacto que éstas causan en el entorno. Monografía. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Veracruzana. México
- Pereira de Oliveira, Josildete, dos Santos Paulo, Torres Luciano y Tomasulo Simone. 2012. El paisaje de la carretera interpraías en Balneario Camboriú (Santa Catarina, Brasil) según la perspectiva turística de las carreteras parques. En *Estudios y perspectivas en turismo*. Vol. 21, no.2, mar./abr., pp. 461-477. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Petras, J. 1997. Imperialism and NGOs in Latin America, *Monthly Review*, v. 49, n. 7, 1997.
- Phillips Claudia. 1997. [An evaluation of ecosystem management and its application to the national environmental policy act: the case of the U.S. Forest Service](#). Dissertation Submitted to the Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of doctor of philosophy environmental design and planning
- Pierrehumbert, R. T. 2009. Principles of planetary climate. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Plinninger, R., Käsling, H y Thuro, K. 2004. Wear prediction in hardrock excavation using the Cerchar Abrasiveness Index (CAI). Eurock & 53<sup>rd</sup> Geomechanics Colloquim. Shubert (ed.)
- PNUMA. 2013. Tendencias del flujo de materiales y productividad de recursos en América Latina, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. p. 37.
- Polanco Camilo. 2006. Indicadores ambientales y modelos internacionales para la toma de decisiones. En *Gestión y Ambiente*, vol. 9, núm 2, agosto, 2006. pp. 27-41
- Presidencia de la República. S/R. Visión 2030. El México que queremos. Documento inédito, México. [www.vision2030.gob.mx](http://www.vision2030.gob.mx) [Accedido el 25 de enero de 2012].
- Priego Santander, Ángel. 2012. Cartografía del Paisaje. Notas de clase. Maestría en *Manejo Integrado del Paisaje*. UNAM & ITC. Posgrado en Geografía. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, 98 p. (inédito)

## Referencias bibliográficas

- Priego Santander A., E. Isunza V., N. Luna G. Pérez J.L. 2003. Cuencas hidrográficas de México a escala 1:250,000 (Metadato). México: Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas, Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas- Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT)
- Priego Santander, Ángel, Bocco Gerardo, Mendoza Manuel y Garrido Arturo. 2008. Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos. México: SEMARNAT/INE/CIGA/UNAM.
- Puga, Katia. 2015. La importancia de la evaluación de impacto social en los proyectos del sector energético. Presentación en el Seminario Implicaciones de la reforma energética en la propiedad social, soluciones y controversias. 8 y 9 de septiembre de 2015. México: Barra Mexicana, Colegio de Abogados, A.C.
- Puga Martínez, Javier. 2008. La expropiación de la Atlixcáyotl–Quetzalcóatl no consideraba el uso comercial de la zona. En *La Jornada de Oriente*. Puebla. Ecología. 8 de mayo de 2008. <http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2008/05/08/puebla/ec1104.php> [Accedido el 23 de octubre de 2016]
- Quaini Massimo. 1985. *Marxismo y Geografía*, España: Oikos Tau.
- Ramírez Velázquez B. Rebeca, 2010. ¿De vuelta a la Megalópolis y a la región centro del país? En Eibenschuts R, *La Zona Metropolitana del Valle de México: los retos de la Megalópolis*. pp. 23-58.
- Rasgado Gallegos Yazmín. 2013. *Movilidad y accesibilidad urbana en las nuevas centralidades de Puebla: el caso de la Vía Atlixcayótl*. Tesis de Maestría. Gestión y diseño urbano sustentable. Asesor. Víctor Hugo Hoffman Aguirre. Universidad Iberoamericana Puebla.
- Real Y. C. 2006. *El tratamiento del paisaje en la evaluación ambiental de las carreteras: un procedimiento a superar*, ponencia presentada en III Congreso de Ingeniería civil, territorio y medio ambiente. Zaragoza: Colegio de Caminos, Canales y Puertos.
- Rojo Negrete Iskra. 2013. *Desarrollo de un sistema de indicadores ambientales para la Evaluación de Impacto Ambiental a escala local en el Distrito Federal, México*. Tesis de Maestría en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras/Instituto de Geografía, UNAM. Tutor Dra. María Perevochtchikova, México.
- Sánchez, Axel. 2016. Las 5 autopistas más costosas y las 5 más baratas de México. En *El Financiero*, Martes 28 de junio de 2016, pág 16.
- Sánchez Luis E. 2002. *Evaluación de Impacto Ambiental*. En F.L Repetto; C.S.Karez. (Org.). *Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*. Montevideo: Unesco.
- Santos, Milton. 1990. *Por una geografía nueva*. España: Espasa-Calpe.
- Saxe-Fernández, J. 1994. *Nafta: los cruces de la geopolítica y geoconomía del capital*. México: CEIICH- Coordinación de Humanidades, UNAM.
- Schteingart, Martha. 1987. *Expansión urbana, conflictos sociales y deterioro ambiental en la Ciudad de México. El caso del Ajusco*. En *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 2, núm. 3 (6) (septiembre-diciembre). México: El Colegio de México.

## *Referencias bibliográficas*

- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (Seduvi), 2015. Listado de Tipos de Uso de Suelo. Actualizado 31 de diciembre de 2015. Validado 5 de febrero de 2016  
[http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/docs/transparencia/articulo15/fraccionxi/2015/4trimestre/Art15\\_Fracc\\_XI\\_listadotiposdesuelo\\_4Trim2015.pdf](http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/docs/transparencia/articulo15/fraccionxi/2015/4trimestre/Art15_Fracc_XI_listadotiposdesuelo_4Trim2015.pdf) [Accedido el 15 de abril de 2016].
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2007. Plan Nacional de Infraestructura 2007-2012. México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2008. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012. México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2013. Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). S/R. MIA Regional. 57 págs. México
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). S/R. Guía para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional de proyectos de vías generales de comunicación. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). S/R. Manifestación de Impacto Ambiental. Libramiento poniente de la Ciudad de Puebla. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector de vías generales de comunicación. Modalidad: Particular. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012a. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. México, D. F..
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012b. La Evaluación de Impacto Ambiental. SEMARNAT/INE: México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales. Conjunto Básico del Desempeño ambiental.  
<http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores16/index.html> [Accedido 30 septiembre de 2016]
- Scott-Brown. 2008. De la EIA a la EAE y de vuelta: revisando la tiranía de las decisiones pequeñas. Canadá: Integrated Environments Ltda.
- Sioutas, Constantinos, 2011. Fine-scale spatial and temporal variability of particle number concentrations within communities and in the vicinity of freeway sound walls. Final Report. LA, California: The California Air Resources Board and The California Environmental Protection Agency.
- Smith Neil. 1996. La nueva frontera urbana. Ciudad revanchista y gentrificación. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Soto, Oscar, 2012. La ciudad nómada. Poder y apropiación del espacio en el marco de los procesos de crecimiento urbano en la ciudad de Puebla. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, 613 págs.
- Toledo Víctor. 2008. Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la

### *Referencias bibliográficas*

- naturaleza. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 7. pp. 1-26.
- Toledo, V. y González de Molina. 2015. *The social metabolism. A socio-ecological theory of historical change*, Ed. Springer.
- Troll, C. [1964]. 2003. La ecología del paisaje. En *Gaceta Ecológica*, Número 68, México: INE/SEMARNAT.
- Troll, C. 1970. Landschaftsökologie (Geoecology) und Biogeocoenologie. Eine terminologische Studie. *Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie* 14: 9–18.
- Velasco Santos, Paola. 2005. Por la buena o por la mala. El Estado y la lucha por la tierra en Santa María Tonantzintla, Puebla. Una historia ejidal. Tesis de Licenciatura en Antropología. Universidad de Las Américas Puebla.
- Verocai Iara. 2011. Evolución de las prácticas de evaluación de impacto ambiental en América Latina. Conferencia presentada en el Día de Iberoamérica. *Conferencia de IAIA 2011*, 30 de mayo de 2011, Puebla, México: BID/IFC/BM.
- Walter, M. 2009. Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental... Reflexionando sobre enfoques y definiciones. *Boletín ECOS* N° 6, Febrero-abril. Madrid: Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial).
- World Bank. 2008. *Watershed Management Approaches, Policies, and Operations: Lessons for Scaling Up*. Water sector board discussion paper series, Paper No. 11
- World Vision. 2004. *Manual de manejo de cuencas*. El Salvador: World Vision.
- Zárate Raúl, Asoleadero. 2011 ¿Quién se apropió de 290 hectáreas del Periférico Ecológico? 21 de marzo de 2011. *El Sol de Puebla* <http://www.oem.com.mx/elsoldepuebla/notas/n2011047.htm> [Accedido el 5 de octubre de 2106]
- Zinck, A. 2012. *Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. Holanda: ITC.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Leyenda de paisajes físico-geográficos del área de evaluación, a escala 1:10,000

#### D.1. MONTAÑAS EN CLIMA TEMPLADO SUBHÚMEDO

**I. Montañas volcánicas fuertemente muy diseccionados ( $2,180 < H < 2,580$ ;  $260 < h < 400$  m), formadas por andesita, tobas intermedias y rocas volcano-clásticas en clima templado subhúmedo.**

*I.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, fluvisol, litosol y regosol.*

B. Fuertemente inclinados ( $10$  a  $30^\circ$ ) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

C. Medianamente inclinados ( $5$  a  $10^\circ$ ) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

D. Ligeramente inclinados ( $3$  a  $5^\circ$ ) con agricultura de temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

E. Planos ( $>$  a  $3^\circ$ ) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

**II. Montañas volcánicas fuertemente diseccionados ( $2,180 < H < 2,580$ ;  $260 < h < 400$  m), formadas por brecha volcánica básica en clima templado subhúmedo.**

*II.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura y bosque sobre regosol.*

A. Muy fuertemente inclinados ( $<30^\circ$ ) con bosque de encino-pino sobre regosol éutrico.

B. Fuertemente inclinados ( $10$  a  $30^\circ$ ) con agricultura de temporal, bosque de encino-pino sobre regosol éutrico.

C. Medianamente inclinados ( $5$  a  $10^\circ$ ) con agricultura de temporal, bosque de encino-pino sobre regosol éutrico.

#### D.2 LOMERÍOS EN CLIMA TEMPLADO

**III. Lomeríos volcánicos pequeños, ondulados ( $2,040 < H < 2,220$  m;  $20 < 40$  m), formados por tobas intermedias y rocas volcano-clásticas en clima templado subhúmedo.**



## *Anexos*

*III.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, feozem, fluvisol y regosol.*

- A. Muy fuertemente inclinados (<30°) con bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico y regosol éútrico.
- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.
- C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.
- D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.
- E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.

### **IV. Lomeríos volcánicos pequeños, ondulados (2,040 < H < 2,220 m; 20 < 40 m), formados por rocas sedimentarias conglomeradas en clima templado subhúmedo.**

*IV.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque y pastizal sobre feozem y fluvisol.*

- A. Muy fuertemente inclinados (<30°) con bosque de encino sobre feozem háplico y fluvisol éútrico.
- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego, bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico y regosol éútrico.
- C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico.
- D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con bosque de encino sobre feozem háplico.

### **V. Lomeríos volcánicos grandes, diseccionados (2,200 < H < 2,240 m; 60 < h < 160 m), formados por andesita, tobas intermedias y rocas volcano-clásticas en clima templado subhúmedo.**

*V.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque y pastizal sobre cambisol, feozem, fluvisol y vertisol.*

- A. Muy fuertemente inclinados (<30°) con agricultura de temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico y vertisol pélico.
- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y tascate, y pastizal

## *Anexos*

inducido sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y vertisol pélico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y tascate y pastizal inducido sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y vertisol pélico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y tascate y pastizal inducido sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y vertisol pélico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y tascate y pastizal inducido sobre cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y vertisol pélico.

### **VI. Lomeríos volcánicos grandes, diseccionados (2,200 < H < 2,240 m; 60 < h < 160 m), formados por brecha volcánica básica en clima templado subhúmedo.**

*VI.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque y pastizal sobre feozem, fluvisol, litosol y regosol.*

A. Muy fuertemente inclinados (<30°) con bosque de pino sobre litosol.

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de temporal, bosque de encino, pino y encino-pino y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éútrico, litosol y regosol éútrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pino y encino-pino y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éútrico, litosol y regosol éútrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pino y encino-pino sobre feozem háplico, fluvisol éútrico y litosol.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de temporal y bosque de pino-encino sobre litosol.

### **D.3 ESCALONES MONTAÑOSOS DE ALTIPLANOS [PIEDEMONTES] EN CLIMA TEMPLADO**

#### **VII. Escalones montañosos de altiplanos, muy fuertemente diseccionados (1,900 < H < 2,100 m; h = 200 m), formados por andesita, tobas intermedias y rocas volcánico-clásticas en clima templado subhúmedo**

*VII.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana cambisol, feozem y regosol.*

A. Muy fuertemente inclinados (< 30°) con bosque de encino, pastizal inducido sobre feozem háplico.

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) agricultura de riego y de temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éútrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido

## *Anexos*

y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éútrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éútrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éútrico.

### **VIII. Escalones montañosos de altiplanos, muy fuertemente diseccionados (1,900 < H < 2,100 m; h = 200 m), formados por rocas sedimentarias conglomeras en clima templado subhúmedo.**

*VIII.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, feozem, fluvisol y regosol.*

A. Muy fuertemente inclinados (<30°) con bosque de encino sobre feozem háplico

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éútrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éútrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego, bosque de encino y zona urbana sobre cambisol vértico y feozem háplico.

### **IX. Escalones montañosos de altiplanos, muy fuertemente diseccionados (1,900 < H < 2,100 m; h = 200 m), formados por suelo aluvial en clima templado subhúmedo.**

*IX.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre feozem, fluvisol y regosol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego, bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego, bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éútrico y regosol éútrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éutrico y regosol éutrico.

#### D.4 MESETAS EN CLIMA TEMPLADO

##### **X. Mesetas sobre coladas volcánicas, onduladas a planas (2,180 < H 2,280 m; 60 h < 80 m), formadas por tobas intermedias en clima templado subhúmedo**

*X.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque y pastizal sobre feozem, fluvisol, litosol y regosol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de temporal, bosque pino y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de temporal, bosque de pino y pastizal inducidosobre feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) sobre feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de temporal, bosque de pino y pastizal inducido sobre feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

##### **XI. Mesetas sobre coladas volcánicas, onduladas a planas (2,180 < H 2,280 m; 60 h < 80 m), formadas por brecha volcánica básica en clima templado subhúmedo**

*XI.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura y bosque sobre feozem y litosol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal y bosque pino-encino sobre feozem háplico y litosol.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal y bosque de pino-encino sobre feozem háplico y litosol.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de temporal y bosque de pino-encino sobre feozem háplico y litosol.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de temporal y bosque de pino-encino sobre feozem háplico y litosol.

#### D.5. LLANURAS [PLANICIES] EN CLIMA TEMPLADO

##### **XII. Llanuras inclinadas y colinosas, moderadamente diseccionaas (2,160 < H < 2,180 m), formadas por andesita, tobas intermedias y rocas volcano-clásticas en clima templado**

**subhúmedo**

*XII.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, feozem, fluvisol, litosol y regosol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pino-encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pino y pino-encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pino y pino-encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pino-encino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

**XIII. Llanuras inclinadas y colinosas, moderadamente diseccionadas (2,160 < H < 2,180 m), formadas por rocas sedimentarias conglomeradas en clima templado subhúmedo**

*XIII.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque y pastizal cambisol, feozem, fluvisol y regosol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico y fluvisol éutrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico y regosol éutrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego sobre cambisol vértico, feozem háplico y regosol éutrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego sobre feozem háplico

**XIV. Llanuras inclinadas y colinosas, moderadamente diseccionadas (2,160 < H < 2,180 m), formadas por suelo aluvial clima templado subhúmedo.**

*XIV.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas, superficies y simas con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, feozem, fluvisol y vertisol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol pélico y vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico y vertisol pélico.

## *Anexos*

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico, regosol éútrico y vertisol pélico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y pastizal inducido sobre cambisol vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico, regosol éútrico y vertisol pélico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana cambisol éútrico y vértico, feozem háplico, fluvisol éútrico, gleysol vértico, litosol, regosol éútrico y vertisol pélico.

### **XV. Llanuras planas, muy poco diseccionadas (2,140 < H < 2,160 m), formadas por tobas intermedias en clima templado subhúmedo.**

*XV.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas, superficies y simas con agricultura y zona urbana sobre feozem, regosol y veritsol.*

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal sobre feozem háplico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal sobre feozem háplico y vertisol pélico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal y zona urbana sobre feozem háplico, regosol éútrico y vertisol pélico.

### **XVI. Llanuras planas, muy poco diseccionadas (2,140 < H < 2,160 m), formadas por suelo aluvial en clima templado subhúmedo.**

*XVI.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas, superficies y simas con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, feozem, fluvisol, gleysol y regosol.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) agricultura de riego, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico y fluvisol éútrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico, feozem háplico y fluvisol éútrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de tascate, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico, feozem háplico y fluvisol éútrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, bosque de tascate, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éútrico, feozem háplico, fluvisol éútrico, gleysol éútrico y regosol éútrico.

## **D.6. VALLES EN CLIMA TEMPLADO SUBHÚMEDO**

## **XVII. Valle intermontano formado por depósitos aluviales en clima templado subhúmedo**

*XVII.1- Complejo de cimas, terrazas y vegas con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre cambisol, feozem, fluvisol, gleysol, litosol y regosol.*

A. Muy fuertemente inclinados (<30°) con agricultura de riego y temporal y bosque de encino-pino sobre cambisol húmico y vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico y regosol éutrico.

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico y vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico y regosol éutrico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico y vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol húmico y vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, litosol y regosol éutrico.

E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y temporal, bosque de encino y encino-pino, pastizal inducido y zona urbana sobre cambisol éutrico, húmico y vértico, feozem háplico, fluvisol éutrico, gleysol vértico, litosol y regosol éutrico.

## **E.2. LOMERÍOS EN CLIMA SEMI-CÁLIDO**

### **XVIII. Lomeríos volcánicos pequeños, ondulados (2,040 < H < 2,220 m; 20 < h < 40 m), formados por tobas intermedias en clima semicálido.**

*XVIII.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque y pastizal sobre feozem.*

B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego, bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico.

C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con bosque de encino y pastizal inducido sobre feozem háplico.

D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con bosque de encino sobre feozem háplico.

E. Planos (> a 3°) con bosque de encino sobre feozem háplico.

### **XIX. Lomeríos volcánicos pequeños, ondulados (2,040 < H < 2,220 m; 20 < h < 40 m), formados por rocas sedimentarias conglomeradas en clima semicálido**

## *Anexos*

*XIX.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre feozem.*

- A. Muy fuertemente inclinados (<30°) agricultura de riego y zona urbana sobre roca petrocálcica.
- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) agricultura de riego, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre roca petrocálcica y feozem háplico.
- C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico.
- D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y pastizal inducido sobre feozem háplico.
- E. Planos (> a 3°) agricultura de riego y pastizal inducido sobre feozem háplico.

### **E.3. PIEDEMONTE EN CLIMA SEMI-CÁLIDO**

**XX. Escalones montañosos de altiplanos, muy fuertemente diseccionados (1,900 < H < 2,100 m; h = 200 m), formados por rocas sedimentarias conglomeradas en clima semi-cálido.**

*XX.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, bosque, pastizal y zona urbana sobre feozem.*

- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico.
- C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego, bosque de encino, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico.
- D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico.
- E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y zona urbana sobre feozem háplico.

**XXI. Escalones montañosos de altiplanos, muy fuertemente diseccionados (1,900 < H < 2,100 m; h = 200 m), formados por suelo aluvial en clima semi-cálido**

*XXI.1- Complejo de cumbres, puertos, laderas, cornizas y superficies con agricultura, pastizal y zona urbana sobre feozem y fluvisol.*

- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y zona urbana sobre feozem háplico y fluvisol éutrico.
- C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico y fluvisol éutrico.



## *Anexos*

- D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico y fluvisol éutrico.
- E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego, pastizal inducido y zona urbana sobre feozem háplico y fluvisol éutrico.

### **E.4. VALLES EN CLIMA SEMI-CÁLIDO**

#### **XXII. Valle intermontano formado por depósitos aluviales en clima semi-cálido.**

*XXII.1- Complejo de terrazas y vegas con agricultura y zona urbana sobre feozem y fluvisol.*

- B. Fuertemente inclinados (10 a 30°) con agricultura de riego y zona urbana sobre feozem háplico.
- C. Medianamente inclinados (5 a 10°) con agricultura de riego y zona urbana sobre feozem háplico.
- D. Ligeramente inclinados (3 a 5°) con agricultura de riego y zona urbana sobre feozem háplico.
- E. Planos (> a 3°) con agricultura de riego y zona urbana sobre feozem háplico y fluvisol éutrico.

## **ANEXO 2. Comentario sobre la incorporación de la renta de la tierra como un indicador para la evaluación de impactos socio-ambientales de proyectos de infraestructura de transporte**

La renta de la tierra y del suelo, constituyen elementos centrales para el estudio de los espacios rurales (Lefebvre, 1970); de tal modo, es fundamental que la metodología para la evaluación de los impactos de los proyectos de infraestructura de transporte desde una perspectiva socio-ambiental, considere seriamente estos elementos. No obstante, para incorporar los impactos de la construcción de la infraestructura de transporte sobre la renta de la tierra y el suelo en la presente metodología, es necesario desarrollar una investigación sobre las variaciones del valor del suelo urbano y rústico que se han presentado en el área de estudio y el área de evaluación. No obstante, la facultad de municipios para determinar la zonificación y los valores unitarios del suelo, deriva de las reformas del artículo 115 constitucional de 1999 y la reforma del artículo 78 de la Ley Orgánica Municipal de Puebla de 2001; de modo que los datos disponibles son relativamente recientes y difícilmente el estudio se puede iniciar desde 1962, año en que la construcción de la autopista México-Puebla detonó el proceso de industrialización, urbanización y especulación de la tierra en el valle de Puebla. Además, tal como se muestra en el Cuadro A, los decretos que establecen la zonificación y los valores unitarios de los municipios comprendidos en el área de evaluación, presentan algunas disparidades que complejizan la asignación del valor del suelo como un indicador para la metodología de evaluación socio-ambiental.

La primera complejidad que presenta la incorporación del valor unitario del suelo en la metodología, es la integración de la zonificación del suelo urbano y rústico en la zonificación socio-ambiental a escala 1:10,000; ya que cada municipio establece la zonificación de acuerdo con sus propias características y necesidades. Entre 2009 y 2013, la zonificación se ha desarrollado de manera desigual. Únicamente los municipios de Acajete, Huejotzingo y San Martín Texmelucan, donde el valor de los suelos urbanos y rústicos se ha elevado más, presentan zonificaciones para el año 2013; el resto de los municipios, con excepción de Tianguismanalco, continúan operando con la zonificación de 2012. Para determinar en qué medida la elevación del precio del suelo se ha elevado por efecto de la construcción de vías de comunicación en estos municipios, sería necesario comparar los precios 2012-2013 con los precios de 2008-2009; sin embargo, los municipios de Santa Isabel Cholula, Tecuanipan y Tianguismanalco carecen de estos datos, por lo que habría que realizar la comparación con datos de 2010.

De cualquier modo, el efecto real de la construcción de una autopista sobre el valor del suelo en estos municipios, solo podrá ser observada y evaluada *a posteriori*, es decir, una vez que la autopista fuera

*Anexos*

efectivamente construida. Para generar un marco de referencia que permitiera pronosticar cómo podría operar este proceso, sería necesario estudiar los impactos promovidos por la construcción de autopistas que actualmente se encuentran en operación, como la autopista siglo XXI o el Arco Norte de la Ciudad de México, lo cual constituye objeto de una investigación que permitiera evaluar los impactos socio-ambientales de la construcción del cuarto anillo vial que conforma la megalópolis del valle de México. Como fue señalado en la Introducción, aunque la presente investigación parte de una reflexión teórica que tiende hacia la evaluación global de los proyectos de infraestructura del país, el objetivo general de la metodología consiste únicamente en evaluar un fragmento del proyecto global de expansión de infraestructura carretera; de esta forma, la incorporación de la renta de la tierra como un indicador que permita evaluar los impactos socio-ambientales de la infraestructura carretera, queda como una investigación pendiente que permita realizar la evaluación global de los proyectos de infraestructura del país. El siguiente cuadro muestra la diversidad de tipos de uso y el aumento en el valor del suelo urbano y rústico en los municipios que integran el área de evaluación.

Cuadro A. Zonificación y valores unitarios del suelo urbano y rústico en el área de evaluación.							
Municipio	Zona/ Uso	Cve	Descripción	Valor			
				2009	2010	2012	2013
Acajete*	I/H6	1	Habitacional progresivo	--	\$115	\$230	\$470
	II/H4	1	Habitacional económico	--	\$235	\$340	\$695
			San Juan Tepulco	--	--	--	\$305
			San Agustín Tlaxco	--	--	--	\$305
			Sta. María Nenetzintla	--	--	--	\$305
			San Jerónimo Ocotitlán	--	--	--	\$305
			Suburbanos	--	--	\$75	\$156
	Localidad foránea	--	\$75	\$150	\$305		
	Riego	--	\$109,200	\$109,200	\$263,700		
	Temporal de primera	--	\$71,500	\$71,500	\$93,000		
	Temporal de segunda	--	\$45,500	\$45,500	\$56,000		
	Monte	--	\$19,500	\$19,500	\$24,800		
	Cantera	--	\$77,000	\$77,000	\$97,800		
Calpan	I	1		\$78	\$80	\$105	--
	II	1		\$143	\$150	\$195	--
			Fracc. y U. Hab. de Interés Social	--	\$415	\$540	--
			Fracc. y U. Hab. Media	--	\$625	\$815	--

Anexos

			Localidad foránea	\$52	\$52	\$70	--
			Temporal	\$26,000	\$26,000	\$26,000	--
			Árido	\$19,500	\$19,500	\$19,500	--
Chiauh-tzingo	I	1		\$140	\$280	\$500	--
	I	2		--	\$335	\$600	--
			San Agustín Atzompa	--	\$95	\$170	--
			San Antonio Tlatenco	--	\$90	\$160	--
			San Juan Tetla	--	\$95	\$170	--
			Localidad foránea	\$80	\$80	\$145	--
			Riego	\$300,000	\$300,000	\$300,000	--
			Temporal de primera	\$200,000	\$200,000	\$200,000	--
			Temporal de segunda	\$120,000	\$120,000	\$120,000	--
			Monte	\$24,000	\$24,000	\$24,000	--
		Árido	\$14,000	\$14,000	\$14,000	--	
Santa Isabel Cholula	I	1		--	\$91	\$100	--
	I	2		--	\$310	\$345	--
			San Pablo Ahuatempan	--	\$125	\$140	--
			Santa Ana Acozautla	--	\$125	\$140	--
			Localidad foránea	--	\$91	\$100	--
			Riego	--	\$136,500	\$136,500	--
			Temporal	--	\$91,000	\$91,000	--
		Monte	--	\$22,750	\$22,750	--	
Domingo Arenas	I	1		\$90	\$180	\$340	--
	II	2		--	\$230	\$435	--
			Localidad foránea	\$30	\$60	\$115	--
			Riego	\$80,000	\$80,000	\$80,000	--
			Temporal	\$40,000	\$40,000	\$40,000	--
			Monte	\$8,000	\$8,000	\$8,000	--
Huejotzingo*			Árido	\$2,000	\$2,000	\$2,000	--
	I/H6	1	Habitacional progresivo	\$99	\$120	\$245	\$350
	II/H4	1	Habitacional económico	\$197	\$300	\$610	\$870
	III/H3	1	Habitacional medio	\$328	\$400	\$815	\$1,160
	H5	1	Habitacional interés social	--	\$415	\$845	\$1,200
	H5	2	Habitacional interés social	--	\$625	\$1,270	\$1,805
			Santa María Atexcal	--	--	--	\$265
			Santa María Nepopualco	--	--	--	\$265
			Coyotzingo	\$99	\$120	\$245	\$350
			Calpultitlán	\$99	\$120	\$245	\$350
			Colonia Santa Bárbara	\$99	\$120	\$245	\$350
			Xalmimilulco	\$99	\$120	\$245	\$350
	I10	2	Industrial	--	--	\$218	\$560

Anexos

I10	2	Industrial	--	--	--	\$480
		Localidad foránea	\$33	\$90	\$185	\$265
		Riego	\$163,800	\$163,800	\$163,800	\$223,600
		Temporal de primera	\$109,200	\$109,200	\$109,200	\$137,600
		Temporal de segunda	\$65,520	\$65,520	\$65,520	\$71,400
		Monte	\$13,014	\$13,014	\$13,014	\$15,200
		Árido	\$7,644	\$7,644	\$7,644	\$8,900
		Corredor industrial	\$1,965,600	\$2,180,000		--
Nealtican	I	1	\$60	\$85	\$285	--
	II	1	\$90	\$180	\$605	--
		Suburbanos	--	--	\$40	--
		Localidad foránea	\$20	\$40	\$135	--
		Riego	\$80,000	\$80,000	\$80,000	--
		Temporal	\$40,000	\$40,000	\$40,000	--
		Monte	\$8,000	\$8,000	\$8,000	--
	Árido	\$4,000	\$4,000	\$4,000	--	
Tecuapipán	I	1	--	\$90	\$115	--
	II	1	--	\$180	\$205	--
		Suburbanos	--	--	\$100	--
		Localidad foránea	--	\$90	\$115	--
		Temporal	--	\$39,000	\$39,000	--
	Monte	--	\$13,000	\$13,000	--	
Tianguismanalco	I	1	--	\$175	--	--
	I	2	--	\$225	--	--
		Localidad foránea	--	\$50	--	--
		Riego	--	\$140,000	--	--
		Temporal	--	\$70,000	--	--
		Monte	--	\$14,000	--	--
	Árido	--	\$7,000	--	--	
San Martín Texmelucan*	I	1	100	\$250	\$250	\$261
	I	2	190	\$475	\$475	\$496
	I	3	225	\$530	\$530	\$553

Anexos

II	1	350	\$730	\$730	\$762
II	2	450	\$855	\$855	\$893
II	3	550	\$1,000	\$1,000	\$1,045
III	1	600	\$1,345	\$1,345	\$1,045
III	2	1,200	\$1,960	\$1,960	\$2,048
III	3	2,300	\$2,300	\$2,300	\$2,048
	Zona de transición	90	\$225	\$225	\$235
	Banda 1	--	--	\$1,960	--
	Banda 2	--	--	\$2,350	--
	Banda 2	--	--	\$2,760	--
	Riego	\$150,000	\$150,000	\$150,000	\$300,000
	Temporal	\$90,000	\$90,000	\$90,000	\$180,000
	Monte	\$13,100	\$13,100	\$13,100	\$26,100
	Industrial	\$2,000,000	\$2,000,000	\$2,000,000	\$2,000,000

Fuente: Elaboración propia con base en los Decretos para la zonificación catastral y valores unitarios de suelos urbanos y rústicos de los municipios del área de estudio para varios años, disponibles en <http://compilacion.ordenjuridico.gob.mx/poderes.php?edo=21>

\* La información de Acajete 2012 corresponde a 2011

\*\* La información de Huejotzingo y San Martín Texmelucan de 2009 corresponde 2008