



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.  
MAESTRÍA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA AMBIENTAL.**



**Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias.**

**Título:**

**Incorporación de la variable ambiental sustentable a  
la construcción de vialidades primarias.**

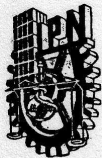
**Estudio de un caso metropolitano: Distribuidor vial Zaragoza-Texcoco.**

**Presenta**

**José Miguel Angel Uribe Alcalá.**

**Ciudad de México, D.F.**

**2007.**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**ACTA DE REVISIÓN DE TESIS**

En la Ciudad de México, D.F. Siendo las 18:00 horas del día 09 del mes de

Agosto del 2007 Se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada

Por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.A.- U.Z.

Para examinar la tesis de grado titulada "INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL SUSTENTABLE  
 A LA CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES PRIMARIAS. ESTUDIO DE UN CASO METROPOLITANO:  
 DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-TEXCOCO."

Presentada por el alumno:

URIBE

ALCALÁ

JOSÉ MIGUEL ÁNGEL

Apellido paterno

materno

nombre(s)

Con registro: 

A0	1	0	5	5	1
----	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA  
 Director de Tesis

DR. VÍCTOR MANUEL LOPEZ LOPEZ

DR. JORGE MELÉNDEZ ESTRADA

M. EN I. FELIPE LÓPEZ SÁNCHEZ

M. EN C. RICARDO CONTRERAS CONTRERAS

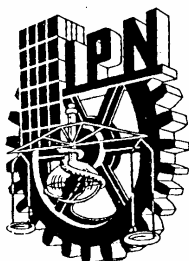
M. EN C. HUGO W. VALERA DURÁN

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. HECTOR A. SÁNCHEZ SÁNCHEZ



SECCIÓN DE ESTUDIOS DE  
 POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de México, D. F., el día 13 del mes de noviembre del año 2007, el que suscribe José Miguel Angel Uribe Alcalá, alumno del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental, con número de registro A010551, adscrito a la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Víctor Manuel López López, cede los derechos del trabajo intitulado "INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL SUSTENTABLE A LA CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES PRIMARIAS. ESTUDIO DE UN CASO METROPOLITANO: DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-TEXCOCO", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [mickeynew@yahoo.com](mailto:mickeynew@yahoo.com). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

A handwritten signature in black ink is positioned above a horizontal line. The signature is stylized and appears to read 'JMA' followed by a flourish.

José Miguel Angel Uribe Alcalá

## D e d i c a t o r i a .

### ***A mis padres y hermanos:***

*Julieta Alcalá Sánchez y*

*José Uribe Hernández.*

*Martha Patricia,*

*Roberto y*

*Erica.*

*Por su apoyo y cariño.*

### ***A mi esposa e hijos:***

*Yohana Gabriela Juárez Peña,*

*Michelle Estefanía,*

*Diane Noemí y*

*Caleb Benjamín.*

*Como un ejemplo de perseverancia para sus vidas.*

### ***Al Dr. Víctor Manuel López López:***

*Por su invaluable ayuda en la consecución del presente trabajo.*

### ***A mis amigos:***

*Gracias por sus consejos y paciencia.*

# ÍNDICE.

SIP-14.	II
Cesión de derechos.	III
Dedicatoria.	IV
Índice.	V
Tablas y figuras.	VI
Abreviaturas.	VIII
Resumen ejecutivo.	IX
Abstract.	XI
Justificación.	XIII
Introducción.	XVII
Estado del campo de estudio.	XVIII
Objetivos.	XXIV
Hipótesis de trabajo.	XXV
Marco normativo.	XXVI
Capítulo I. Marco teórico conceptual. Génesis del concepto de sustentabilidad y su aplicación a la industria de la construcción.	1
Capítulo II. Los impactos ambientales propiciados por la industria de la construcción.	17
Capítulo III. Metodologías empleadas para la identificación de impactos ambientales y su relación con los recursos naturales.	25
Capítulo IV. Mitigación de impactos ambientales en el marco de la filosofía de la sustentabilidad.	38
• Políticas ambientales.	39
• Propuesta de utilización de materiales reciclados.	45
Capítulo V. Estudio de caso: la construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco.	53
• Valoración Ambiental.	54
• Métodos de Valoración Ambiental.	55
• Problemas urbanos y ambientales relacionados con la construcción de obras viales.	67
• Impacto en los recursos arbóreos por la construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco.	71
• Costo - Beneficio.	76
Capítulo VI. Promoción de los resultados.	78
Conclusiones y Recomendaciones.	81
Temas pendientes de estudio.	87
Glosario de términos.	90
Bibliografía.	94

# T A B L A S Y F I G U R A S

## Justificación

Tabla J.1 Población, PIB y consumo de energía primaria, por país, 2002. Fuente: (Manzo, 2005)	Pág. XV
---	---------

## Capítulo I

Figura 1.1 Stonehenge (Inglaterra) Lawrence Migdale/Photo Researchers, Inc. Fuente: (Microsoft ®, 2003)	Pág. 9
Figura 1.2 La casa de la Cascada Frank Lloyd Wright, 1937. Fuente: (Microsoft ®, 2003)	Pág. 11
Figura 1.3 Fases de un proceso constructivo. Fuente: (Pilar de Zalazar, 2003)	Pág. 15

## Capítulo II

Figura 2.1 Efectos de la contaminación atmosférica. Fuente: (Microsoft ®, 2003)	Pág. 18
Figura 2.2 Consumo de materiales en los Estados Unidos de América de 1900-1991 Fuente: (Young and Sachs, 1994)	Pág. 20
Figura 2.3 Relación entre ingreso y consumo de energía. per-capita. Fuente: (Kim, 1998)	Pág. 21
Figura 2.4 Relación entre ingreso y Consumo de agua per- capita. Fuente: (Kim, 1998)	Pág. 21
Figura 2.5 Relación entre ingreso y Producción de contaminantes per- capita. Fuente: (Kim, 1998)	Pág. 21
Tabla 2.1 Impactos provocados por distintas fases de la industria de la construcción Fuente: (Habitat, 2006)	Pág. 22
Tabla 2.2 Impactos de las construcciones modernas en el medio ambiente y en las personas. Fuente: (Roodman, 1995)	Pág. 24

## Capítulo III

Tabla 3.1 Matriz de identificación de Impactos Ambientales. Fuente: (Adaptada de Congreso, 2003)	Pág. 29
Figura 3.1 Métodos de Análisis para Diseño Sustentable. Fuente: (Kim, 1998)	Pág. 30
Figura 3.2 Depredación de los recursos forestales. Fuente: (Microsoft ®, 2003)	Pág. 31
Figura 3.3 Fases en los procesos de construcción. Fuente: (Kim, 1998)	Pág. 34
Figura 3.4 Marco del análisis del ciclo de vida. Fuente: (Carvalho, 2001)	Pág. 36

## Capítulo IV

Tabla 4.1 Comparación de Instrumentos Ecológicos entre la LGEEPA y la LADF. Fuente: (Elaboración propia, basada en la LGEEPA y la LADF)	Pág. 39
Figura 4.1 Fuentes fijas de contaminación atmosférica. Fuente: (Microsoft ®, 2003)	Pág. 42
Figura 4.2 Emisión de gases de efecto invernadero de acuerdo con el tipo de combustible. Fuente: (Töpfer, 2001)	Pág. 43
Tabla 4.2 Medidas de Mitigación en la industria de la construcción. Fuente: (Casanova y Páramo, 1999)	Pág. 45
Figura 4.3 Disposición Final de Desechos Urbanos. Fuente: (Microsoft ®, 2003)	Pág. 49
Tabla 4.3 Energía incorporada por distintos materiales de construcción. Fuente: (Habitat, 2006)	Pág. 51

## Capítulo V

Figura 5.1 Valor Económico Total. Fuente: (Seminario, 2004)	Pág. 55
Tabla 5.1 Comparación por sectores entre el costo imputado de la degradación ambiental. Fuente: (Sistemas, 2004)	Pág. 59
Tabla 5.2 Costos por problemas ambientales en México por las actividades económicas en general. Fuente: (SEDESOL, 1992)	Pág. 60
Tabla 5.3 Tasa de morbilidad de los principales casos nuevos de enfermedades, 2000 a 2004. Fuente (INEGI, 2006)	Pág. 62
Tabla 5.4 Morbilidad hospitalaria por principales grupos de causas de egresos, 2002 a 2004. Fuente (INEGI, 2006)	Pág. 63
Figura 5.2 Ubicación de la zona de estudio. Fuente: (INEGI, 2006)	Pág. 65
Figura 5.3 Distribuidor Vial Zaragoza- Texcoco. Fuente: (GDF, 2006.)	Pág. 66
Tabla 5.5 Árboles plantados y superficies reforestadas por entidad federativa, 2003. Fuente: (INEGI, 2006)	Pág. 69
Tabla 5.6 Inventarios de áreas verdes urbanas en el DF por Delegación, 2003. Fuente: (INEGI, 2006)	Pág. 70

---

<b>Figura 5.4</b> Uso de suelo en el DF. Fuente: (INEGI, 2006)	Pág. 71
<b>Figura 5.5</b> Maqueta del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco. Fuente: (GDF, 2006)	Pág. 72
<b>Figura 5.6.</b> Estado antes del inicio de trabajos para el Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco. Fuente: (Elaboración propia, 2006)	Pág. 73
<b>Figura 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10.</b> Estado durante los trabajos para el Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco. Fuente: (Elaboración propia, 2006)	Pág. 74
<b>Tabla 5.7</b> Comparación del costo por tala en relación con la sustitución de árboles. Fuente: (Elaboración propia, 2006)	Pág. 75
<b>Figura 5.11</b> Comparación entre Tala y Sustitución de árboles. Fuente: (Elaboración propia, 2006)	Pág. 75

## **Conclusiones y Recomendaciones.**

<b>Figura C.1</b> Producción mundial de energía primaria por fuente. Fuente: (Manzo, 2005)	Pág. 84
<b>Tabla C.1</b> Recomendaciones. Fuente: (Elaboración propia, 2007)	Pág. 86

## A B R E V I A T U R A S

<b>ACV</b>	Análisis del Ciclo de Vida
<b>Buts</b>	British Units
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>DF</b>	Distrito Federal
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>Gal</b>	Galón
<b>GDF</b>	Gobierno del Distrito Federal
<b>Gt</b>	Gigatonelada (1 gigatonelada Gt es igual a 10 <sup>9</sup> toneladas)
<b>Ha</b>	Hectárea
<b>HC</b>	Hidrocarburo
<b>iisbe</b>	International Initiative for a Sustainable Built Environmental
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
<b>ISO</b>	International Standardization Organization
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>KWh</b>	Kilowatt hora
<b>LADF</b>	Ley Ambiental del Distrito Federal
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas.
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PRODERS</b>	Programas de Desarrollo Regionales
<b>Pza</b>	Pieza
<b>SARH</b>	Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UNEP</b>	United Nations Environmental Protection
<b>UNESCO</b>	United Nations Education Science Culture Organization
<b>usgbc</b>	United States Green Building Construction
<b>WCED</b>	World Commission on Environment and Development.



## RESUMEN EJECUTIVO

El tema de la sustentabilidad generalmente cobra importancia cuando sucede alguna catástrofe en el medio ambiente, provocada o no por el ser humano, por ejemplo el derrame de petróleo crudo cerca de una costa o un gran incendio que amenaza a una población humana y a sus bienes. En algunos casos son algunos grupos ambientalistas quienes llaman la atención sobre el tema, sin embargo, y como se demostrará en el presente trabajo, las actividades de la industria de la construcción en general, tienen un impacto relevante en la afectación del medio ambiente y los recursos naturales como producto de las mismas.

La industria de la construcción, es una gran impulsora de desarrollo para los países, al proveer infraestructura para el funcionamiento de las economías (presas, terminales aéreas, puertos marítimos, carreteras, etc); y así mismo, edificar las oficinas y habitación para la población. Para lograr tales metas, se requieren los insumos necesarios, los cuales provienen en su gran mayoría de los recursos naturales (renovables y no renovables), tales como por ejemplo, grandes cantidades de áridos para fabricar concretos (arena, grava y calizas principalmente); metales como el acero (carbón y hierro), aluminio, cobre; maderas; enormes volúmenes de agua; y combustibles para poder realizar la transformación y traslado de los productos obtenidos. **(Roodman, 1995)**

En términos de costos monetarios, la extracción, transformación, almacenaje y transportación de los insumos para la construcción, está determinada por el lugar de obtención y la distancia a transportarlos **(Young and Sachs, 1994), (PNUMA, 2004)** Siendo que los mayores constructores son los países desarrollados, los cuales, en general no tienen los suficientes recursos naturales o sus legislaciones locales son estrictas en cuanto a su aprovechamiento, trasladan sus necesidades a países en vías de desarrollo, donde éstos se encuentran con mayor facilidad y en grandes cantidades, con la ventaja de que las legislaciones locales son más flexibles o inexistentes en el rubro ambiental, adicionando el daño ambiental a dichos países, los cuales deben cargar con los costos de remediación (ver Tabla 2.2)

Para lograr insertar el tema ambiental a nivel mundial, se han efectuado conferencias auspiciadas por la ONU (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en 1972, Cumbre de la Tierra en 1992) y organismos públicos y gubernamentales, las cuales han sentado las bases para comenzar a dar la importancia necesaria al tema ambiental y a la sustentabilidad en particular, lo que a propiciado el desarrollo de distintas herramientas para conocer y determinar los posibles impactos ambientales y las medidas de remediación, las cuales aún siguen mejorándose, pues este tema no se a agotado (PNUMA, 2006)

En el presente trabajo se ha tomado como estudio de caso la Valoración Ambiental por la construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco en la Ciudad de México, D. F., para lo cual se presentan las condiciones naturales prevalecientes en el Valle de México; conociendo también, el estado actual que se presenta en los rubros medioambientales, de desarrollo urbano y de salud en general.

La Valoración Ambiental, empleada como una herramienta para determinar el costo ambiental por la tala de especies arbóreas (a las cuales no se les ha otorgado la importancia debida, por lo menos en su calidad de proveedores de oxígeno y absorbentes de contaminantes como el  $CO_2$ , polvos, ruido, etc), es apenas un primer intento para conocer con mayor exactitud la serie de problemas que la construcción de vialidades causa en el medio ambiente, por lo cual también se dedicó un apartado especial para señalar algunos de los temas pendientes que pueden ser campo de estudio en posteriores investigaciones. Así mismo, el presente trabajo pretende difundir a través del medio académico sus resultados (ubu, 2006)

## A B S T R A C T

The environmental sustainable theme is also very important, almost when happen environmental emergency events by or not for human acts, example: oil boat outflow oil into the sea or big fire can threaten some people towns or his properties. In many cases some environmental people groups who pay attention about this problems. However, as it is going to show in the present work, the Construction Industry activities provoking an important impact on environmental and in the raw resources as activity result itself.

The Construction Industry is the most important developer into the countries economy to build its infrastructure (seizure, airports, seaports, ways, etc.); just as, offices and people houses. For concrete this goals, is required has the materials, which is raw resources in general (renewable or not renewable), as many soils for make concrete (sand, gravel and limestone); for make steel (coal and iron); aluminum, copper; wood; big water quantities; and many oil to transform and to translate these products **(Roodman, 1995)**

Talking about for the construction products cost, since extraction, transformation, store and transportation, is determinate for places where are obtained these ones and the distance to translate it **(Young and Sachs, 1994), (PNUMA, 2004)** The Industrial Countries are the biggest builders in the world, which has not the raw resources or its laws are several in the environmental aspect into countries itself, these are the reasons because they are pick on the raw resources by the Third World Countries, who it get these ones in great quantities; additional, its environmental local laws are much flexible or in some cases it are not exist at all; therefore the environmental impacts must attempt by Third World Countries itself (see Tabular 2.2)

UN put on the table the environmental affair as the first step with United Nations Human Environmental Conference on 1972 and Heath Conference on 1992, the governments and no governments groups follow these steps. Those actions had given the necessary support to build some methods for know and resolve the environmental impacts, just these ones coming renew at this moment yet (PNUMA, 2006)

In this document, the Zaragoza-Texcoco Bridge building into Mexico City is the study case for know Environmental Valuation cost. For appropriate understand it, is necessary to know the Mexico City build up history at present day, knowing its environmental, urban developed and people health aspects at same time.

The Environmental Valuation, is used method to know and to determinate the cost by tree felling, trees has not appreciated who giving oxygen and reducer for other pollutions ways ( $CO_2$ , dust, noise, etc.), for know exactly the environmental impacts about ways building this is the first attempt; therefore, is provide some problems for the future works. However, the goal for the present work is give to know its results through out academy ways (ubu, 2006)

---

## J U S T I F I C A C I Ó N

De acuerdo con estudios realizados, se puede advertir que las construcciones acaparan una sexta parte del consumo de agua dulce del mundo, una cuarta parte de su madera y dos quintas partes de sus materiales y energía (Tabla 2.2). Se observa que esta enorme utilización de recursos tiene efectos secundarios importantes, a saber: deforestación, contaminación del agua, del aire y del suelo, reducción del ozono estratosférico y riesgo de calentamiento global (**Roodman, 1995**).

El problema de la contaminación generada por los automóviles y las fábricas (que ha sido motivo de protestas públicas en muchos lugares del mundo), es de capital importancia, toda vez que el transporte a nivel mundial es el responsable de la emisión a la atmósfera del 22% del CO<sub>2</sub>, el cual se calcula entre 1,300 y 7,700 millones de toneladas anuales de acuerdo con el IPCC (Intergubernamental Panel of Climate Change - Panel Intergubernamental para el Cambio Climático) dependiente de la ONU (**PNUMA, 2004**) Aún cuando el consumo de barriles de petróleo se redujo entre los años 2004 y el 2006 de 3 millones a 1.2 millones de barriles diarios y que la utilización de éstos en el transporte, sea por ejemplo de 70% en los Estados Unidos y de 35% en China. Siendo el caso de China muy particular, debido a que por su alto crecimiento económico, su tendencia de consumo diario sea hacia la alza al contrario del resto del mundo ya que éste se elevó al 40% entre los años 2000 y 2004. En el caso de Europa, el consumo general es de la mitad del empleado en Estados Unidos (**Maugeri, 2006**) En México, la dependencia de los hidrocarburos para la producción de energía es de 89% (**Energía, 2007**) Sin embargo, es conveniente resaltar que si bien el consumo de energía por automotores tiende a la baja, no lo es la adquisición de los mismos, ya que con el crecimiento de la población, se aumenta la posesión de automóviles debido a la demanda, lo cual significa aumento en el empleo de energía y de contaminación también.

Otro aspecto ligado a la contaminación lo constituye el daño causado por las construcciones, sin embargo, éste no ha sido aún objeto de escrutinio profundo, por lo que hoy día se comienzan a implementar métodos y procedimientos tendientes a conocer la participación de la totalidad del

sector de la construcción en este problema (véase Capítulo III). Asimismo, debe considerarse que las personas involucradas en la industria de la construcción, como son los proyectistas, financieros, promotores y contratistas, desempeñan un papel clave en la creación de infraestructura para la sociedad. La cuestión principal es, si ellos están interesados en actuar lo suficientemente rápido en la creación de una sociedad que considere el desarrollo sustentable (**Roodman, 1995**), entendido éste como la definición progresiva de las necesidades y posibilidades de crecimiento económico, la consideración permanente del efecto que sobre los recursos naturales y el medio ambiente tiene dicho crecimiento, y un nivel de acuerdo creciente entre los agentes involucrados sobre la orientación que debe tener el desarrollo (**PRODERS, 1996**), ello debido a que la construcción en general se encuentra regida por el costo-beneficio que reporta dicha actividad.

Los datos y cifras siguientes, muestran la gravedad de los problemas creados en el medio ambiente, principalmente por el consumo de hidrocarburos, ver Tabla J.1 (**Manzo, 2005**): en los últimos cien años la cantidad de  $CO_2$  ha aumentado 27%, una cuarta parte procede de la quema de combustible fósil destinada para suministrar energía a los procesos de construcción, dicho aumento amenaza a los ecosistemas, la agricultura y los asentamientos humanos, provocando cambios climáticos; mientras tanto, han desaparecido el 20% de los bosques del planeta. En todo el mundo la explotación minera de los recursos de hierro, bauxita y cobre para ser utilizados como materiales de construcción, continúa emitiendo grandes cantidades de agentes contaminantes al aire y agua cercanos (**Roodman, 1995**). Como ejemplo, puede citarse el consumo de energía en la producción de aluminio entre 1991 a 2000, la cual descendió un 10% a nivel mundial, sin embargo la producción aumento a más del 40% en el mismo período, lo que demuestra que el consumo de energía sigue en aumento. (**Resultados, 2003**)

Tabla J.1

**POBLACIÓN, PIB Y CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA, POR PAÍS, 2002**  
(Porcentajes respecto al total mundial ; PIB per cápita, en miles de dólares de 1995)

Grupo / País	POBLACION	P I B		CONSUMO DE	INTENSIDAD
	%	%	Per Cápita	ENERGÍA 1aría.	ENERGÉTICA
				%	(BTUs/1 dólar de PIB)
<b>Países desarrollados</b>					
1. Estados Unidos	4.6	26.2	32,066	23.7	10,575
2. Japón	2.0	16.0	44,452	5.3	3,876
3. Alemania	1.3	7.7	32,861	3.5	5,269
4. Francia	1.0	5.2	30,602	2.7	5,998
<b>4 países</b>	<b>8.9</b>	<b>55.1</b>		<b>35.2</b>	
5. Canadá	0.5	2.1	24,093	3.2	17,341
6. Inglaterra	0.9	3.9	23,042	2.3	7,039
7. Italia	0.9	3.5	21,474	1.9	6,187
8. Australia	0.3	1.3	23,987	1.4	11,935
<b>8 países</b>	<b>11.6</b>	<b>65.9</b>		<b>44.0</b>	
9. España	0.7	2.1	18,023	1.4	7,945
10. Taiwan	0.4	1.0	15,297	1.0	11,907
11. Corea del Sur	0.8	1.9	14,343	2.0	12,340
<b>11 países</b>	<b>13.4</b>	<b>70.9</b>		<b>48.4</b>	
<b>Países emergentes</b>					
1. China	20.7	3.4	932	10.5	35,763
2. India	16.8	1.5	509	3.4	26,196
<b>2 países</b>	<b>37.6</b>	<b>4.9</b>		<b>13.9</b>	
3. Rusia	2.3	1.1	2,649	6.7	72,159
4. Brasil	2.8	2.3	4,607	2.1	10,579
5. México	1.6	1.1	3,681	1.6	17,648
<b>5 países</b>	<b>44.3</b>	<b>9.4</b>		<b>24.3</b>	

Fuente: (Manzo, 2005)

Al considerar ciertos datos encontrados a nivel mundial, respecto a la industria de la extracción y transformación, relacionadas éstas con la industria de la construcción, se advierte que hoy en día, la minería mueve más suelo y rocas (28 billones de toneladas por año), siendo que los materiales sin valor son acarreados a los océanos por los efluentes del mundo. Las actividades mineras tienden a contribuir con el incremento en la erosión y acumulación de cieno en las cercanías de lagos y ríos, así como también lluvia ácida y contaminación por metales. Como ejemplos se puede citar que, todas las montañas, valles y ríos en Nueva Guinea, Perú, Estados Unidos de América y muchos otros países, han sido afectados por la industria minera. Es importante resaltar el hecho que las industrias que manejan materias primas, son las más grandes consumidoras de energía. Únicamente la minería y la industria de la transformación, consumen aproximadamente entre el 5% y el 10% de la energía que se utiliza en el mundo. Este gran consumo de energía contribuye acrecentando los problemas de calentamiento global (Young and Sachs, 1994)

La industria de la construcción ha adoptado la utilización de maquinaria y sobre todo la especialización en el trabajo para mejorar el rendimiento, reducir costos y así poder edificar las imponentes construcciones de la actualidad. En consecuencia, durante la extracción de materias primas en bosques y selvas, las máquinas como excavadoras y taladoras han reemplazado a las herramientas manuales como sierras y piquetas, logrando con ello que los leñadores y mineros trabajen a una mayor velocidad, lo cual representa una destrucción más rápida; a la par, los grandes transportes modernos (barcos y trenes), trasladan dichos materiales a lugares cada vez más lejanos, en donde son requeridos, con el consiguiente aumento en el consumo de energía (combustible). Otro tipo de campos profesionales como el de la química y metalurgia, han descubierto formas de contribuir a estos procesos de daños ambientales, transformando sustancias que se producen de forma natural en materiales muy contaminantes producidos en serie, tales como el acero, el cemento y el plástico. A medida que los constructores tienen acceso a nuevos materiales, tienden a olvidar los efectos negativos que se manifiestan en el medio ambiente por el empleo de éstos (Roodman, 1995).

Lo anterior muestra, que la industria de la construcción y las industrias que están relacionadas con la misma, son responsables en gran medida de los efectos adversos en el medio ambiente, lo cual señala que los procesos empleados para la edificación debe ser evaluados y en su caso modificados o cambiados, para de esta forma contribuir en la disminución de los efectos adversos en el medio ambiente, ya que como se advierte, son provocados por la utilización indiscriminada de materiales de todo tipo, que debido al proceso de su elaboración y utilización se tornan agresivos desde su origen.



## INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del hombre, éste no ha cesado en su legítimo derecho por tener y ofrecer a sus seres cercanos un mejor nivel de vida, lo cual lo ha llevado a un desarrollo actual nunca antes visto en lo tecnológico, así como en la producción de bienes de consumo y bienes inmuebles. Sin embargo, dicho desarrollo lleva aparejado un aspecto negativo, el cual se ha pretendido evitar, o al menos pasar desapercibido ante la sociedad en general, y a saber es, la depredación de las materias primas de los ecosistemas aún existentes; lo cual conlleva la degradación o incluso la desaparición de cadenas tróficas completas.

La saturación y sobreexplotación de la tierra con fines urbanos e industriales, a la vez que ha provocado el encarecimiento de ésta, lleva aparejado la falta de sitios adecuados para la satisfacción de las necesidades del hombre, en México esto representa el crecimiento promedio de las ciudades en 150,000 Ha hasta el año 2000, de las que el 65% corresponderían a suelo ejidal (**Maya, 2004**). Aunado a lo anterior, dicho desarrollo produce residuos, los cuales deben ser reducidos, reusados o reciclados, para lo cual se debe contar con espacios suficientes e idóneos para poderse llevar a cabo esto, debido a que de acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en América Latina únicamente el 40% de los residuos sólidos son manejados adecuadamente (**PNUMA, 2007**).

Al comenzar a abordar ésta problemática, se encuentra la disyuntiva de seguir con la depredación de las materias primas disponibles en el lugar en que se localizan, o buscar un desarrollo equilibrado entre lo que se consume y lo que se debe preservar para las generaciones futuras, es decir un desarrollo sustentable; ésta última, es precisamente la orientación que se pretende dar a la presente evaluación.

Por lo anterior, el presente trabajo, a la vez que se torna ambicioso en sí mismo, es una excelente oportunidad para demostrar que se pueden ofrecer alternativas viables para la utilización del medio ambiente de una manera racional, considerando las necesidades actuales y futuras de la población.

## ESTADO DEL CAMPO DE ESTUDIO

La situación actual en la que se encuentran los trabajos tanto de investigación como de ejecución de planes, programas y proyectos, es muy amplia, debido a que a la fecha, la importancia que se le ha dado al tema de la sustentabilidad se ha vuelto prioritaria para México y el resto de las naciones.

Se debe tomar como una base sólida para comenzar a reconocer los esfuerzos llevados a cabo para incluir entre la comunidad mundial el concepto de sustentabilidad, los realizados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Consultando la página web de la *United Nations Environmental Protection* (UNEP), se puede conocer de qué manera se han realizado los esfuerzos mundiales para tratar la problemática ambiental, ya que a partir de 1972 se realizó la primera reunión mundial sobre el medio ambiente denominada **"Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano"**, celebrada en Estocolmo con la participación de los representantes de 113 naciones. La ONU estableció en 1983, la **"Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo"**. Cuatro años más tarde, en su histórico informe ésta advertía que la humanidad debía cambiar las modalidades de vida y de interacción comercial, si no deseaba el advenimiento de una era con inaceptables niveles de sufrimiento humano y degradación ecológica. La Comisión señalaba que la economía mundial debía satisfacer las necesidades y aspiraciones legítimas de la población, pero que el crecimiento debía guardar consonancia con el carácter finito de los recursos del Planeta. La denominada **"Comisión Brundtland"**, exhortó al inicio de una nueva era de desarrollo económico racional desde el punto de vista ecológico. Declaró que la humanidad contaba con la aptitud para lograr un desarrollo sustentable, esto es, aquél que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (PNUMA, 2006).

Basados en las premisas de la resolución 44/228 de la Asamblea General del 22 de diciembre de 1989, que se aprobó cuando las naciones del mundo pidieron que se organizase la **"Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo"**, en la cual se incluyeran de

forma equilibrada e integral las cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo, trazándose los principios para alcanzar un desarrollo sustentable. Durante dos años, numerosos expertos en todo el mundo se dedicaron con ahínco a la concertación de acuerdos que allanaron el camino hacia Río de Janeiro (Brasil), en la denominada **"Cumbre de la Tierra"**, celebrada en el mes de junio de 1992, donde se reunieron los jefes de los más altos representantes de los Gobiernos de 179 países, junto con cientos de funcionarios de los organismos de las Naciones Unidas, de representantes de gobiernos municipales, círculos científicos y empresariales, así como de organizaciones no gubernamentales y otros grupos. Paralelamente, se llevó a cabo el denominado **"Foro Mundial"**, tuvieron lugar diversas reuniones, charlas, seminarios y exposiciones públicas sobre cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo, a las que acudieron 18,000 participantes de 166 países y unos 450,000 visitantes.

Cerca de 8,000 periodistas se informaron en las reuniones en Río de Janeiro, y los resultados se dieron a conocer en todo el mundo por medio de la prensa, la radio y la televisión.

En Río de Janeiro se concertaron dos acuerdos internacionales y se formularon dos declaraciones de principios y un vasto programa de acción sobre desarrollo mundial sustentable:

- **"La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo"**, en cuyos 27 principios se definen los derechos y responsabilidades de las naciones en la búsqueda del progreso y el bienestar de la humanidad;
- **"La Agenda 21"**, Normas tendientes al logro de un desarrollo sustentable;
- Una **"Declaración de Principios"** para orientar la gestión, la conservación y el desarrollo sustentable de todo tipo de bosques, esenciales para el desarrollo económico y para la preservación de todas las formas de vida.

Además, por separado, pero en paralelo a los preparativos de la "Cumbre para la Tierra", se negociaron dos convenciones que suscribieron la mayoría de gobiernos reunidos en Río de Janeiro.

- El propósito de la **"Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático"**, es la estabilización de los gases de efecto invernadero presentes en la

atmósfera en niveles que no trastorquen peligrosamente el sistema climático mundial. Para ello se requiere la disminución de emisiones de gases tales como el dióxido de carbono, metano, clorofluorocarbonos, generados como subproducto de la utilización de combustibles para obtener energía.

- En el “**Convenio sobre la Biodiversidad Biológica**”, se exhorta a los países a encontrar cauces y medios para preservar la variedad de especies vivientes y velar por el equitativo beneficio del aprovechamiento de la diversidad biológica.

La Agenda 21 explica que la población humana, el consumo y la tecnología son las principales fuerzas determinantes del cambio ecológico. Deja claramente sentada la necesidad de reducir en ciertos lugares del mundo las modalidades de consumo ineficaces y con elevado desperdicio, fomentando simultáneamente en otras zonas un desarrollo más intenso y sustentable. Se proponen políticas y programas para la consecución de un equilibrio duradero entre el consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra. Se describen algunas de las técnicas y tecnologías que han de fomentarse para la satisfacción de las necesidades humanas, combinadas con una cuidadosa gestión de los recursos naturales. Así mismo, plantea opciones para luchar contra la degradación de la tierra, el aire y el agua, así como para la conservación de los bosques y de la diversidad de especies. Trata de la pobreza y el consumo excesivo, de la salud y la educación, de las ciudades y los granjeros. Todos tienen una función: gobiernos, empresas, sindicatos, científicos, docentes, pueblos indígenas, mujeres, jóvenes y niños.

En la Agenda 21 no se soslaya el sector de los negocios; se dice que el desarrollo sustentable es el cauce para luchar contra la pobreza y la destrucción del medio ambiente (**Agenda 21, 2006**).

Derivado del cambio climático presente en el mundo, se iniciaron negociaciones internacionales desde el año de 1992, con el objeto de comprometer esfuerzos para la reducción de las emisiones de “gases invernadero” (inducido por las actividades humanas), los cuales retienen calor en la atmósfera y son considerados responsables de la reducción de la capa de ozono de la misma y del calentamiento del clima del planeta, e influyen en la generación de catástrofes como maremotos,

inundaciones y el derretimiento de hielos que causan una subida del nivel del mar. De tales negociaciones surgió el **Protocolo de Kyoto**, redactado en 1997, en el cual los países industrializados se comprometieron a lograr que sus emisiones en el período 2008-2012 sean 5.2% menores que las registradas en 1990. Pero desde entonces han sido infructuosos los intentos de que sea ratificado por los principales emisores, entre los que se encuentran los Estados Unidos de América con 25% y China con el 13% de las emisiones mundiales de tales gases. Rusia se opone a ratificarlo (contribuye con 6% de emisiones de gases de invernadero), aduciendo que al hacerlo le significaría reducir su ritmo de crecimiento, a lo cual no están dispuestos. Es de destacar que dicho Protocolo debe ser signado por los países que representen el 55% de las emisiones de gases de invernadero a nivel mundial, sin que al momento se hubiese logrado esto. Al tener Rusia renuencia para firmarlo, es probable que las pláticas se tornen tortuosas y en el peor de los casos, éste esfuerzo se vea interrumpido. La industria de la construcción, participa en dichas emisiones en todas sus etapas, desde la extracción, industrialización, transporte, colocación, mantenimiento y demolición de las construcciones (PNUMA, 2006).

A partir de las directrices trazadas por la ONU, a través de sus Agencias encargadas de la Protección Ambiental, se han desarrollado cantidad de trabajos a título gubernamental, así como particular, siendo muy diverso el enfoque de cada uno de ellos, dependiendo de la problemática específica a tratar.

Dentro de los trabajos encaminados a la industria de la construcción y sus efectos en el medio ambiente y derivado de la investigación bibliográfica realizada, se pueden enlistar los siguientes:

1. De David Malin Roodman y Nicholas Lenssen, la *"Revolución en la construcción: cómo influyen la salud y la ecología en este proceso"*, editado en 1995. Dicho documento trata de la contaminación producida por las construcciones y el impacto que ésta produce tanto en el medio ambiente en términos del consumo de materias y de energía, así como en la salud humana, debido a la utilización de materiales inhalables o en contacto directo con las personas.

2. De John E. Young, y Aarón Sachs, *The next Efficiency Revolution: Creating a Sustainable Materials Economy*, editado en 1994. En éste trabajo se pueden rescatar distintas alternativas para construir de una manera "amigable" con los menores impactos en el medio ambiente y mejor aprovechamiento de las materias primas con miras a conservar recursos para el futuro. Los autores se valen de ejemplos existentes en los Estados Unidos de América.

Ambos trabajos fueron auspiciados por el *Worldwatch Institute*, que es una organización medio-ambiental independiente y sin fines de lucro basada en Washington, D. C.

Programas computacionales para el estudio y análisis de construcciones y sus efectos en el medio ambiente, desarrollados por instituciones extranjeras, siendo algunos de ellos:

1. El BEES, desarrollado por el *Department of Energy* de los Estados Unidos de América.
2. El LEED, desarrollado por la organización denominada *Green Building Construction*, en los Estados Unidos de América. (Usgbc, 2006).
3. EL GBTOOL, desarrollado por la organización denominada *The International Initiative for a Sustainable Built Environment*, en Canadá. (iisbe, 2006)

Desgraciadamente en México, recién se realizan esfuerzos serios encaminados al estudio de la importancia del impacto en el medio ambiente y en la salud humana que provocan la utilización de las actuales tecnologías en los distintos procesos de edificación.

De ésta manera se tiene que del 26 al 29 de octubre de 2003, se reunieron en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, la organización *Green Building Challenge México*, con el objeto de organizar el Encuentro Directivo Anual del iiSBE (*The International Initiative for a Sustainable Built Environment*), en ésta participaron 20 expertos en la materia de diferentes países, como: Japón, Corea, Israel, Polonia, Reino Unido, España, Canadá, EEUU, Chile, Brasil y México.

Cabe destacar que el iiSBE tiene presencia en 24 países, en los cuales desarrolla proyectos y compila experiencias en el campo de edificaciones armónicas con el medio ambiente y el uso

eficiente de la energía, contemplando el ciclo completo de la vida de dichas edificaciones desde el diseño hasta la demolición.

Un aspecto importante de GBC México, es la adaptación de herramientas y metodologías a la realidad nacional, en cuanto a la Evaluación de Impactos Ambientales respecto a la Eficiencia Energética de las Construcciones. (Treviño, 2003).

El anterior panorama es sólo una muestra, de que a nivel mundial se realizan diversos esfuerzos para conseguir sistemas y tecnologías para la edificación, con un enfoque de preservación de los recursos naturales o en su defecto de máximo aprovechamiento de éstos.

Como se puede advertir, la posibilidad que se presenta para realizar un estudio que conduzca a ofrecer alternativas para la problemática que se presenta en la actualidad con la industria de la construcción nacional y sus efectos en el medio ambiente, es promisoria.

## O B J E T I V O S

### **Objetivo general.**

Estudiar y aproximar el concepto de la sustentabilidad como una aplicación para conocer la magnitud de los impactos sobre los recursos naturales, producidos por la construcción de vialidades urbanas; así como proponer procedimientos que permitan atenuar los impactos ambientales negativos que se presentan en las inmediaciones a dichas vialidades.

### **Objetivos específicos.**

**I:** Mostrar el origen del concepto de sustentabilidad, así como la interrelación que prevalece con la industria de la construcción.

**II:** Identificar los impactos ambientales, producidos por la industria de la construcción.

**III:** Conocer los métodos existentes para la identificación y valoración de impactos sobre el medio ambiente.

**IV:** Proponer alternativas de mitigación de los impactos ambientales, producto de la Construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco.

**V:** Aplicación del método de "Precios Hedónicos" para evaluar la influencia por la tala de árboles en el medio ambiente derivado por la construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco.

**VI:** Adoptar y aproximar un método para la aceptación de los resultados obtenidos.

**VII:** Hacer una relación de problemas relacionados con el medio ambiente, la sustentabilidad y el sector de la construcción, pendientes de tratar y la manera en que tentativamente se deben afrontar.



## HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Por medio del presente trabajo, se demostrará que existen afectaciones al medio ambiente provocadas por la tala de especies arbóreas, derivadas de la construcción de vialidades urbanas, como es el caso del distribuidor vial Zaragoza-Texcoco en la Ciudad de México. Por lo tanto, se estimará el costo ambiental y se propondrán recomendaciones a efecto de minimizar dichas afectaciones.

## M A R C O   N O R M A T I V O

Para todo tipo de investigación existen leyes, reglamentos, normas y estudios previos, los cuales proporcionan a la vez una base y un marco de referencia a los trabajos posteriores, no siendo el caso de este trabajo una excepción a dicha regla.

La presente evaluación está enmarcada como un asunto de preservación y aprovechamiento sustentable de acuerdo con el artículo 1, fracción V, de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y que, además es de utilidad pública como se desprende de lo señalado en el artículo 2, fracción III, de la misma Ley. La competencia del presente trabajo es del ámbito federal como lo indica el artículo 5 fracciones XI, XIII, XIV y XX de la citada Ley, aún cuando la construcción del Distribuidor vial Zaragoza-Texcoco, se realiza con recursos federales (Gobierno de México), estatales (Estado de México) y locales (Gobierno del DF)

## **Capítulo I.**

### **Marco Teórico Conceptual.**

**Génesis del concepto de sustentabilidad y su aplicación a la industria de la construcción.**

## Origen del concepto de sustentabilidad.

### SUSTENTABILIDAD.

Para comenzar se debe tomar en cuenta que el concepto de sustentabilidad o sostenibilidad, es motivo aún hoy día de amplias discusiones en distintos foros y reuniones, y que éste término tiene mayor significado debido a su alcance explícito que por el que se puede localizar en un diccionario. De ésta manera se citarán algunas de las definiciones más usuales.

Dentro de la búsqueda para conseguir ponerse de acuerdo en la aceptación de la definición para el concepto de sustentabilidad, se reunió un grupo multidisciplinario compuesto principalmente por economistas, académicos, científicos, dirigentes de alto nivel, organizaciones e incluso un premio Nobel, los cuales propusieron definiciones surgidas desde la perspectiva de su campo profesional; sin embargo, la mayoría de dichas definiciones comparten los aspectos esenciales, entre medio ambiente y equidad, poniendo énfasis en el desarrollo y crecimiento (**Pezzey, 1992**)

Se pueden identificar definiciones puntuales, como la de Kordej -de Villa, citada por el Dr. Víctor Manuel López López, en su ponencia titulada "Anteponiendo los Principios de Sustentabilidad al Impacto Ambiental de los Edificios": *"sustentabilidad es una característica de un proceso o estado que puede ser mantenida a través del tiempo"* (**López, 2002**). Otra más, "la reserva de recursos que le permita a las futuras generaciones tener una calidad de vida similar a la actual generación" (**WCED, 1987**).

Las anteriores definiciones, como se puede observar, son aún demasiado generales para los propósitos del presente trabajo, de tal manera que se mencionará una definición más que permita aproximarse al ámbito del campo de estudio propuesto para poder apreciar cuál es la relación que se advierte entre la sustentabilidad y la industria de la construcción. Para lo anterior se tomará el siguiente concepto el que la explica como "la creación y mantenimiento de construcciones sanas

y respetuosas del medio ambiente, a través de la incorporación de principios ecológicos y utilizando eficientemente los recursos naturales" (Kibert, 1994).

Un Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano de la UE, realizó un Informe en 1995 titulado Ciudades Europeas Sustentables, en el cual señalaron que "el desafío de la sustentabilidad urbana apunta a resolver tanto los problemas experimentados en el seno de las ciudades, como los problemas causados por las ciudades". Sin embargo, cinco años después de haber enunciado la meta de la sustentabilidad global, todavía no se han establecido ni el aparato conceptual ni los instrumentos de medida necesarios para aplicarlo con pleno conocimiento de causa y establecer su seguimiento (Conclusiones, 2002).

De las anteriores definiciones se puede observar que éstas mantienen lineamientos que puedan ser compartidos por algunas de ellas. De allí que se pueden señalar las siguientes:

- La cantidad con que se emplean los recursos renovables, no debe ser mayor a las de regeneración natural.
- La emisión de residuos no debe exceder la capacidad de asimilación de los ecosistemas.
- Los recursos no renovables deben explotarse de tal manera que, la tasa de agotamiento sea inferior a la de creación de sustitutos renovables.

En resumen, la sustentabilidad puede entenderse como el cuidado de los recursos, tanto naturales, económicos y humanos, para permitir a las futuras generaciones, su propio desarrollo con características similares a las actuales.

## **DESARROLLO SUSTENTABLE.**

El desarrollo sustentable, es un concepto que se puede encontrar desde los albores de la humanidad, ya que la satisfacción de las necesidades básicas del ser humano eran suplidas con la utilización de las materias y los recursos que el hombre tomaba de la naturaleza, lo cual, al no ser

demasiado numerosa la población humana, hasta antes del siglo XVIII, permitía a los diversos ecosistemas el recuperarse de la sustracción y deterioros sufridos. Sin embargo después del siglo XVIII, ésta condición comenzó drásticamente a cambiar, debido principalmente, a que en ese siglo se implementaron nuevos sistemas y técnicas de producción, a lo que se le conoce como Revolución Industrial. Con el empleo de máquinas en sustitución de la fuerza de trabajo humana, la producción se incrementó de forma espectacular, a la par de la necesidad de mayores cantidades de materias primas.

Después de la aparición del Informe "Nuestro futuro común" en el año de 1987, coordinado por Gro Harlem Brundtland para la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, comenzó a tener presencia el objetivo del "desarrollo sustentable" entendiéndose por tal "el tipo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas" (WCED, 1987).

Por su parte, los esfuerzos en la materia llevados a cabo en México, deben reconocerse también, para lo cual se presenta la siguiente definición para desarrollo sustentable, la que señala que es la definición progresiva de las necesidades y posibilidades de crecimiento económico, la consideración permanente del efecto que sobre los recursos naturales y el medio ambiente tiene dicho crecimiento, y un nivel de acuerdo creciente entre los agentes involucrados sobre la orientación que debe tener el desarrollo. De esta forma, el desarrollo sustentable aspira a que los pasos consecutivos que definen las características del crecimiento económico incorporen simultáneamente los elementos ambientales, los consensos alcanzados entre los agentes participantes, así como las políticas específicas de combate a la pobreza y a la desigualdad social (PRODERS, 1996).

De igual manera, se ha incluido en la legislación nacional lo correspondiente, para tener certidumbre por parte de los actores sociales de lo que se llamará Desarrollo Sustentable. De esta manera, se define como Desarrollo Sustentable "el proceso evaluable mediante criterios e

indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras" (LGEEPA, 1988).

En México, se le ha otorgado énfasis al tema del desarrollo sustentable a partir de la década de los años 90, durante la cual se confrontaron el desarrollo de la producción con miras a la generación de empleos a la vez del combate a la pobreza, con menoscabo de la conservación de los recursos naturales. Tal desarrollo resultaba correcto con miras a reducir los niveles de pobreza en el corto plazo; sin embargo, no era el camino adecuado para la conservación del medio ambiente, el cual requiere de acciones a largo plazo (PRODESA, 1996).

Es de destacar el hecho de que el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, en su apartado de Transiciones, retoma la preocupación porque el país se desarrolle de una manera sustentable, para lo cual menciona que una de las consecuencias de la transición demográfica es el cambio en el uso de recursos naturales, ya que en los últimos 30 años, la población del país se ha duplicado y el consumo de bienes y servicios, en términos reales, se ha triplicado. Esto ha modificado profundamente nuestra relación física con el medio ambiente.

Dicho Plan, destaca que es necesario considerar al país no como el inagotable e inexplorado cuerno de la abundancia, sino reconocerlo como un gran recurso al que, sin embargo, podría ser destruido sin haberlo aprovechado cabalmente para el crecimiento y el bienestar de sus habitantes.

México está colocado entre los 12 países con mayor diversidad biológica en el mundo. Así mismo, goza de una gran riqueza en metales como plata (primer productor mundial), níquel y cadmio (cuarta y quinta reservas más grandes en el mundo, respectivamente), petróleo (tercera reserva

mundial) y cobre (sexto productor del mundo), además de contar con valiosos y muy variados ecosistemas de montaña, marinos y costeros. (Plan, 2001)

Sin embargo, la enorme riqueza natural de México ha sido utilizada en forma irracional al seguir un modelo de crecimiento económico basado en una continua extracción de los recursos naturales por considerarlos infinitos y por suponer que el entorno natural tiene la capacidad de asimilar cualquier tipo y cantidad de deterioro, destrucción y contaminación. Esta actitud ha resultado en una severa pérdida y degradación de recursos y del entorno natural, porque la estrategia de desarrollo económico no ha sido sustentable. De no revertirse esta tendencia en el corto plazo, estará en peligro el capital natural del país, que es la base del proyecto de desarrollo futuro.

Por otra parte, el crecimiento demográfico ha ejercido una presión sobre los ecosistemas que no siempre se ha enfrentado correctamente. Para comprender la magnitud de esa carga, hay que tener presente que la población del país se ha triplicado en los últimos 50 años; que se han construido 13 millones de viviendas en los últimos 30 años, y que se ha cuadruplicado la infraestructura carretera entre 1960 y 2000 (Plan, 2001)

El crecimiento demográfico y la urbanización desordenada han sido factores determinantes en la erosión y tala de bosques. Por su parte, la expansión de industrias generadoras de emisiones de carbono y otros contaminantes, repercuten directa o indirectamente en el cambio climático.

Otro efecto grave del crecimiento demográfico sobre el medio ambiente se refleja en la contaminación y en el dispendio de agua que alcanza niveles críticos en varias comunidades de México.

Continuando con la información consultada en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, se encuentra que en el año 2000 México presenta altos niveles de degradación ambiental, como se muestra en los siguientes ejemplos:



- El país pierde 600,000 hectáreas de bosque anualmente y experimenta una tasa anual de deforestación de 1.5 por ciento.
- De las 100 cuencas hidrológicas del país, 50 están sobreexplotadas, y extensas regiones del país tienen problemas de abasto de agua.
- Las selvas tropicales de México han disminuido 30% en los últimos 20 años.
- Se han extinguido 15 especies de plantas y 32 de vertebrados en México, Así mismo, se han presentado 5.2% de las extinciones del mundo en los últimos 400 años.
- La contaminación del aire y del agua en las grandes ciudades del país ha alcanzado niveles tales que tiene efectos negativos sobre la salud y el bienestar de la población.
- México lanza a la atmósfera más de 460,000 Gt de gases de desecho y se estima una producción anual de 3'705,000 toneladas de residuos peligrosos.

Resulta preocupante y llama de atención la degradación de los recursos naturales del país y la creciente generación de contaminantes, las cuales representan una pérdida neta del capital natural; así como una disminución importante del potencial para promover un desarrollo económico que permita satisfacer las necesidades básicas de la población.

El énfasis que desde el Poder Ejecutivo se pretende dar al medio ambiente a través de este Plan, es prioritario, ya que se persigue una estrategia para el crecimiento de largo plazo y, finalmente, de un requerimiento ético y comercial de la nueva convivencia internacional, toda vez que el desarrollo de la nación no será sustentable si no se protegen los recursos naturales con que se cuentan. Se ha visto cómo la degradación del capital natural del planeta ha producido cambios climáticos que afectan negativamente a las actividades humanas, y ello confirma la necesidad de conservar de manera racional los recursos naturales del país.

Ya se ha mencionado la definición de Kibert, la cual permite una aproximación para reconocer la relación que tiene o debe tener la industria de la construcción en el desarrollo sustentable en el mundo y retomarla en particular para México.

En el caso particular de México, y para realizar una primera aproximación a los requerimientos de suelo para construcción de viviendas, debe tenerse en cuenta que la migración desde zonas rurales a las ciudades, sufrió un gran auge desde finales de los años 70 y que continúa a la fecha. Considerando una tasa de crecimiento poblacional del 2% anual, equivalente a casi cero migración hacia las ciudades, representa un requerimiento de 5,600 ha al año de suelo para vivienda (Castro, 2002).

## LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

La construcción por parte del hombre, vista como la transformación del espacio en lugares aptos para ser habitados o utilizados con un objetivo determinado, valiéndose para ello de la utilización y transformación de los recursos naturales con el empleo de herramientas y equipos, se remonta a los orígenes de la sociedad humana. Descubrimientos arqueológicos hechos de los elementos pétreos (fechados en los albores del desarrollo humano), localizados en distintas partes de Europa y Asia principalmente, tales como las Alineaciones de Carnac, los Menhires, Túmulos, etc, permiten conocer la utilización primaria que se le puede dar a la piedra (Figura 1.1), ya que dichas construcciones en su simpleza, apenas utilizaron los recursos naturales en su erección, como lo son la piedra (sin tallar o con apenas algún tipo de trabajo en ellas), la madera, y hojas secas.

Figura 1.1  
Stonehenge (Inglaterra)



Lawrence Migdale/Photo Researchers, Inc.  
Fuente: (Microsoft ©, 2003)

En este punto, es necesario tener presente algunos conceptos en cuanto al medio ambiente y las relaciones que se puedan observar entre sí. Un aspecto relevante que se debe considerar, es el empleo que se le ha dado a los recursos naturales para producir energía que sea aprovechable para el hombre.

De esta manera se advierte que el ser humano consume energía para:

- Procesos biológicos internos (energía interna).
- Realizar actividades diarias (energía externa).

Se puede señalar, que el consumo de energía interna no ha variado sustancialmente a través del tiempo, no sucede lo mismo con el consumo de energía externa, la cual en la actualidad es enormemente superior a la primera (**Casanova y Páramo, 1999**).

En este punto es conveniente conocer un poco más respecto de las relaciones presentes en los sistemas naturales o mejor conocidos como ecosistemas.

Lo primero que se debe tener presente es que un ecosistema está formado básicamente por los siguientes componentes:

- Biótico.
- Abióticos.
- Socioeconómicos.

Las características de dichos componentes, son las que se presentan a continuación:

- Se relacionan entre sí.
- Son sistemas abiertos, y
- Se retroalimentan.

De lo anterior y del estudio constante de los ecosistemas, se advierte que estos tienden al equilibrio y a la autorregulación, es decir, cualquier afectación de sus componentes puede provocar daños en los mismos (**Casanova y Páramo, 1999**)

Al pasar el tiempo se perfeccionan el empleo de la piedra y la madera, consiguiéndose construcciones más grandes, fuertes y durables. Pero teniendo aún como base las materias primas o éstas con algún tipo de tratamiento. Con dichas construcciones, el ser humano buscaba a la vez que protegerse de los elementos de la naturaleza, rendir tributo a sus dioses.

Esta situación continuó así por varios siglos más, entre tanto se iban teniendo avances y descubrimientos científicos.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial en el siglo XVII, el impulso que tiene la industria en general por la utilización de máquinas y nuevos sistemas de producción es espectacular, se da origen a la producción en serie y a la especialización en el trabajo. En consecuencia la forma en la que se construye, también es beneficiada con estos avances. Las construcciones se van perfeccionando y aumentando en proporciones, debido al crecimiento poblacional y al empleo de

tecnologías cada vez mejores y más eficientes, con lo cual la utilización de recursos naturales empleados como materia prima o transformados en subproductos, es cada vez mayor, así como el empleo de nuevos materiales como el acero, es decir la industria de la construcción se interrelaciona más estrechamente con otro tipo de industrias y de igual manera la utilización de materias primas de origen natural, sufre grandes cambios.

Con lo enunciado anteriormente, aún falta establecer de manera más clara la relación que guarda la sustentabilidad con la industria de la construcción, para lo cual se debe conocer un concepto que se le ha denominado *Construcción Ecológicamente Amigable*, lo cual se puede interpretar de diferentes maneras, dependiendo de quién maneje tal definición (constructores, arquitectos, ingenieros, ecologistas o políticos). En términos generales, la construcción ecológicamente correcta, se refiere a la aplicación de métodos de construcción que respeten los procesos naturales y biológicos (Figura 1.2). Otros términos utilizados frecuentemente para describir a la construcción ecológica son, *Construcción Verde (Green Building)*, *Diseño Sustentable*, *Arquitectura Orgánica*, etc.

Figura 1.2  
La casa de la Cascada Frank Lloyd Wright, 1937



Western Pennsylvania Conservancy/Art Resource, NY  
Fuente: (Microsoft ©, 2003)

De tal manera, que la noción de sustentabilidad, aplicada a la industria de la construcción y el desarrollo urbano, tiene referencia a los efectos que las construcciones provocan en el medio ambiente en todas sus etapas (producción de materiales, construcción y demolición). También contempla factores tales como el conocer la cantidad de energía consumida durante éstos procesos, así como, la de desechos producidos.

La pregunta principal que debe hacerse todo constructor es, ¿Ecológicamente, cuánta presión puede soportar el medio ambiente debido a las construcciones y al desarrollo urbano? La Construcción Verde, puede entenderse por la utilización de materiales naturales para la construcción. El criterio más importante que debe tenerse en cuenta es, el empleo de materiales renovables, sin tratamiento con sustancias tóxicas o que afecten la salud. Ello se orienta a conservar la mayor cantidad de energía para usos inmediatos y futuros. El objetivo principal es evitar los impactos negativos que las construcciones producen, así como disminuir la cantidad de energía consumida, ambos en términos de protección del medio ambiente. Obviamente, el empleo de materiales reciclados, es favorable para la industria y el medio ambiente, ya que no requiere uso excesivo de energía en su producción (Schmitz-Günther, et al, 1999)

Para el presente trabajo, la parte que se empleará de la Agenda 21, en su Sección I: Dimensiones sociales y económicas, capítulo 7: Fomento del desarrollo sustentable de los recursos humanos, inciso G. Promoción de actividades sustentables en la industria de la construcción. En ella se pueden encontrar líneas de acción generales propuestas, para que los países en general tengan pautas concensadas a nivel mundial con el objeto de que las implementen, a la vez que contribuyan con el resto de las naciones con la parte que a cada quien corresponda para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales aplicados a la industria de la construcción.

De tal manera que dentro de las Bases de acción, se menciona que las actividades de la industria de la construcción son fundamentales para lograr los objetivos nacionales de desarrollo socioeconómico, que consisten en proporcionar vivienda, infraestructura y empleo. De igual

manera se advierte que éstas pueden ser una fuente importante de daños ambientales, por la disminución gradual de la base de recursos naturales, el deterioro de zonas ecológicas frágiles, la contaminación química y el uso de materiales de construcción nocivos para la salud humana.

En la Agenda 21, se encuentran las acciones que deben realizarse en los países que la adopten, ello considerando los planes, objetivos y prioridades específicos que puedan desarrollar. Entre éstas acciones se encuentran las siguientes:

(a) Establecer y fortalecer una industria autóctona de materiales de construcción, basada en la medida de lo posible en los recursos naturales disponibles a nivel local.

Se refiere a prevenir la utilización de materiales foráneos, evitando el transporte de éstos y minimizar los riesgos por traslados.

(b) Formular programas para aumentar la utilización de materiales locales por parte del sector de la construcción ampliando el apoyo técnico y los planes de incentivos para aumentar la capacidad y viabilidad económica de las empresas pequeñas y no estructuradas que utilizan esos materiales y técnicas tradicionales de construcción.

(c) Adoptar normas y otras medidas de reglamentación que promuevan el aumento de la aplicación de diseños y técnicas que utilicen eficientemente la energía y la utilización sustentable de los recursos naturales de manera económica y ecológicamente apropiada.

Éstos apartados hacen referencia a incentivos y estímulos de índole fiscal y crediticia, aplicables a partir de normas y reglas específicas a la actividad.

(d) Formular políticas apropiadas de utilización de la tierra y reglamentar la planificación especialmente dirigida a proteger las zonas ecológicamente delicadas de las perturbaciones físicas producidas por las actividades de construcción y afines.

Se llama la atención a los distintos gobiernos, sobre la necesidad de contar con planes en los que se tome en cuenta la dimensión ambiental en relación con las acciones tendientes a generar infraestructura.

(e) Promover construcciones que empleen gran densidad de mano de obra y tecnologías de conservación que generen empleo en el sector de la construcción, para la fuerza de trabajo insuficientemente empleada que se encuentra en la mayor parte de las grandes ciudades, promoviendo al mismo tiempo la enseñanza de oficios en el sector de la construcción.

Este es un llamado a retomar las actividades artesanales aparejadas a la enseñanza y aprendizaje que permitan a la población tener más opciones de empleo.

(f) Formular políticas y prácticas para el sector no estructurado y los constructores de viviendas en régimen de autoayuda mediante la adopción de medidas para aumentar la viabilidad económica de los materiales de construcción destinados a los pobres de las zonas urbanas y rurales mediante, entre otras cosas, planes de crédito y compras en grueso de materiales de construcción para venderlos a comunidades y a constructores en pequeña escala.

Nuevamente se hace un llamado a los gobiernos para que se regule la actividad y se pueda optar por variedad para los diversos consumidores de materiales de construcción, ofreciendo preferencias a los grupos organizados de las comunidades y a particulares.

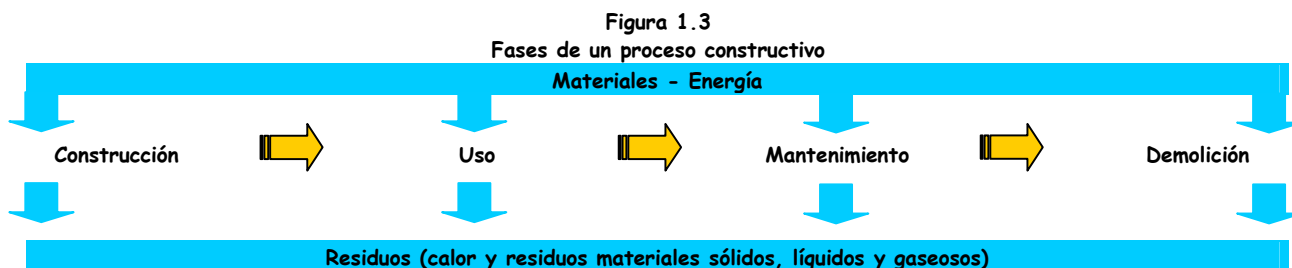
Con lo anterior se pretende tener libre intercambio de información sobre todos en los aspectos ecológicos y sanitarios de la construcción, incluido el desarrollo y la difusión de bases de datos



sobre las consecuencias adversas para el medio ambiente de los materiales de construcción, mediante la colaboración de los sectores privado y público. Para lo cual, es necesario contar o diseñar bases de datos e introducir legislación e incentivos financieros para promover el reciclado de materiales de alto rendimiento energético en la industria de la construcción y la conservación de energía en los métodos de producción de materiales de construcción. La promoción del uso de instrumentos económicos, como gravámenes a los productos, para desalentar el uso de materiales y productos de construcción que crean contaminación durante su ciclo vital, con el consiguiente intercambio de información y transferencia adecuada de tecnología entre los países, con objeto de administrar los recursos destinados a la construcción, en particular los recursos no renovables. De igual forma la promoción de la investigación en las industrias de la construcción y actividades conexas, así como, el establecer y fortalecer instituciones en este sector, debe ser una prioridad del desarrollo económico. Todo lo anterior significa que los gobiernos, en el nivel que se trate (Federal, Estatal o Municipal), han de desempeñar un papel de dirección en la promoción de la utilización cada vez mayor de materiales y tecnologías de construcción ecológicamente (**Agenda 21, 2006**)

De esta manera, se observa la vinculación que tiene en la actualidad la industria de la construcción con el tema de la sustentabilidad y la importancia que las naciones del mundo le otorgan como una fuente potencial de impactos negativos en el medio ambiente.

Una forma más clara de entender las fases básicas que conforman un proceso constructivo y las relaciones que se pueden observar dentro de éstos, se presenta en la Figura 1.3 (**Pilar de Zalazar, 2003**)



Fuente: (Pilar de Zalazar, 2003)

De la Figura anterior, se puede advertir que en términos generales, en la actualidad en los países en vías de desarrollo como México, se construye bajo la premisa del agotamiento o uso inadecuado de los recursos naturales, con el resultado de la degradación ambiental, el aumento en el consumo de energía para llevar a cabo las distintas fases de la construcción y la consecuente contaminación.

El objetivo al cual se pretende llegar al tratar el tema de la sustentabilidad en la industria de la construcción, es el de hacer conciencia en el sentido de que se debe encontrar vías de solución al excesivo uso de recursos naturales, tanto renovables como no renovables, para lograr un empleo adecuado de los mismos. En éste sentido, se han desarrollado diversas tecnologías y métodos de aplicación para lograr esto, lo cual se abordará en los siguientes capítulos del presente trabajo. El conocer las relaciones que se producen cuando se realiza una construcción, permite aproximarse, primeramente al estudio de éstas y en consecuencia estar en posibilidades de aplicar soluciones en beneficio del medio ambiente, sin menoscabo de la consecución de los fines que en sí mismo persiguen las construcciones, lo anterior se puede lograr aprovechando al máximo los recursos naturales con un mínimo de consumo de energía.

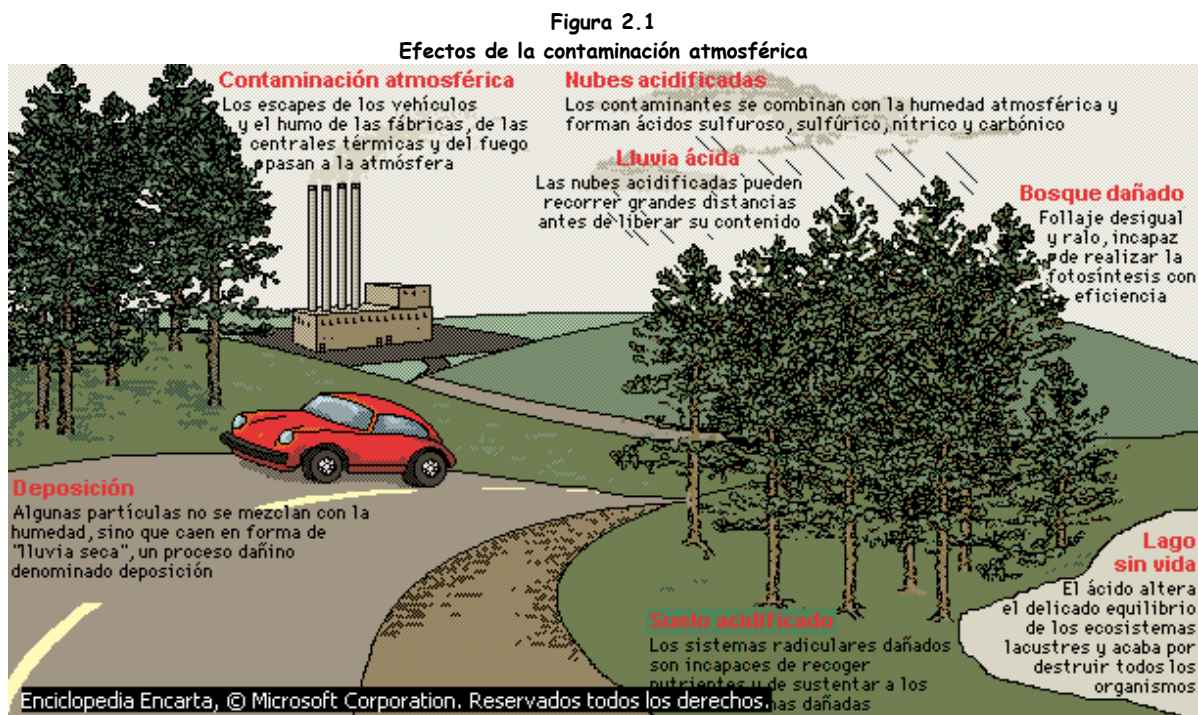
## Capítulo II.

Los impactos ambientales propiciados por la industria de la construcción.

## Impactos Ambientales.

El empleo de los recursos naturales del lugar, que se efectuaba en los albores de la construcción, permitía advertir rasgos de regionalización en las construcciones. Lamentablemente, las construcciones actuales se realizan a partir de prototipos, que no necesariamente reflejan la pertenencia al sitio donde se encuentran. Lo que más llama la atención, es la separación del hombre de la naturaleza, quien en términos generales desconoce lo que es un ciclo ecológico o un ecosistema (Deffis, 1999).

En éste orden de ideas, el ser humano pretende alcanzar el progreso y desarrollo buscados a costa de la destrucción de dichos ecosistemas (Figura 2.1).



Fuente: (Microsoft ©, 2003)

De esta manera puede observarse que los impactos ambientales, son aquellos que tienen un efecto en los ecosistemas, éstos pueden ser inducidos por el ser humano o por la misma naturaleza (LGEEPA, 1998).

El efecto que dichos impactos causen en el medio ambiente puede ser básicamente de dos formas:

- Benéfico.
- Adverso.

De acuerdo con la acción que provoquen los impactos se consideran benéficos a aquellos que propician continuidad y mejora al ecosistema, y por el contrario los efectos adversos o negativos, los que provocan la degradación o extinción de éstos.

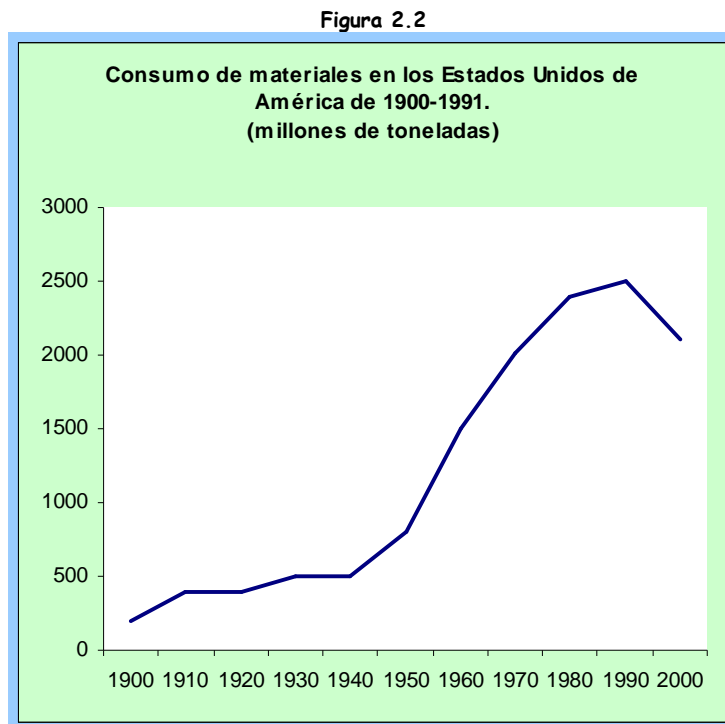
Los impactos ambientales que propicia la industria de la construcción, se pueden analizar desde las distintas fases que intervienen en la realización de una construcción, y son los siguientes:

- **Producción.** Tienen su origen desde el momento en que se comienza la producción de materiales, es decir con la extracción de materia prima, transporte a fábricas o depósitos, transformación, comercialización y transporte al sitio de la obra.
- **Construcción.** Limpieza del terreno, incorporación de materiales y empleo de energía para su colocación, así como, la producción de residuos.
- **Uso.** Empleo de energía para el funcionamiento del inmueble.
- **Mantenimiento.** De acuerdo con los materiales empleados, el mantenimiento se producirá con un mayor o menor consumo de energía y costo.
- **Demolición.** Al término de la vida útil del inmueble éste debe demolerse o desmantelarse. Esto consume energía y produce residuos, los cuales pueden ser o no biodegradables, reutilizados, reducidos o reciclados (**Pilar de Zalazar, 2003**)

En el presente, la industria de la construcción está íntimamente ligada a otras, destacando entre ellas la Química (producción de plásticos, hules, combustibles, etc.), Minería (extracción de elementos pétreos, metales, etc.), Madereras (maderas), principalmente. Todas ellas requieren

de las llamadas materias primas, que en términos estrictos, son los recursos que se denominan naturales, encontrándose entre ellos recursos naturales renovables y no renovables. Ambos tipos en su utilización, tiene ventajas y desventajas.

Primeramente se debe tener presente el consumo de materiales por parte de la industria de la construcción, para comenzar a conocer la dimensión del asunto que se trata en el presente trabajo. Para lo cual, a continuación se muestra (Figura 2.2), el crecimiento en el consumo de materias primas, registrado en los Estados Unidos de América (Young and Sachs, 1994).



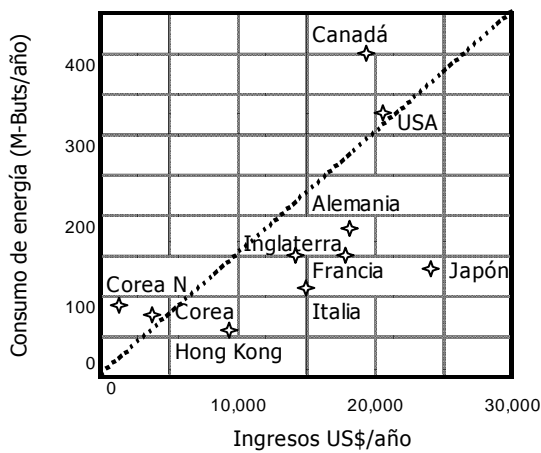
Fuente: (Young and Sachs, 1994)

Analizando la relación que tienen el ingreso y el consumo de energía en varios países con poder adquisitivo elevado, se advierte que países desarrollados como los Estados Unidos de América y Canadá con ingresos altos tienen consumo de energía también elevados, sin embargo, Japón tiene ingresos altos pero menor consumo de energía, lo cual indica que los japoneses tienen mejor equilibrada dicha relación (ingresos-consumo de energía), con base en mejores formas de

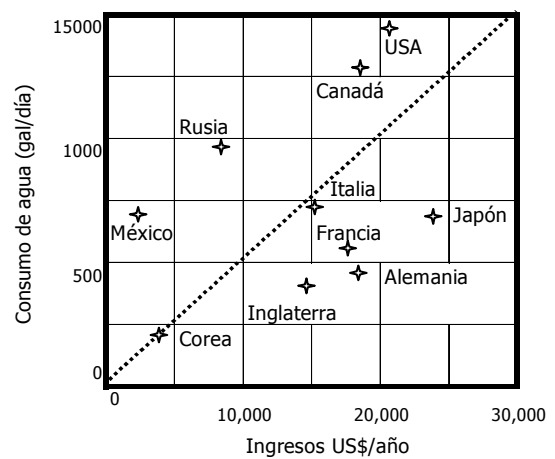
consumo. Algo similar puede observarse en las relaciones entre ingresos y consumo de agua, y de ingresos y emisión de contaminantes.

Las figuras 2.3, 2.4 y 2.5, ilustran de mejor forma lo anterior (Kim, 1998).

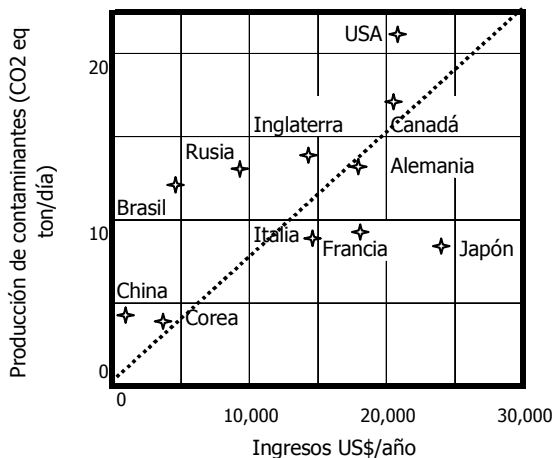
**Figura 2.3.**  
Relación entre ingreso y Consumo de energía per-capita



**Figura 2.4.**  
Relación entre ingreso y Consumo de agua per- capita.



**Figura 2.5.**  
Relación entre ingreso y Producción de contaminantes per- capita.



Fuente: (Kim, 1998)

Una de las actividades más demandantes de recursos es la industria de la construcción, la cual presenta datos similares a los de las figuras anteriores en cuanto a su relación de construcción de infraestructura respecto al ingreso. Esto es natural en países desarrollados, ya que éstos requieren el mantenimiento de lo existente y el crecimiento de infraestructura por el proceso de su propio crecimiento. Dicha infraestructura demanda un consumo de energía para su uso y mantenimiento, lo cual en la mayoría de los casos, propicia la ruptura de los procesos ecológicos locales por la producción de contaminantes, tornándose a largo plazo los impactos en el medio ambiente (Kim, 1998).

A continuación se presentan de manera genérica en la Tabla 2.1, diversos impactos como consecuencia de los procesos constructivos, para comenzar a conocer la verdadera dimensión del problema medioambiental (Habitat, 2006)

Tabla 2.1  
Impactos provocados por distintas fases de la industria de la construcción

	Rocas Industriales Minerales Materiales	Fabricación elementos constructivos	Fabricación sistemas, equipo, instalación	Transporte a obra	Construcción Puesta en obra	Gasto energético climatización	Gasto energético iluminación	Manto. agua usos varios	Reutilización cambio de uso	Derribo. Abandono
<b>Mundiales:</b>										
Cambio Climático e invernadero		*	*	*	*	*	*		*	*
Agotamiento del ozono		*	*			*	*	*		
Deforestación	*	*			*	*	*			
Pérdida de biodiversidad	*									
Contaminación mares		*	*	*		*		*	*	
Gasto recursos no renovables	*	*	*	*	*	*	*			
<b>Locales</b>										
Contaminación atmosférica	*	*	*	*	*	*	*			
Contaminación aguas continentales	*	*	*					*	*	
Deterioro del mar y costas		*	*	*		*		*	*	



residuos tóxicos		*	*		*	*	*	*	*	*
Riesgos industriales		*	*		*					
Erosión y desertización	*			*	*					*
Abuso de recursos renovables						*	*	*	*	
Ocupación suelo con vertidos		*			*			*	*	*

Fuente: (Habitat, 2006)

En este punto se puede advertir que los parámetros que deben ser cuidados, para beneficio del medio ambiente, son los siguientes:

- **Materiales.** Estos pueden ser renovables o no renovables y su vida puede ser larga o corta. Deben ser consumidos al mínimo en el caso de ser materias primas, sin exceder la tasa de renovación, sustituyendo por otros los no renovables. Empleo de materiales reciclados. Evitar el empleo de materiales peligrosos.
- **Residuos.** Estos pueden ser Líquidos, Sólidos o Gaseosos. Se debe estudiar el proceso de producción y colocación para evitar el vertido o la emisión al medio ambiente, así como, el empleo de materiales que no transmitan elementos tóxicos o contaminantes. Empleo de recolectores y recicladores.
- **Energía.** Se debe minimizar el uso de energía, para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente, tales como el HC y CO<sub>2</sub> (Pilar de Zalazar, 2003)

La importancia de esto radica en que el elevado consumo de energía hoy en día, ha incidido en un incremento importante en los gases de invernadero, en especial del CO<sub>2</sub>, resultando en un calentamiento global, causante principal de cambios climáticos; es decir, en zonas donde llovía mucho ahora se registra poca precipitación, y viceversa, donde antes era desértico, se presentan fuertes lluvias, esto ha trastornado los ciclos agropecuarios. En el presente trabajo se pretende

abordar uno de los muchos procesos industriales que contribuyen en estos impactos al ambiente, la industria de la construcción.

De una manera particular, se pueden considerar algunos datos cualitativos en cuanto a la afectación que sufre el medio ambiente producido por la industria de la construcción, plasmados en la Tabla 2.2 (Roodman, 1995):

Tabla 2.2  
Impactos de las construcciones modernas en el medio ambiente y en las personas.

Problema.	Contribución de las construcciones al problema.	Consecuencias.
Utilización de minerales vírgenes.	40% de la arena, grava y piedra; proporción similar de otras materias procesadas, como es el caso del acero.	Destrucción del paisaje, vertidos tóxicos procedentes de minas, deforestación, contaminación del agua y del aire debido a la transformación.
Utilización de madera vírgen.	25% para la industria de la construcción.	Deforestación, inundaciones, obstrucción por sedimentos, pérdidas por diversidad cultural y biológica.
Utilización de recursos energéticos.	40% del consumo total de energía.	Contaminación atmosférica local, lluvia ácida, construcción de diques en los ríos, residuos nucleares, riesgo de calentamiento global.
Consumo de agua.	16% del agua extraída.	Contaminación del agua, la agricultura y los ecosistemas compiten por el agua.
Producción de residuos.	Comparable en los países industrializados a la producción de desechos sólidos municipales.	Problemas de vertederos, tales como la lixiviación de metales pesados y la contaminación del agua.
Aire interior insalubre.	Aire de escasa calidad en el 30% de los edificios nuevos y renovados.	Mayor incidencia de enfermedades. Las pérdidas en productividad alcanzan miles de millones de dólares anuales.

Fuente: (Roodman, 1995)

Conociendo cómo se pueden presentar impactos al ambiente por parte de la industria de la construcción, es como se puede proseguir en el camino para el estudio del caso propuesto, lo que se abordará a continuación en los capítulos que restan al presente trabajo.

Un buen principio para comenzar a minar la problemática anterior, es tomando conciencia del daño que provoca la implantación e importación indiscriminada de modas, tecnologías o normativas que pueden ser lógicas en unos climas y condiciones en donde se han creado, pero son contraproducentes en otros.

## **Capítulo III.**

**Metodologías empleadas para la identificación de impactos ambientales y su relación con los recursos naturales.**

Es importante comenzar conociendo qué se entiende como Impacto Ambiental y como Recursos Naturales, para lo cual se considerará lo señalado en el artículo 3, fracción XIX y XXIX, de la LGEEPA, que ofrecen las siguientes definiciones: "*Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*", "*Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre*" (LGEEPA, 1988)

De las definiciones mencionadas en el párrafo que antecede, es posible construir la relación que tiene el aprovechamiento de un recurso natural y de esta manera el consecuente establecimiento de un impacto ambiental por la acción del hombre, a raíz de dicha situación.

### **METODOLOGÍAS EMPLEADAS PARA LA DETECCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

Los métodos son formas ordenadas para alcanzar un objetivo o propósito, siendo en éste caso el de conocer posibles impactos al ambiente y la manera en que pueden ser mitigados. Dentro de las metodologías empleadas, se pueden señalar las siguientes: (Casanova y Páramo, 1999).

1. La Superposición de Planos Temáticos.
2. Modelos de Simulación.
3. Matrices de Identificación.

La **Superposición de Planos Temáticos**, es empleada principalmente para evaluar los impactos resultantes por la utilización del suelo. Otro uso que se le atribuye, es el de conocer la amplitud territorial a emplear, así como, el diseño de estrategias de manejo y conservación de recursos naturales que permitan soportar tales impactos.

Para el caso de la "Sobreposición de Mapas", se debe mencionar que deben primeramente obtenerse éstos, los cuales deben corresponder a las zonas de estudio, y contener la información y datos necesarios para realizar una evaluación lo más completa y exacta posible, respecto al estado anterior a la realización del proyecto y el resultado de tal acción.

Los planos a emplear son los siguientes:

1. Topográficos.
2. Climatológicos.
3. Hidrológicos.
4. Geológicos.
5. Uso de suelo y vegetación.
6. Edafología.
7. Socioeconómicos.

El procedimiento para la aplicación de éste método es de la siguiente manera:

- Recopilación de información.
- Inventario de información. Se ordena y sistematiza.
- Vaciado de la información en planos temáticos.
- Evaluación de cada plano.
- Diagnóstico de área en análisis. Se superponen los planos para formar un resumen.

El resultado de la aplicación del presente método es la identificación de las áreas donde un proyecto sea menos costoso, tanto económicamente como ecológicamente.

Los **Modelos de Simulación** son representaciones matemáticas simplificadas de la realidad. Se emplean únicamente para la identificación de impactos ambientales. Dentro de éstas herramientas se incluyen las siguientes:

1. Simulación de descargas contaminantes a la atmósfera.
2. Simulación de descargas contaminantes al agua.
3. Simulación de descargas contaminantes al suelo.
4. Simulación de propagación de ruidos.
5. Simulación de sistemas ecológicos, y
6. Simulación de sistemas humanos.

Las **Matrices de Identificación**, son tablas, en las cuales las columnas representan las actividades de un proyecto y las líneas a los elementos del medio natural que pueden ser impactados. En cada intersección de columna-línea, existen dos posibilidades básicas:

1. Presencia de un impacto (positivo o negativo), e
2. Inexistencia de impacto.

De esta manera, la matriz de identificación (Tabla 3.1), se forma cuando se producen todas las intersecciones posibles donde se prevean impactos del proyecto sobre el medio natural. Éste procedimiento permite conocer de una forma rápida los impactos existentes, así como, el advertir los requerimientos adicionales en temas particulares como estudios o la profundización en la información.

Tabla 3.1  
Matriz de identificación de Impactos Ambientales

ACTIVIDAD			Preparación del Sitio				Construcción										Operación y Mantenimiento		Valoración Cuantitativa						
			Limpieza	Despalle	Excavación	Relevo	Plantillas	Cimientos	Drenaje	Muros	Columnas y losas	Instalación	Herreria	Carpintería	Jardinería	Impermeabilización	Habitabilidad	Mantenimiento	Impactos Adversos	Impactos Benéficos	TOTAL				
Medio Físico	Agua	Superficiales	Drenaje			a	a	a	a	B											4	3	7		
		Calidad		a	a	a	a	a							B							6	1	7	
	Suelo	Subterráneas	Drenaje																			0	1	1	
		Calidad				a																1	0	1	
		Superficie Terrestre	Erosión	a	a	a	a								B							4	1	5	
	Aire	Atmósfera	Calidad																						
			Ruido																						
		Uso Potencial	Edafología				a	a	a														3	0	3
											A												1	0	1
	Medio Biótico	Biotota	Flora	Humedad																					
Polvo				A	A																				
Fauna			Humedad																						
			Polvo																						
Ecosistema		Dinámica Ecológica	Flujos de Materia y Energía																						
			Reproducción																						
			Alimentación																						
			Refugio																						
			Paisaje																						
Medio Socioeconómico	Economía Regional	Economía	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	5	1	6		
		Empleos y Mano de Obra	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	16	16		
		Calidad de Vida																			B	B	0	2	2
	Asentamientos Humanos	Servicios																							
		Asentamientos Humanos																							
<b>Impactos Adversos</b>			12	12	8	6	5	5	2	3	3	2	2	2	0	2	2	2	2	68					
<b>Impactos Benéficos</b>			2	2	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	15	2	5	4		54					
<b>TOTAL DE IMPACTOS</b>			14	14	10	8	7	7	6	5	5	6	4	4	15	4	7	6		122					

Simbología: a Adverso no significativo A Adverso significativo b Benéfico no significativo B Benéfico significativo / Mitigable

Fuente: (Adaptada de Congreso, 2003)

Por otro lado, existe dentro del ámbito internacional, software informático, que sirve de apoyo a investigadores y estudiosos del tema ambiental para poder identificar y evaluar los impactos ambientales ocasionados por la construcción de obras de ingeniería.

Varias de estas herramientas se proporcionan de manera gratuita a través del internet, algunas de las más conocidas son las siguientes:

1. El BEES, desarrollado por el Department Of Energy de los Estados Unidos de América.

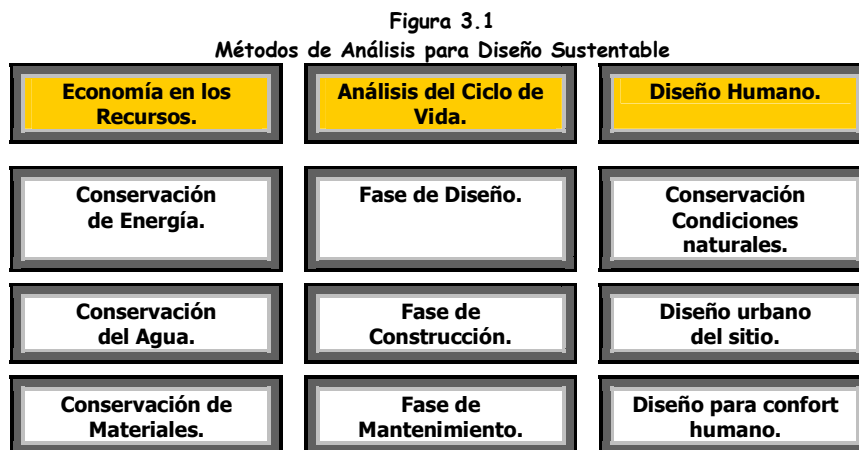
2. El LEED, desarrollado por la organización denominada Green Building Construction, en los Estados Unidos de América (Usgb, 2006)
3. EL GBTOOL, desarrollado por la organización denominada International Initiative for Sustainable Built Environment, en Canadá (iisbe, 2006)

La utilización de cada uno de ellos depende básicamente del conocimiento y la habilidad del operario para manejarlos.

Respecto a los paquetes informáticos, éstos solicitan al usuario datos generales y también particulares, llegando al detalle de procedimientos, materiales y características de consumo de energía a emplearse, para de esta manera emitir una evaluación respecto a la eficiencia, economía y durabilidad de las obras en cuestión.

Actualmente, se ha llegado a un grado tal de análisis, que los proyectos de construcción, pueden ser íntegramente evaluados, desde la etapa de una adecuada concepción, pasando por la construcción, operación y llegando hasta la demolición y disposición final de la obra en cuestión.

Para el **diseño sustentable** y la prevención de la contaminación en las construcciones, el National Pollution Prevention Center for Higher Education (Kim, 1998), propone el siguiente esquema (Figura 3.1):

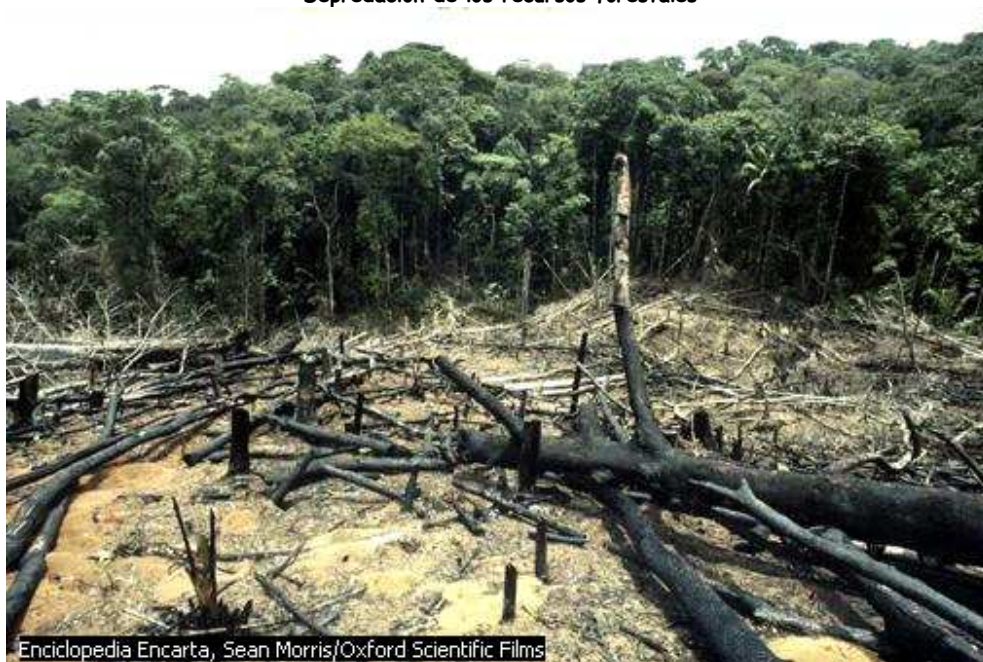


Fuente: (Kim, 1998)



La **Economía en los Recursos**, se refiere a la reducción en el empleo de recursos naturales no renovables (Figura 3.2). Esto se enfoca, a la realidad de que los materiales entran de una forma al proceso de construcción y en el momento en que llega al final de la vida útil el inmueble, sale diferente; es decir, un material como por ejemplo la arena utilizada en la fabricación del concreto, en un inicio es un árido limpio, al llegar a su etapa de demolición un edificio, ésta se encuentra unida a otros materiales como pueden ser cemento, acero, productos químicos usados como aditivos para mejorar la calidad del concreto, para que la arena pudiera ser separada de dichos elementos, se necesitaría utilizar procesos mecánicos primero y después procesos químicos, si es que se desea obtener una arena con sus cualidades originales, lo cual a todas luces resultaría demasiado costoso. Lo mismo sucede con el agua y con el resto de los recursos que se necesitan para construir y mantener en operación a un inmueble.

Figura 3.2  
Depredación de los recursos forestales



Enciclopedia Encarta, Sean Morris/Oxford Scientific Films

Fuente: (Microsoft ©, 2003)

El **Análisis del Ciclo de Vida (ACV)**, es una metodología que se utiliza para evaluar la influencia de un proceso o material sobre el medio ambiente, analizado principalmente con base en la combinación de eventos que se presentan durante las fases involucradas en los mismos, tales

como la cantidad de energía que se consume, las materias primas requeridas y la emisión de contaminantes, debiendo considerar las fases siguientes:

1. Extracción.
2. Procesado de materias primas.
3. Producción.
4. Transporte.
5. Distribución.
6. Uso.
7. Reutilización.
8. Mantenimiento.

**Extracción.** De acuerdo con el material o recurso a que se refiera, se requiere considerar el empleo de energía y los materiales utilizados en el proceso.

**Procesado de materias primas.** Si se trata de recursos naturales, en general se necesitará un bajo consumo de energía, sin embargo, pueden originarse cantidades considerables de desechos durante el proceso.

**Producción.** Deben ser considerados los materiales de mayor uso. Para la etapa de construcción, debe tomarse en cuenta el consumo de energía y el uso de recursos naturales.

**Transporte.** Se refiere al costo ambiental por el traslado de materiales en virtud de la distancia, medio de transporte y combustible empleado.

**Distribución.** Se encuentra relacionado con la fase anterior.

**Uso.** Debe entenderse por el destino de la construcción, lo cual determina el gasto de energía, así como el mantenimiento ulterior.

**Reutilización.** Es la parte donde se prevé el destino de los materiales de una obra al término de su vida útil (**Sagpya, 2004**).

**Mantenimiento.** En este apartado, es donde en la mayoría de los casos se consumen grandes cantidades de recursos energéticos y materiales, los cuales aumentan conforme el mantenimiento sea deficiente o demasiado espaciado en el tiempo e inclusive si la construcción fue deficientemente diseñada.

El llevar a cabo dichos análisis, tuvo sus comienzos aproximadamente a principios de los años setenta del pasado siglo XX, con la crisis petrolera de esa época. Para la aplicación del ACV, se cuenta con normas internacionales que son de carácter voluntario, las llamadas ISO 14040, entre las que se encuentran las siguientes:

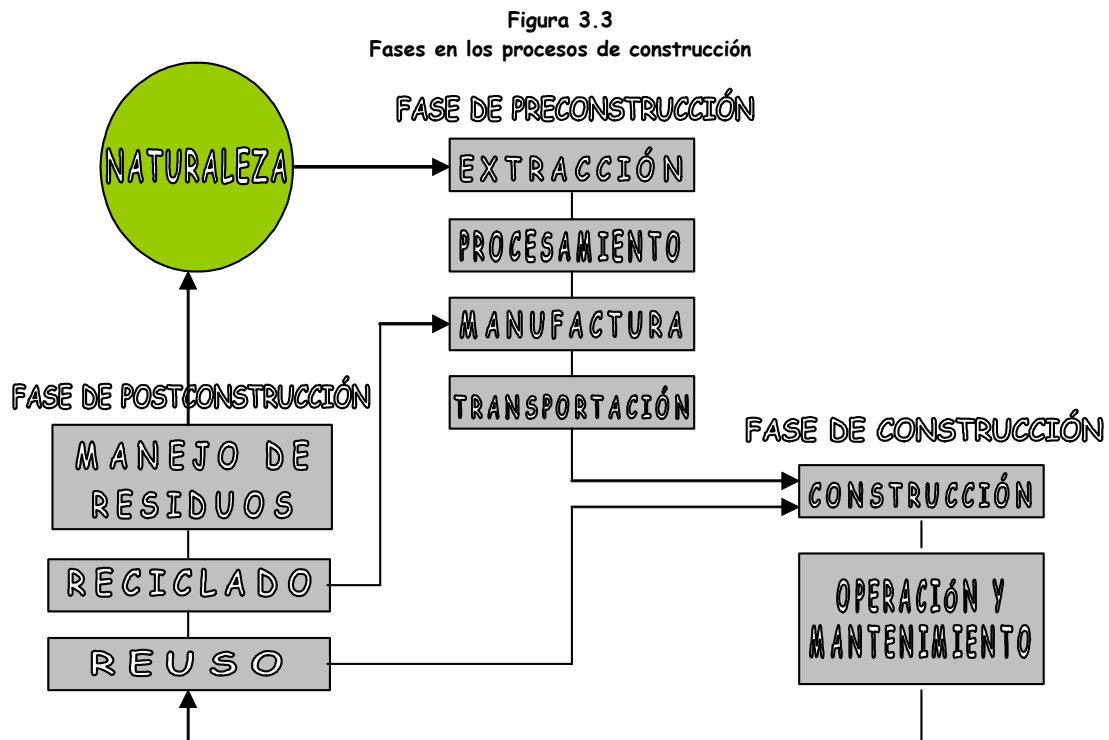
1. ISO 14040:1998 "Gestión medioambiental, ACV, principios y estructura".
2. ISO 14041:1998 "Gestión medioambiental, ACV, definición del objetivo y alcances y análisis de inventario".
3. ISO 14042:2000 "Environmental management LCA-LCIA (Life Cycle Impact Assessment)".
4. ISO 14043:2000 "Environmental management LCA-LCI (Life Cycle Interpretation)".

Empleando las normas anteriores, es posible obtener datos que sirven entre otros para explicar al público en general sobre las características ambientales de productos y materiales empleados en una obra en particular (**unne, 2005**)

El ACV al analizar procesos o materiales, también ofrece la posibilidad de sugerir el empleo de alternativas, resultado de dichos análisis.

Es de destacar que el ACV pretende evaluar a los materiales o procesos desde su fabricación hasta el término de su vida útil ("desde la cuna hasta la tumba"), sin embargo, debe tomarse en cuenta que también en este método se considera el reciclado, la reducción y el reuso, como opciones, lo cual a su vez, involucra nuevamente la utilización de energía para poder lograr tal fin. Dicha situación, en términos de impactos ambientales, puede resultar contraproducente comparado con el empleo de un material nuevo, ya que la energía requerida llevaría a la par a considerar los impactos ambientales por su generación y posterior utilización en el proceso o material analizado (Habitat, 2006)

El ACV, como se ha mencionado, provee una metodología para analizar un proceso o material con relación a su impacto en el medio ambiente. Aunado a lo anterior y para tener mayor claridad, a continuación se presenta la Figura 3.3 (Kim, 1998).



Fuente: (Kim, 1998)

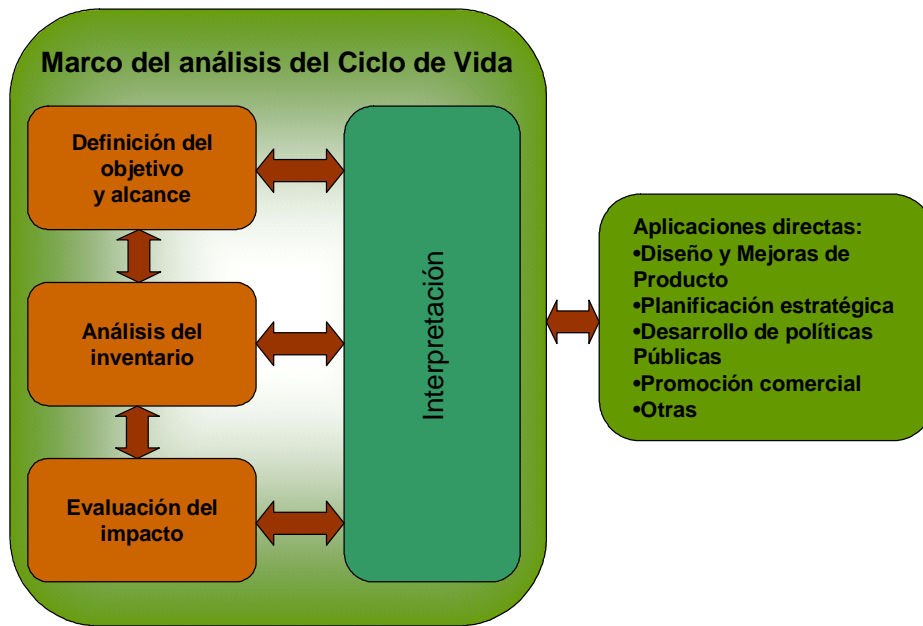
Las fases anteriormente señaladas, se explican a continuación:

1. **Fase de Preconstrucción.** En este apartado están incluidos: la selección del sitio donde se construirá; el proyecto, la selección y proceso de fabricación de materiales a emplear. Así mismo, se toma en cuenta el impacto producido en el medio ambiente por el empleo de energía utilizada en la construcción, el transporte de los materiales y la emisión de contaminantes.
2. **Fase de Construcción.** Se refiere a la etapa en que se concreta el proyecto constructivo y su posterior operación; durante esta fase, se evalúa la emisión de contaminantes y su relación con la salud humana, así como alternativas para la reducción en el consumo de energía.
3. **Fase de Postconstrucción.** Cuando las construcciones terminan su vida útil, se requiere tener alternativas para los materiales que formaron parte de la misma. Es en esta fase donde se presenta la disyuntiva entre mandar los materiales al sitio de disposición final o evaluar la cantidad y posibilidad de reducir, reusar o reciclar parte de los mismos (Kim, 1998).

A través del ACV se establece un método para valorar información de entrada (materia y energía) y salida (producto y emisiones), lo que posibilita la evaluación de impactos ambientales resultado de procesos o fabricación de materiales como se muestra en la Figura 3.4 (Carvalho, 2001).

De acuerdo con la ISO 14040-1997, se sugiere el siguiente marco de análisis:

Figura 3.4



Fuente: (Carvalho, 2001)

Por último, el **Diseño Humano**, se enfoca en las relaciones del medio ambiente con el hombre, éste debe ser la fase más importante del diseño, toda vez que debe tomar en cuenta la economía de los recursos naturales a emplear y el efecto que ello tendrá en los ecosistemas, aunado a esto se deben considerar aspectos tales como el confort, seguridad, salud y la productividad al interior de la construcción (en el caso de tratarse de una construcción habitable). Este aspecto debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. La Preservación de las condiciones naturales. Es decir, se debe minimizar el impacto de la construcción en el ecosistema local.
2. Diseño Urbano y Planeación del Sitio. Debe considerarse la cercanía de ciudades, o desarrollos urbanos, con el objeto de integrarse a ellos, de este modo reducir el costo y cantidad de equipamiento necesario; así como, la reducción de emisiones contaminantes.
3. Confort Humano. El diseño debe ser de tal forma que reduzca el stress, y provoque efectos positivos en la salud y bienestar (Kim, 1998).

Con lo anterior, se espera haber plasmado una visión integral respecto a algunas de las metodologías empleadas para detectar impactos ambientales y su relación con los recursos naturales.

## Capítulo IV.

**Mitigación de impactos ambientales en el marco de la filosofía de la sustentabilidad.**



## POLÍTICAS AMBIENTALES.

Una aspecto importante dentro del desarrollo sustentable, es lo referente a la política ambiental, entendida esta como criterios ecológicos y lineamientos obligatorios, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente (LGEEPA, 1988).

Para conseguir tal fin, se han instrumentado políticas ambientales tanto a nivel federal como local (se estudiará para este caso la del Distrito Federal), pretendiendo la concretización de dichas políticas por medio de los instrumentos mostrados en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1  
Comparación de Instrumentos Ecológicos entre la LGEEPA y la LADF

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.		LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL.	
ARTÍCULO	INSTRUMENTO.	ARTÍCULO	INSTRUMENTO.
17 al 18.	Planeación Ambiental.	20 al 23.	Participación Ciudadana.
19 al 20 bis 7.	Ordenamiento Ecológico del Territorio.	24 al 27 bis.	Planeación del Desarrollo Sustentable.
21 al 22 bis.	Instrumentos Económicos.	28 al 35.	Ordenamiento Ecológico.
23 al 27.	Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos.	36 al 43.	Normas Ambientales para el Distrito Federal.
28 al 35 bis 3.	Evaluación del Impacto Ambiental.	44 al 61.	Evaluación del Impacto Ambiental.
36 al 37 bis.	Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental.	62 al 68.	Autorregulación y Auditorías Ambientales.
38 al 38 bis 2.	Autorregulación y Auditorías Ambientales.	69 al 71.	Fondo Ambiental Público.
39 al 43.	Investigación y Educación Ecológica.	72.	Estímulos.
		73 al 74.	Investigación y Educación Ambientales.
		75 al 79.	Información Ambiental.
		80 al 84.	Denuncia Ciudadana.

Fuente: (Elaboración propia, basada en la LGEEPA y la LADF)

Una vez señalado lo anterior, se puede advertir que se presentan algunas diferencias entre ambas Leyes; siendo la razón, las necesidades que se pretenden cubrir, ya que por un lado la legislación federal se concentra en la totalidad del territorio nacional, delegando en los otros dos niveles de gobierno la responsabilidad de legislar de manera particular, siendo éste el caso para el Distrito Federal. Sin embargo, lo que tienen en común es el interés en que el medio ambiente sea protegido, preservado y correctamente utilizado.

Los Instrumentos de la Política Ambiental, como puede advertirse, deben guardar estrecha relación entre sí. Destaca entre éstos el Ordenamiento Ecológico, el cual es uno de los instrumentos que por su naturaleza normativa y su desarrollo técnico y conceptual permite articular y dar coherencia a otros instrumentos de la política ambiental y de otras políticas sectoriales (sat-semarnat, 2006).

Por desgracia, el desarrollo económico en términos generales, antecede al desarrollo sustentable, es decir, se privilegia la creación de infraestructura para la producción o el bienestar poblacional antes que el cuidado de los recursos naturales. Tal situación es notoria a lo largo y ancho del territorio nacional, ya que se pueden observar grandes extensiones de terreno deforestado, contaminado o mal empleado. Para el caso del Distrito Federal, esto se traduce en el constante crecimiento de la mancha urbana con la consecuente pérdida de las pocas áreas de reserva ecológica que aún se tienen o en su defecto el deterioro de las mismas, trayendo consigo diversos efectos nocivos en el medio ambiente, como por ejemplo la poca recarga del manto freático al estarse cubriendo constantemente el suelo natural con asfalto para las vialidades o con la construcción de viviendas, ello sin incluir la baja calidad de vida de los habitantes de dichas zonas.

En éste punto, es conveniente abordar el aspecto del desarrollo de las ciudades, como si se tratasen éstas de ecosistemas, con el objeto de tratar de establecer parámetros de comparación entre aquellas y éstas.

## **LAS CIUDADES COMO ECOSISTEMAS.**

El tema referente al ecosistema se trató en el Capítulo I, y retomando lo ahí abordado se puede advertir que dentro de las características de los ecosistemas, se identifica lo siguiente respecto de sus componentes:

- Están interrelacionados.

- Son sistemas abiertos, y
- Poseen mecanismos de retroalimentación (**Casanova y Páramo, 1999**).

De igual forma, desde un punto de vista ecológico, se puede decir que las ciudades son ecosistemas y como tales son sistemas abiertos que necesitan materia y energía para mantenerse. Por otro lado, es un sistema heterótrofo, visto desde la perspectiva de la producción. Es notorio que las ciudades generan residuos (sólidos, líquidos y gaseosos), debido a la transformación de los materiales y la energía utilizados para su funcionamiento. Los materiales y la energía que requiere, son transportados desde su exterior, lo cual causa contaminación en razón de los procesos necesarios para consumir y utilizarlos, ésta es desplazada, en buena medida, al exterior para preservar las condiciones mínimas de habitabilidad y calidad de vida a su interior.

En las ciudades que se encuentran dispersas, se han separado los usos y las funciones, ocupando territorios amplios, los cuales se conectan a través de una diversa red de caminos utilizados por el transporte automotor, así como, redes de servicios técnicos para éstos. De esta forma, el transporte se ha convertido en la actividad de mayor consumo de energía del conjunto de actividades consumidoras que se desarrollan en las ciudades.

El resolver los problemas al interior de las ciudades, significa mejorar la habitabilidad y con ella, la calidad de vida. Ésta depende de factores sociales y económicos y también de las condiciones ambientales y físico-espaciales. El proyecto y diseño de las ciudades, su estética, el ordenamiento para el uso de la tierra, la existencia del equipamiento básico y su consecuente fácil acceso a los servicios públicos, son de gran importancia para la habitabilidad de los asentamientos urbanos. Por lo tanto, para que se cubran las necesidades y aspiraciones de la población en los barrios y las ciudades, es imperativo que se oriente el diseño, la construcción y el mantenimiento de tal forma que se otorgue prioridad a la salud pública y se incrementen las relaciones sociales.

## EL METABOLISMO DE LA CIUDAD.

Las características más notorias de los ecosistemas urbanos son, la cantidad de energía que hace funcionar el sistema y la enorme movilidad horizontal que permite explotar a otros similares a distancias más o menos alejadas. La mayoría de la energía denominada endosomática (la que viaja por el interior de los organismos vivos), proviene de los sistemas agrícolas, que hacen que los sistemas urbanos sean heterotróficos desde el punto de vista de la producción.

Para el sostenimiento de los sistemas urbanos, se debe considerar el consumo de energía exosomática (la que viaja por el exterior del cuerpo), apoyándose también en la explotación de recursos ubicados en espacios más o menos lejanos, de acuerdo a las necesidades.

De tal manera que los recursos y materiales como el agua, los alimentos, la electricidad, los combustibles fósiles, etc., frecuentemente se extraerán de sitios cada vez más lejanos, presentándose situaciones tales, que en ocasiones serán consumidos en la ciudad y en otras serán transformados antes de su consumo en el propio sistema o en otros diferentes (Figura 4.1).

Figura 4.1  
Fuentes fijas de contaminación atmosférica

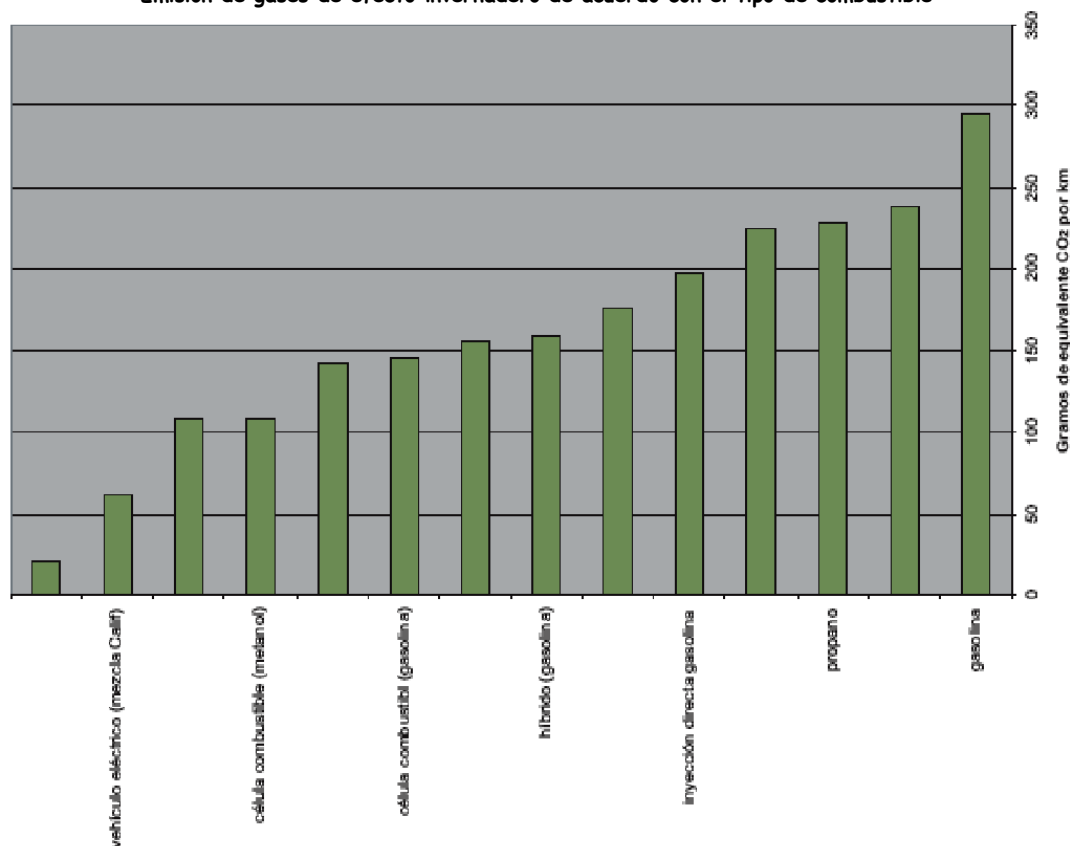


Fuente: (Microsoft ©, 2003)

La exigencia de grandes cantidades de energía por parte del ser humano y sus máquinas, provenientes de hidrocarburos principalmente, contrastan con la energía natural proveniente de otras fuentes como el sol, las cuales se consideran menos contaminantes. El crecimiento

industrial y demográfico, tiene su razón en el acelerado consumo de combustibles fósiles (Figura 4.2). En México, el consumo de energía proveniente de combustibles fósiles alcanza el 89%, y se estima que el empleo de energías renovables hacia el año 2020 será poco significativo (Energía, 2007)

Figura 4.2  
Emisión de gases de efecto invernadero de acuerdo con el tipo de combustible



Fuente: (Töpfer, 2001)

De lo anterior se advierte que los núcleos urbanos, incluyendo la construcción de vías de circulación automotriz, del tamaño y los flujos de circulación como las proyectadas en las ciudades de México, provocan invasiones del espacio rural y una disminución de la biomasa y la biodiversidad de todos los ecosistemas naturales. En todo el territorio de México, las tierras originalmente de uso agrícola que pasaron a formar parte del suelo urbano, ascendió 72,892 Ha entre los años de 1996 a 2000 (CONAFOVI-CONACYT, 2005); para el caso de la zona conurbana de la Ciudad de México, éstas correspondieron a 2,987.6 Ha (Maya, 2004). El ser humano explota así a la naturaleza e impide que ésta se recupere de una forma efectiva.

La contaminación es una consecuencia del transporte y si se quiere, una enfermedad del mismo (Figura 4.2), pero constituye algo que es perfectamente natural en los ecosistemas.

## EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS SISTEMAS NO URBANOS.

Cualquier proceso de explotación en un ecosistema, significa sacar algo que es útil a aquél. Una conservación total nada más es posible en la falta completa de explotación. Pero, muchas veces, cuando se habla de conservación es en sentido relativo, sin pretender llegar al clímax, sino, por ejemplo, mantener un ecosistema con cierta estructura y cierto nivel de explotación sustentable. Sin embargo todavía esto puede ser difícil. La mayor parte de las áreas que en la actualidad se proponen para ser conservadas son áreas residuales que no habían estado utilizadas desde hace tiempo por su mala calidad o situación. Todos los parques naturales están en la montaña o en las marismas, terrenos que antiguamente se habían conceptuado como inhóspitos (**Conclusiones, 2002**).

Como se aprecia, la afectación a los ecosistemas (que para el presente trabajo se considerarán únicamente los impactos adversos), es resultado de complejas y variadas acciones por parte del hombre. Lo cual significa que para estar en condiciones de reducir, o en el mejor de los casos evitar, requiere de grandes esfuerzos y el empleo de igual medida de recursos tecnológicos y económicos, siendo éste último el que en la gran mayoría de los casos determina la viabilidad de las acciones a emprender en favor del medio ambiente, en especial en los países en vías de desarrollo como México.

Los impactos ambientales pueden presentarse de manera aislada o combinada en aire, tierra o agua, lo cual determinará en primera instancia la medida a emplear para la mitigación de tal impacto. A continuación se presenta la Tabla 4.2, donde se enlistan algunas de las medidas de mitigación comúnmente empleadas para el caso particular de la industria de la construcción (**Casanova y Páramo, 1999**).

Tabla 4.2  
Medidas de Mitigación en la industria de la construcción

ETAPA.	MEDIDA.
PROYECTO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modificación del proyecto.</li> <li>➤ Modificación de procesos y equipos para la construcción.</li> <li>➤ Inclusión de equipos de control.</li> <li>➤ Diseño de barreras y aislamientos.</li> <li>➤ Alternativas de localización.</li> </ul>
CONSTRUCCIÓN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reubicación de poblaciones.</li> <li>➤ Creación de parques recreativos.</li> <li>➤ Creación de zonas de cultivo.</li> <li>➤ Aislamiento de la zona de trabajo.</li> <li>➤ Control de emisiones.</li> <li>➤ Disposición adecuada de residuos.</li> <li>➤ Mantenimiento de zonas aledañas.</li> <li>➤ Indemnizaciones.</li> </ul>
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mejoras estéticas en el aspecto visual</li> <li>➤ Reforestación.</li> <li>➤ Monitoreo y vigilancia.</li> </ul>
ABANDONO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprovechamiento de instalaciones existentes.</li> <li>➤ Dejar el sitio en buenas condiciones de seguridad e higiene.</li> <li>➤ Reacondicionamiento para otras actividades.</li> <li>➤ Restituir las condiciones originales.</li> </ul>

Fuente: (Casanova y Páramo, 1999)

Las anteriores son algunas de las medidas de mitigación que se deben considerar, ello sin pretender que sean las únicas, debido a que cada construcción conlleva su propia problemática, originada por diversos factores como pueden ser el sitio en que se ubicara la obra, los materiales a emplearse, la magnitud y radio de afectación, la vida útil esperada, la disponibilidad de recursos y energía para su operación y mantenimiento, etc.

## PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS.

Como resultado de lo anterior, una de las acciones que actualmente es mejor recibida es el empleo de materiales reciclados. Sin embargo, lo primero que se debe abordar dentro del presente apartado, es lo concerniente a la asimilación de los conceptos referentes a "reuso de materiales" y "reciclado de materiales", los materiales susceptibles de ser reciclados y las posibles aplicaciones de éstos dentro de la industria de la construcción en general y en la construcción de una obra civil como la que se estudiará a continuación.

Se iniciará por conocer algunas de las definiciones respecto a los términos anteriores.

La Ley Ambiental del Distrito Federal, en su artículo 5, define el reciclaje como "método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos y de reutilización" (LADF, 2000).

Otra definición es la que menciona a los materiales reciclables como aquellos que pueden ser reaprovechados en nuevos procesos constructivos, evitando de esta manera la contaminación producida por su fabricación. De igual manera se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Productos directos del reciclaje. Son aquellos que no requieren ninguna transformación para volver a ser utilizados (madera, rejas, sanitarios, cenefas, etc.).
- Productos secundarios del reciclaje, Son aquellos que, tras algún tipo de transformación, se convierten en otros productos (los áridos de concreto reciclados, perfiles metálicos, madera, etc.).

No deben emplearse en la construcción materiales que se convierten en residuos tóxicos o peligrosos al final de su vida útil (Pilar de Zalazar, 2003).

La Organización de las Naciones Unidas, a través de su Agencia para la Protección del Medioambiente (UNEP, por sus siglas en inglés), señala en su documento denominado Agenda 21, en su Sección I, Capítulo 7, Apartado Áreas de Programas, Inciso G. Promoción de Actividades Sustentables en la Industria de la Construcción, que las actividades de la industria de la construcción, pueden resultar en daños al ambiente, debido a la disminución de los recursos naturales empleados y al daño en los ecosistemas; así como, la contaminación y el uso de materiales dañinos a la salud humana. Entre las actividades que recomienda, se encuentran la promoción del desarrollo y difusión de bases de datos que adviertan sobre las consecuencias en el medio ambiente por el empleo de materiales de construcción y la creación de incentivos financieros dentro de la legislación local con miras a promover el reciclado de materiales de alto



rendimiento energético y el uso eficiente de energía en la producción de materiales de construcción. De igual forma, se propone el desalentar con gravámenes el uso de materiales para la construcción que crean contaminación durante su vida útil (**Agenda 21, 2006**).

Cabe hacer mención que a la fecha existe un primer borrador de la Agenda 21 para la Ciudad de México, el cual es el resultado de la firma del Memorandum de Entendimiento con organizaciones internacionales como el PNUMA y Capacidad 21 (**3er Informe, 2003**). El cual no se ha concretado en un documento oficial. (**SMA, 2007**)

Dentro de las consideraciones existentes en la normatividad ambiental, respecto al reuso y reciclaje de residuos no peligrosos en general, se puede encontrar que en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se encuentra en su artículo 134, fracción III, que "es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes" (**LGEEPA, 1988**). Así mismo, en la Ley Ambiental del Distrito Federal, se señala en su artículo 163, fracción III, que "*es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e industriales no peligrosos, incorporando técnicas, ecotécnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje*" (**LADF, 2000**). Dentro de dichos residuos se encuentran los pertenecientes a construcciones civiles en general.

En este punto, se puede advertir que las disposiciones citadas se circunscriben dentro de un marco normativo, lo que resta es conocer de qué forma esto se ha llevado a la realidad; es decir, qué materiales son susceptibles de ser reusados y en su caso reciclados. A continuación se explorará la posibilidad y diversidad de materiales que pueden ser empleados con éxito dentro de la industria de la construcción.

Cabe hacer la acotación que en realidad la edificación de un elemento nuevo, con características llamadas verdes o de bajo consumo energético, no representa necesariamente un bien ni una

construcción "amigable" con el medio ambiente, sino por el contrario, ésta conlleva el requerimiento de mayores recursos energéticos debido a que es de nueva creación.

La necesidad de reciclar lo que comúnmente se llaman desechos, obedece principalmente en México, a la demanda cada vez mayor de terrenos aptos para construir rellenos sanitarios en los cuales disponer de tales desechos, lo cual se encarece día a día, debido a los volúmenes cada vez mayores de residuos (debido a la poca cultura que prevalece respecto a la separación domiciliaria de desechos) y a la distancia a la que éstos deben ser llevados fuera de los centros urbanos. Baste para dar una idea de lo anterior los siguientes datos:

1. A nivel nacional se estima que aproximadamente el 3% de las 85,000 toneladas de residuos por día del país es reciclada o reutilizada.
2. Entre el 30 y 40% de los residuos sólidos de México de acuerdo al INE proviene de paquetería con un 10 a 30% adicional (15% en la Ciudad de México) de residuos industriales.
3. El 90% de los residuos industriales en la Ciudad de México consisten en concreto, bloques de cemento o ladrillos y material de excavación, de los cuales el 7% terminan en los rellenos sanitarios de la Ciudad de México, una cantidad aproximada de 113.4 ton por día.
4. Los rellenos sanitarios (Figura 4.3), no son diseñados para albergar materiales de construcción, los cuales poseen mucho mayor peso y densidad que los residuos domiciliarios comunes.
5. En la actualidad la Ciudad de México únicamente cuenta con un relleno sanitario el denominado Bordo Poniente, que está por terminar su vida útil.
6. México se encuentra entre 20 y 30 años atrasado respecto a Estados Unidos de América y de Europa respectivamente, en cuanto a capacidad de reciclado de residuos industriales (**borderwastewise, 2003**).

Figura 4.3  
Disposición Final de Desechos Urbanos.



Fuente: (Microsoft ©, 2003)

Respecto al costo monetario para la instauración de plantas de reciclaje de residuos industriales, se calcula que en los Estados Unidos de América es de alrededor de \$500,000 a un millón de dólares (**borderwastewise, 2003**)

En la Ciudad de México, existe en la actualidad una planta de manejo y recuperación de plásticos tipo PET, la cual comenzó su operación en el año 2003, con una recuperación aproximada de 23 mil millones de toneladas de las 55 mil millones que se generan anualmente en ésta Ciudad, lo que equivale al 42% del total (**3er Informe, 2003**)

Como puede advertirse, en la Ciudad de México se han implementado pasos concretos en lo relacionado con el reciclado de materiales, aunque por el momento esto sea aún insuficiente. Sin embargo, en la actualidad se observa que el empleo de materiales como el acero, aluminio, cobre y concreto, lleva aparejado por unidad de producto, un mayor consumo de energía, tanto en su producción, instalación y mantenimiento, con el consecuente aumento en contaminación, con relación a materias primas, como maderas y áridos empleados en la industria de la construcción (Tabla 4.3)

A continuación se abordará el tema del "costo energético", que llevan implícito todo tipo de construcciones y en el cual los diseñadores y constructores no han previsto lo necesario dentro de los proyectos a desarrollar; lo cual, es importante destacar ya que el costo energético empleado durante la fabricación o reciclaje de cualquier material, dependerá de la cantidad de recursos utilizados y de su naturaleza (intensidad energética); así como, de la vida útil de la construcción. Por otro lado, el costo energético del mantenimiento, dependerá mayormente de la geometría de la construcción donde se emplearán y de la eficiencia general de sus sistemas de suministro energético (cuya mejora, con técnicas industriales comunes, puede requerir materiales con mayor intensidad energética). De esta manera los aspectos a evaluar se refieren a cuatro variables: durabilidad de las edificaciones, materiales a emplear, geometría de las construcciones y eficiencia de las mismas (**Habitat, 2006**)

Lo anterior significa, que los responsables de concretar una construcción valoren a éstas no únicamente como el resultado de la suma de costos directos más indirectos, sino que se agregue un valor más: el costo energético, que en primer instancia deberá ser absorbido por el propietario del inmueble (sea éste un bien público o privado) a todo lo largo de la vida útil del mismo.

Pareciera éste un asunto sin mayor importancia, sin embargo, en la medida que se incluya el concepto anterior dentro del proyecto de todo tipo de construcciones, representará un ahorro económico para el propietario y menor gasto en infraestructura de servicios por parte del gobierno.

La energía utilizada en la fabricación de distintos materiales de construcción, se muestra en la Tabla 4.3, y sirve para tomar un punto de partida respecto a la cuantificación de energía necesaria a emplearse en una construcción.

Tabla 4.3  
Energía incorporada por distintos materiales de construcción.

Material	Referencias (año)							
	1 (1997)	2 (1982)	3 (1978) (b)	4 (1995)	5 (1998)	6 (1979) (c)	7 (2000) (e)	8 (1990)
Acero	8,06	10	7,67	7-13	7-11	13	11	14 (g)
Acero reciclado				2,5-4,17	2,5-3,3		4,7	
Acero inoxidable	3,06							15
Aislantes térmicos plásticos	1,125 kWh/m <sup>3</sup>							
Aluminio	27,0			42-61	42-67	73	44-60	81 (g)
Aluminio en chapa	58	56						65
Aluminio reciclado	3,89			2,8-4,2	3-11			13-29
Áridos		0,01				0,02	0,04	
Asfalto (tela)							3	12
Cal		1,5						
Cemento		2,2	1,8			2,4	2	
Cinc		15						
Cobre (chapa)	19,4	16		19-47	20-24	22	25	
Cobre reciclado				3-22	11-14			
Fibra de celulosa	133 kWh/m <sup>3</sup>							
Concreto	0,28	0,2	0,5	0,2		0,3	0,7	
Concreto ligero		0,5						
Ladrillo cerámico	0,86	1,2		0,7-1,69		0,09	1,25	
Ladrillo silicocalcáreo		0,4					0,5	
Ladrillo de tierra compactada (d)						0,02	0,13-0,4	
Lana ovina (a)	30,6 kWh/m <sup>3</sup>							
Lana mineral	231 kWh/m <sup>3</sup>	3,9						
Madera		0,1		1,25				
Mampostería en seco						1,4		
Plástico	45	10	2,73	22-61		2,65	20-40	21-23
Plástico reciclado				14-44				
Papel						6,51		
Plomo	52,8	14				14		
Plomo reciclado	2,78							
Poli-carbonatos								30
poli-propilenos								20
poliuretanos								33,3
Porcelana		6,1					7,5	
PVC								20,7
Resinas termo-estables								24
Teja cerámica plana							4,4	
Titanio						154		
Vidrio	9,19	6,0		3,6-7	3,3-8,3	7,4	5,3	22,5 (f)
Vidrio celular	4,69							
Vidrio reciclado				2,8-5,6	2,8			

Notas: (a) no incluye transporte. (b) no incluye transporte de materias primas ni infraestructura. (c) energía de fabricación. (d) incluye estabilización con cemento. (e) incluye transporte local, hasta 100km. (f) mínimo costo para vidrio en automóviles. (g) piezas mecanizadas. La energía está expresada en kWh/kg de producto salvo que se indique otra cosa.

Fuente: (Habitat, 2006)

El correcto empleo de un material cualquiera, debe obedecer a una cuidadosa selección (proyecto), teniendo en mente que dicho material debe satisfacer los requerimientos de la obra, tanto económicos como ecológicos y estéticos.

1. Económicos, porque debe tenerse presente que no únicamente se trata de una erogación por la compra de dicho material, sino porque una vez en uso se debe proporcionar el mantenimiento que éste requiera, lo cual obviamente representa un costo monetario, lo que a fin de cuentas en realidad rige la construcción.
2. El aspecto ecológico, es importante debido a que es un requisito plasmado en las diversas normas regulatorias existentes en México.
3. Y por último el componente estético, el cual en la mayoría de las construcciones es relegado por anteponer el costo monetario, sin embargo, un proyecto correctamente estudiado, debe satisfacer este aspecto también.

En consecuencia, debe tenerse presente también la etapa de abandono o demolición. Respecto a ésta última, es en la misma, cuando se tiene la posibilidad de reciclar o reutilizar materiales, entre los cuales se encuentran principalmente, el concreto, tabiques, teja, madera, vidrio y metales en general, siendo éstos los más representativos en los procedimientos constructivos empleados actualmente en México. En el caso de los áridos, no existe mayor problema para ser triturados y transformados, salvo la correcta selección de éstos.

De lo anterior, se puede observar que es posible introducir cambios en las distintas etapas del proceso constructivo, tendientes a implementar los aspectos de reciclado y reuso de materiales para construcciones similares a las del estudio de caso.

## Capítulo V.

### Estudio de caso: la Construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco.

## VALORACIÓN AMBIENTAL.

Antes de comenzar con el estudio de un caso real, es importante conocer el concepto y los métodos de Valoración Ambiental, toda vez que a partir de alguno de ellos se determinarán los beneficios o perjuicios que el Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco, ocasionará en el medio ambiente.

Se define a la Valoración Ambiental como el resultado de asignar valores económicos al medio ambiente y a los recursos naturales, que en adelante también se llamaran bienes y servicios ambientales (ubu, 2006).

Dicha Valoración es ampliamente utilizada para realizar análisis y estudios sobre los impactos en el medio ambiente, producto de externalidades y transformadas estas en unidades monetarias para conocer el impacto económico equivalente. Tiene dos objetivos principales desde el punto de vista económico: la *eficiencia económica* y el *crecimiento sustentable* (Casimiro, 2002).

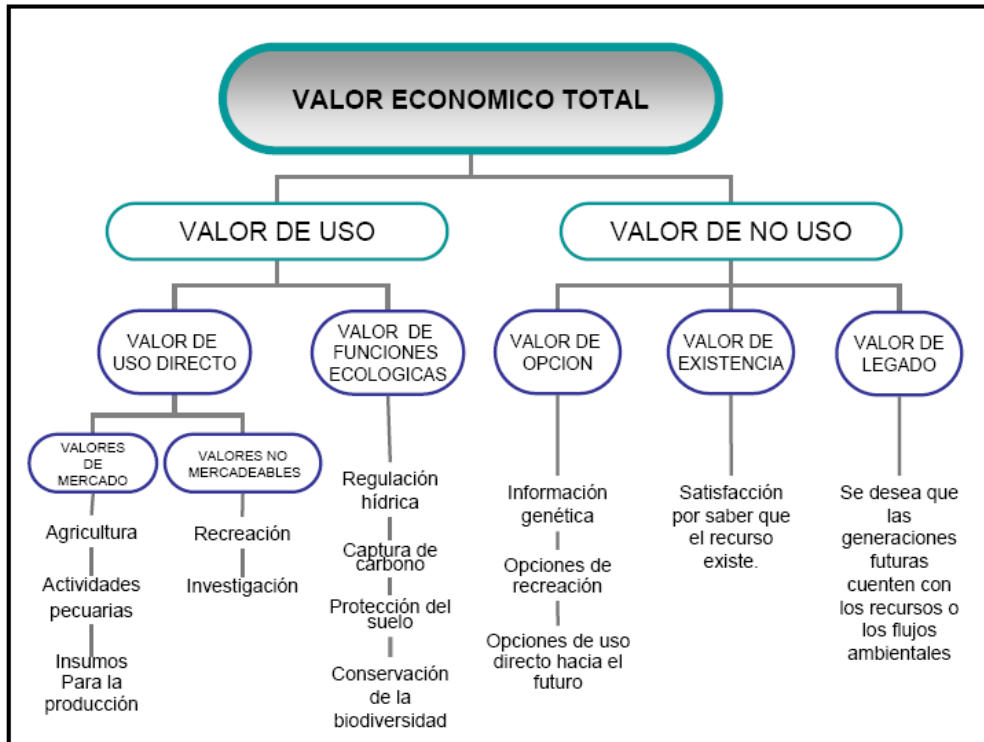
La aplicación de valor a un bien o servicio ambiental, está determinada por dos conceptos de origen:

- **Valor de uso.** El valor de uso, se determina por el empleo que se realiza del bien o servicio ambiental y puede ser tan simple como, el disfrute de una puesta de sol o el realizar un deporte. La alteración en la calidad del bien o servicio corresponde a una afectación en el nivel de bienestar.
- **Valor de no uso.** La existencia de una zona natural implica por sí misma una valía intrínseca, aún cuando no sea aprovechada o disfrutada; en consecuencia, su desaparición o deterioro, implica igualmente un perjuicio a los posibles visitantes.

La suma de los dos anteriores conceptos resulta en el *valor económico total* (Figura 5.1)



Figura 5.1



Fuente: (Seminario, 2004)

## MÉTODOS DE VALORACIÓN AMBIENTAL.

Uno de los principales problemas con que se enfrenta la Valoración Ambiental, es la inexistencia de mercados para la mayoría de los bienes y servicios ambientales. Es decir, la asignación de un valor monetario a cualquier componente del medio ambiente es subjetivo, toda vez que no hay una relación directa entre valor monetario del bien o servicio con relación al importe que está dispuesto el comprador a otorgarle para adquirirlo o disfrutarlo (Casimiro, 2002).

La Valoración Ambiental, se sirve de varios métodos para lograr sus objetivos, siendo los más representativos los siguientes (Cpsv, 2006).

1. Métodos de Valoración Directa. Donde destaca el llamado Valoración Contingente
2. Métodos de Valoración Indirecta:
  - Valoración de Precios Hedónicos,
  - Valoración por Función del Daño,
  - Valoración por Diferenciales de Salario, y
  - Valoración por Costo de Viaje.
3. Otros

A continuación se describirá brevemente cada uno de ellos, para estar en posibilidades de seleccionar alguno y aplicarlo al caso de estudio.

### **Valoración Directa.**

Se realiza a través de la aplicación de un valor de mercado disponible o en función de un cambio en la calidad o disponibilidad de un bien o servicio ambiental que afecta la producción o productividad. Se emplea para asignar valores a cualquier tipo de bienes o servicios ambientales. Se trata de un método directo de evaluación, debido a que, al no existir mercados propios o relacionados con el bien o servicio ambiental a evaluar, crea mercados hipotéticos. Es el método más empleado para la evaluación de impactos ambientales (**Machín y Casas, 2006**).

### **Valoración Indirecta.**

Este tipo de valoración se utiliza cuando los bienes o servicios ambientales no corresponden a un precio en mercados establecidos, para lo cual se emplean los siguientes métodos:

**Método de Precios Hedónicos.** Esta Valoración se refiere a las características propias de los bienes o servicios ambientales; es decir, la suma de los valores de todas las características del bien en cuestión será su valor último. Para conseguir lo anterior, éste método permite identificar

el efecto marginal de un cambio ambiental sobre el precio de un bien. Su empleo se advierte principalmente en la medición de la calidad del aire, niveles de ruido, valor de viviendas urbanas cercanas a áreas verdes y cambios en las características ambientales (Casimiro, 2002).

**Método por Función de Daños.** Parte del conocimiento de las relaciones que se presentan entre el medio ambiente y los procesos productivos, permitiendo con ello la evaluación de las políticas económicas teniendo en cuenta la sustentabilidad (Seminario, 2004).

**Método por Diferencia de Salarios.** Pretende conocer la diferencia de salarios entre trabajadores que realizan una misma actividad, pero en condiciones ambientales diferentes. Se basa en la oferta de mercado laboral (Machín y Casas, 2006)

**Método por Costo de Viaje.** Derivado de la importancia que actualmente tiene el disfrute de lugares recreativos en zonas alejadas de los centros urbanos, surge la necesidad de valorar económicamente a éstos; de esta manera la Valoración por Costo de Viaje se refiere al costo del viaje por el traslado a una zona del medio natural de interés para su disfrute, como forma de asignarle un "precio". Se emplea también, para estimar la demanda del usuario por una determinada zona natural. (Machín y Casas, 2006).

A continuación, se presenta la disyuntiva para elegir el método que mejor se adapte a las necesidades del presente trabajo

De ésta manera, la aplicación de algún método para conseguir obtener valores económicos de los bienes o servicios ambientales, en primer instancia debe partir de dos concepciones, la primera se refiere a conocer únicamente el valor que existe por el servicio que proporciona un bien ambiental; y por otro lado está, el valor que se presenta derivado de la existencia de un daño, producto de las actividades económicas sobre el medio ambiente.

Para el caso de estudio, se valorará el impacto ambiental por la construcción del distribuidor vial Zaragoza-Texcoco, utilizando el Método de Valoración de Precios Hedónicos. Para lo cual se considerará primeramente el daño producto de la tala de árboles, tomando en cuenta los distintos valores por la tala y posteriormente para el cultivo, cuidado, siembra y mantenimiento de especies arbóreas restituidas; así mismo, se estimará el impacto en la salud por dichas acciones.

La selección del Método de Valoración de Precios Hedónicos, obedece a que, de entre los otros métodos ya descritos, éste es el que permitirá determinar con mayor precisión el costo ambiental que se pretende obtener; ya que los otros métodos, se refieren a aspectos de otro tipo, que para el presente trabajo no son adecuados.

Para conocer cómo se puede determinar la relación entre daño/reparación, pueden emplearse las expresiones siguientes:

1.  $CR/CE < 1$  es viable restaurar.
2.  $CR/CE > 1$  no es viable restaurar.

Donde el costo anual de rehabilitación (CR) sería = a costos del proceso de trabajo de rehabilitación por n. o número de años; o bien modificado por la tasa de interés. Así mismo, el costo ecológico (CE) es = a evaluación del daño, mediante el costo del daño mediante fijación convencional + porcentaje anual del daño (INE, 2006).

Un aspecto importante para comenzar a conocer la magnitud del problema de los daños ambientales en México, es que el deterioro y la degradación de los recursos naturales equivalen aproximadamente al 10% del PIB (Tabla 5.1), lo cual es un impacto importante para el país, máxime cuando para el caso particular de la industria de la construcción, se carece de políticas efectivas para implementar gastos de protección ambiental por la degradación y agotamiento de los recursos naturales que se emplean en la misma (Calderón, 2006).

Tabla 5.1

**COMPARACIÓN POR SECTORES ENTRE EL COSTO IMPUTADO DE LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL, EL COSTO POR AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES Y LOS GASTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**  
(Miles de pesos)

2004	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Petróleo	Resto de la minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua
<b>COSTO POR AGOTAMIENTO Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL</b>	26 021 777	25 757 269	(2 552 760)		44 488 660		24 102 023	25 511 273
<b>PROTECCIÓN AMBIENTAL GASTOS <sup>1/</sup></b>								
Gastos corrientes	552 962		1 384 838	...	4 736 712		83 459	328 322
Gastos de capital	68 355		1 903 057	...	3 561 868		320	2 174 127
<b>Total</b>	<b>619 316</b>		<b>3 287 895</b>	<b>...</b>	<b>8 298 580</b>		<b>83 779</b>	<b>2 502 449</b>
<b>GASTO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, COMO % DEL AGOTAMIENTO Y DEGRADACIÓN</b>	2.38%		-128.80%	-	18.64%		0.35%	9.81%

<sup>1/</sup> Referidos al Gobierno Federal así como de empresas públicas; erogaciones del Ejecutivo de las 32 Entidades Federativas en defensa y remediación del medio ambiente; así como los gastos de recolección de basura del sector institucional Hogares.

CUADRO 84

Construcción	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Otros servicios excepto admón. pública	Administración pública	Hogares	PRODUCCIÓN TOTAL	2004
							<b>COSTO POR AGOTAMIENTO Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL</b>
2 389 896		457 551 179	165 399	4 565 774	104 313 017	712 343 508	
							<b>PROTECCIÓN AMBIENTAL GASTOS <sup>1/</sup></b>
			11 578 363	9 010 972	3 074 485	30 752 112	Gastos corrientes
			1 344 886	4 260 573	1 520 719	14 821 904	Gastos de capital
			12 923 249	13 271 545	4 595 204	45 574 015	<b>Total</b>
							<b>GASTO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, COMO % DEL AGOTAMIENTO Y DEGRADACIÓN</b>
			7813.40%	288.78%	4.41%	6.40%	

Fuente: (Sistemas, 2004)

A continuación (Tabla 5.2), se presentan los principales costos por problemas ambientales en México, producto de las actividades económicas en general.

**Tabla 5.2**  
**Costos por problemas ambientales en México por las actividades económicas en general.**

Problemas	Efectos Potenciales Producción/salud	Costos Anuales (dólares USA)
Erosión del Suelo	Pérdida de productividad agrícola	1 200 Mill
Efectos a la salud por contaminación atmosférica (Ciudad de México)	Particulares: Morbilidad (restricción en la actividad diaria por enfermedades respiratorias)	360 Mill
	Particulares: Mortalidad	480 Mill
	Ozono: morbilidad	100 Mill
	Plomo: tratamiento a infantes por altos niveles en la sangre	60 Mill
	Plomo: Educación compensatoria a los niños	20 Mill
	Plomo: infartos al miocardio	10 Mill
Excesivo uso de aguas subterráneas debido a precios bajos (no costo social)	Subsidios al abastecimiento de agua a la ciudad de México	1 000 Mill
	Subsidios a la irrigación	160 Mill
Enfermedades diarreicas por contaminación del agua y basura; falta de sanidad y contaminación de alimentos	Morbilidad	30 Mill
	Mortalidad: escenario 1 con situación actual	3 600 Mill
	Mortalidad: escenario 2 con hidratación oral y terapia	450 000

Fuente: (SEDESOL, 1992)

Una vez conocidos los datos generales acerca de los daños y sus costos en México, se continuara con la delimitación de la zona de estudio, con el objeto de conocer más a detalle las características particulares de la región.

Como inicio, es necesario conocer diversos datos concernientes a las características físicas y recursos naturales contenidos en la zona donde se ubica el estudio de caso, esto dará lugar a reconocer la importancia y magnitud de éstos, y de esa forma se podrá aproximarse al conocimiento de la situación particular de la zona de estudio.

El crecimiento de la mancha urbana, con base en el empleo de concreto y asfalto, reduce cada vez más el área para infiltración natural del agua de lluvia hacia los mantos acuíferos subterráneos. La sobre explotación de las aguas subterráneas ha provocado desde la década de 1940, el hundimiento acelerado del subsuelo urbano. Dichos hundimientos se deben a la compresibilidad de la capa arcillosa superior que tiene un espesor variable de 30 a 60 m; a su vez los contenidos de agua de ese material alcanzaba valores de 450%.

La problemática observada en el Valle de México, se concentra principalmente en los rubros siguientes:

1. El crecimiento acelerado de la población (que es aproximadamente de 20 millones de personas), incrementa la demanda de servicios.
2. La expansión de la mancha urbana rebasa los 2,000 km<sup>2</sup> de asfalto y concreto, que invade cada vez más áreas boscosas de las regiones montañosas, así como zonas de cultivo. Aumenta la torrencialidad de las corrientes, a la vez que reduce el área de recarga de acuíferos.
3. La desertificación de la cuenca del Valle de México, provocada por la devastación de los bosques, erosión de los suelos, y abatimiento de los mantos acuíferos, causada por la sobre explotación por los casi 4 mil pozos existentes; sumándose a ello la fuerte evaporación y la expulsión de los excedentes de agua pluvial por medio del drenaje profundo.
4. Los hundimientos del subsuelo de la ciudad y Valle de México, en las grandes zonas de relleno (ocupadas originalmente por los lagos que se desecaron), han sido provocados por la sobre explotación de los mantos acuíferos, que al reducir la presión hidrostática de los estratos arcillosos, origina la consolidación de estas arcillas y el asentamiento del terreno.
5. El rompimiento del equilibrio hidrológico de la cuenca, debido a la desaparición de lagos y bosques, aumentado por la torrencialidad de las corrientes.

6. Como consecuencia de todo lo anterior, se desquició el equilibrio ecológico, lo cual se percibe en una grave y creciente contaminación en suelo, agua y aire con serias consecuencias para la salud y la vida de los habitantes de la región, sobre todo en la población infantil y adulta (Cruickshank, 1998).

Tabla 5.3

Tasa de morbilidad de los principales casos nuevos de enfermedades, 2000 a 2004 (Por 100 mil habitantes)					
Causa de casos nuevos de enfermedad	2000	2001	2002	2003	2004
Infecciones respiratorias agudas	29,427.30	27,980.50	28,874.30	25,948.90	24,581.30
Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas	5,203.30	5,283.30	5,250.20	4,684.00	4,535.50
Infección de vías urinarias	2,967.10	3,240.50	3,276.00	3,154.20	3,228.20
Úlceras, gastritis y duodenitis	1,284.10	1,393.50	1,413.60	1,281.70	1,365.70
Amebiasis intestinal	1,353.40	1,237.80	1,124.80	972.6	792.2
Otitis media aguda	614.6	643.2	693.9	695.6	675.3
Hipertensión arterial	401.4	407.8	418.8	478.2	529.8
Otras helmintiasis	735.2	646.5	580.6	524.4	498
Diabetes mellitus no insulino dependiente (Tipo II)	287.2	291.3	308.6	365	384
Varicela	377.1	235.5	282.7	307	365.8
Gingivitis y enfermedad periodontal	ND	ND	ND	276	350
Candidiasis urogenital	302.5	325.8	354.8	346.3	330.9
Asma y estado asmático	261	275.2	274.6	289.1	289.5
Intoxicación por picadura de alacrán	ND	221.7	231.7	233.4	218.5
Faringitis y amigdalitis estreptocócicas	ND	ND	ND	573.9	201.7

NOTA: Con base en el último año se consideran los quince principales casos nuevos de enfermedades.

ND: No disponible.

FUENTE: SSA. SUIVE. Dirección General de Epidemiología. [www.dgepi.salud.gob.mx](http://www.dgepi.salud.gob.mx) (24 de febrero del 2006).

Fuente: (INEGI, 2006)

La Tabla 5.3, muestra la incidencia de enfermedades nuevas a nivel nacional, donde las de tipo respiratorio ocupan el primer lugar, lo que obliga a pensar que ello es principalmente debido a la mala calidad del aire aunado a las condiciones particulares en que vive cada persona en su lugar de residencia.

A continuación en la Tabla 5.4, se podrán apreciar los datos concernientes a la morbilidad para el caso particular de la Ciudad de México, donde se puede apreciar que para las infecciones y enfermedades respiratorias suman 282,335 casos, colocándose en el quinto lugar como causa de morbilidad. Si se contabilizaran los casos por enfermedades gastrointestinales, que en algunos casos también pueden ser producidos por condiciones ambientales adversas, podrían aumentar a



754,417 casos, lo que cambiaría la posición al segundo lugar. Sin embargo, lo importante es que los casos de enfermedades relacionados de alguna manera con problemas de infición ambiental son alarmantes.

Tabla 5.4

Morbilidad hospitalaria por principales grupos de causas de egresos, 2002, 2003 y 2004			
Grupos principales de causas de egresos	2002	2003	2004
Total	4,228,621	4,353,429	4,416,313
Causas maternas a/	1,432,021	1,457,133	1,477,902
Enfermedades digestivas	437,117	460,369	472,082
Enfermedades del sistema genitourinario	306,043	318,600	327,503
Enfermedades cardiovasculares	209,658	221,538	222,589
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	183,089	184,881	182,734
Infecciones respiratorias	147,962	136,755	155,592
Fracturas	137,803	142,664	145,347
Enfermedades infecciosas y parasitarias	143,322	145,127	138,527
Tumores malignos	124,978	129,535	135,708
Otras causas de contacto con los servicios de salud	132,311	131,992	132,376
Diabetes mellitus	120,577	126,684	128,036
Enfermedades respiratorias	122,892	128,046	126,743
Otros tumores	107,236	114,633	118,085
Enfermedades del sistema músculo esquelético	50,294	105,257	107,517
Trastornos mentales y enfermedades del sistema nervioso	81,941	83,408	83,199
Las demás causas	491,377	466,807	462,373

NOTAS:

a/: Se refiere a las causas relacionadas al embarazo, parto y puerperio.

FUENTE: SSA. Boletín de Información Estadística. Daños a la salud. Volumen II. Núm. 22, 23 y 24. México, D.F.

Fuente: (INEGI, 2006)

Otro de los problemas que aquejan a la Ciudad de México es la disposición final de las 11,400 toneladas de desechos sólidos recolectados diariamente. Debido a que la disposición de los mismos se realizaba a cielo abierto, las autoridades locales determinaron la utilización de rellenos sanitarios para tal fin (**Cruickshank, 1998**).

Con base en los resultados de estudios previos realizados y considerando factores como los medios físicos, biológicos y socioeconómicos, se seleccionó en la zona norte de la urbe, un sitio en la Zona Federal del Ex-lago de Texcoco, la cual está a cargo de la Comisión Nacional del Agua, para establecer un relleno sanitario, al que se denominó Bordo Poniente, el cual da servicio a la población del Distrito Federal y a la de los municipios conurbados (Ecatepec, Nezahualcoyotl y

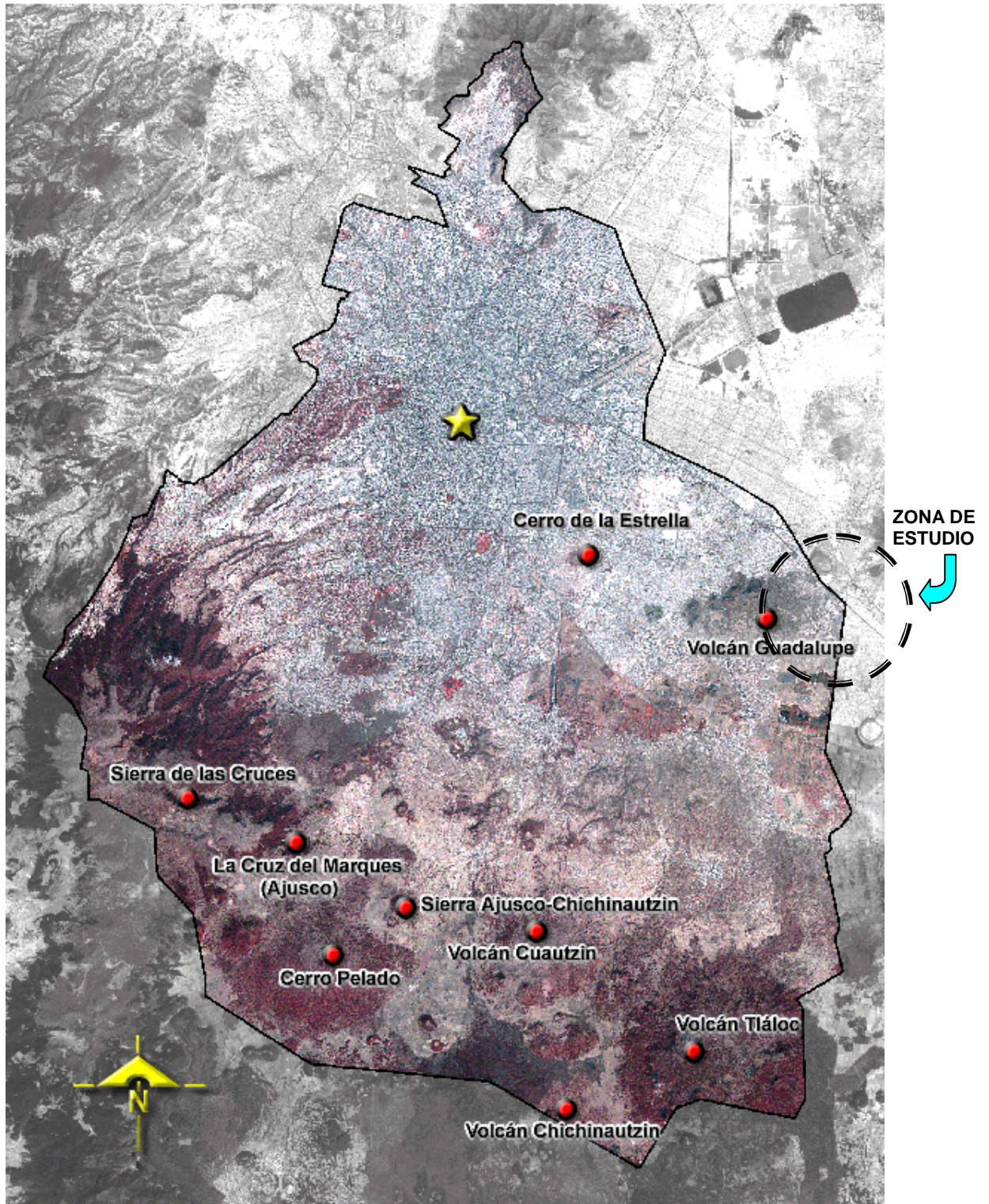
Chimalhuacán principalmente). Se consideró inicialmente una superficie de 233 Ha, que incluía tres áreas, dos de ellas de 95 Ha cada una, y la otra de 43 Ha, correspondiente a las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero.

Cabe señalar que la vida útil del mencionado relleno sanitario esta muy próxima a terminar, sin que a la fecha se tenga bien determinado un nuevo sitio a utilizar para tal fin.

Tomando en cuenta la situación actual del DF y para tener una idea más real y clara de su expansión urbana, a continuación se presenta una fotografía aérea (Figura 5.2), donde se señala el área de estudio, que como ya se ha mencionado, se ubica dentro del territorio de la Delegación Política de Iztapalapa.

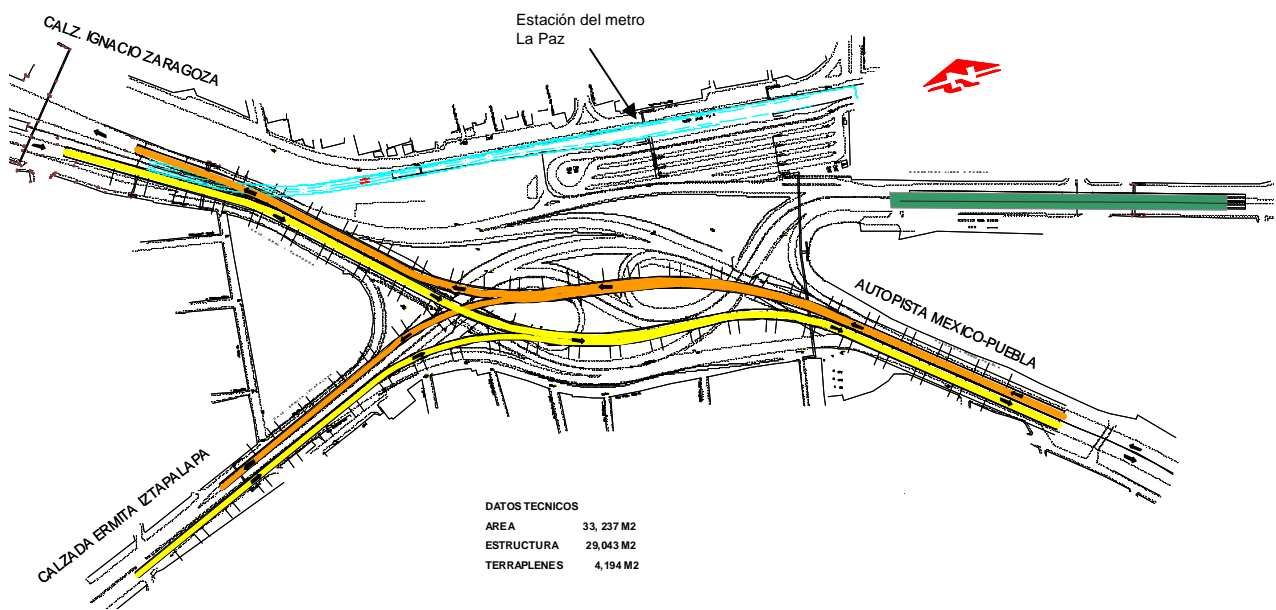
Así mismo, la Figura 5.3 proporciona algunos datos técnicos generales, así como la configuración proyectada del mencionado Distribuidor Vial. En la misma, se puede apreciar la magnitud de la obra, así como la zona de influencia inmediata al mismo.

Figura 5.2  
Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: (INEGI, 2006)

Figura 5.3  
Distribuidor Vial Zaragoza - Texcoco



Fuente: (GDF, 2006)

La ubicación del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco, de acuerdo con los datos anteriormente citados, se localiza en la zona oriente del DF, que es la que colinda con los municipios de los Reyes la Paz y Valle de Chalco pertenecientes al Estado de México.

Para la construcción del mencionado Distribuidor Vial, se conjuntó la participación de los Gobiernos Federal, del Estado de México y del DF, quedando finalmente la construcción bajo la responsabilidad y dirección del DF, debido a que el área donde se situará pertenece a la Ciudad de México.

## PROBLEMAS URBANOS Y AMBIENTALES RELACIONADOS CON LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES

En el DF, uno de los problemas más graves que se enfrentan son los aproximadamente 4´000,000 de automotores que circulan diariamente por sus vialidades, con el consecuente consumo de combustible y emisión de contaminantes a la atmósfera. Por ello el Gobierno de la Ciudad de México ha implementado la construcción de Distribuidores Viales y Puentes Vehiculares que agilicen el tránsito de los automotores con el objeto que los índices de contaminación disminuyan, al evitar que éstos estén detenidos con los motores encendidos o acelerando y frenando continuamente (**Segundonivel, 2003**).

Sin embargo, y pese a los buenos propósitos que de manera inmediata se pudieran reflejar, se debe tener en cuenta que la construcción de éstas obras se realiza con métodos tradicionales y con empleo de grandes cantidades de recursos naturales, tales como arenas, gravas, y diversos materiales calcáreos; así como hierro, carbón, madera y grandes cantidades de agua, empleada ésta última para la transformación de dichos materiales en otros más resistentes, como el concreto, acero, asfaltos, plásticos, etcétera; ello sin dejar de lado las grandes cantidades de combustibles empleadas para la fabricación y transportación de éstos materiales hasta los sitios de manufactura y colocación. Así mismo, durante las obras de construcción, derivado de los mismos procedimientos, se excavan grandes cantidades de terreno natural para colocar los elementos estructurales base de las cimentaciones (pilas, pilotes, zapatas), áreas que son ocupadas por concretos y tierras sin valor nutritivo para especies vegetales, por lo que las mismas requieren de tratamiento para su mejoría y aprovechamiento.

Así mismo, debe tenerse en cuenta que en dichas construcciones se advierte, una prohibición indirecta del uso y disfrute de dichos espacios públicos; así como, la prioridad que se da al automóvil, con la consecuente contaminación atmosférica y las malas condiciones ambientales generadas por el tratamiento exclusivamente "pétreo" del diseño de las zonas públicas (que suelen calentarse durante el día en verano, en los meses que más pueden disfrutarse), y pocas veces diseñadas para el disfrute del ciudadano. Esto obedece a la lógica de que dichas obras son más resistentes ante una supuesta degradación ambiental por el tipo de uso al que se destinan, o por un planteamiento puramente visual de los mismos, éstas son contraposiciones que minan el confort en las ciudades y obligan a la huida hacia espacios naturales, los que están cada vez más presionados por las personas que buscan en ellos cualidades que bien podrían encontrar en su entorno urbano más próximo (**Habitat, 2006**).

Siendo dicha situación, la materia de estudio del presente caso, es decir la Valoración Ambiental por la construcción del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco, el cual tiene como objetivo incrementar la capacidad de la red vial en la Zona Oriente de la Ciudad de México, además de solucionar la intensa demanda de tránsito vehicular.

Dentro de la Valoración Ambiental que se realizará, es importante tomar en cuenta que una construcción de este tipo, provoca varias afectaciones, siendo algunas de ellas las siguientes:

1. Los impactos directos e indirectos sobre las especies biológicas afectadas por el trazado del Distribuidor Vial.
2. La restauración de aquellos paisajes que pueden verse afectados por su trazado.
3. El impacto directo e indirecto sobre los aspectos funcionales de la zona, relacionados con procesos biofísicos claves (flujos hídricos, dinámicas de laderas, etc.)
4. Los efectos de la fragmentación de los hábitats y ecosistemas y su incidencia en la conectividad biológica y las tramas territoriales (**Jornadas, 2004**).

## Uso del Suelo.

En este apartado se incluyen estimaciones de los principales usos de las zonas verdes, a nivel nacional y en particular de la Ciudad de México.

Tabla 5.5

Árboles plantados y superficie reforestada por entidad federativa, 2003		
Entidad federativa	Árboles plantados (Unidades)	Superficie reforestada (Hectáreas)
<b>Estados Unidos Mexicanos</b>	<b>209,807,998</b>	<b>173,323</b>
Aguascalientes	2,270,048	2,724
Baja California	772,872	1,952
Baja California Sur	264,000	428
Campeche	4,515,194	5,684
Coahuila de Zaragoza	2,834,000	2,270
Colima	2,512,228	1,819
Chiapas	7,554,000	7,042
Chihuahua	6,046,145	2,413
Distrito Federal	7,693,000	4,331
Durango	5,571,214	4,424
Guanajuato	4,598,000	4,180
Guerrero	7,975,000	6,218
Hidalgo	5,219,115	3,342
Jalisco	18,592,000	ND
México	20,673,000	15,187
Michoacán de Ocampo	15,525,000	10,256
Morelos	7,559,076	6,422
Nayarit	4,385,480	4,759
Nuevo León	2,436,000	2,989
Oaxaca	5,298,435	5,238
Puebla	13,065,000	12,244
Querétaro Arteaga	2,880,411	2,871
Quintana Roo	3,914,000	9,447
San Luis Potosí	5,115,820	6,841
Sinaloa	3,423,000	3,423
Sonora	2,229,314	3,277
Tabasco	4,208,622	4,150
Tamaulipas	1,840,108	1,800
Tlaxcala	845,955	596
Veracruz de Ignacio de la Llave	26,302,046	21,241
Yucatán	11,591,000	13,237
Zacatecas	2,098,915	2,517

ND: No disponible.

FUENTE: INEGI Anuarios Estadísticos de los Estados, 2004. Aguascalientes, Ags., 2005.

Fuente: (INEGI, 2006)

Las superficies plantadas y reforestadas a nivel nacional se señalan en la Tabla 5.5. En la Tabla 5.6 y la Figura 5.4, se aprecia el uso de suelo que prevalece en la Ciudad de México. De los datos observados, se advierte que de las 16 delegaciones, Iztapalapa tiene la mayor área urbana; sin embargo, en la relación de áreas verdes por habitante ocupa el lugar 9 y en función de zonas arboladas por habitante ocupa el sitio 12 de entre las 16 delegaciones del DF, lo cual representa una escasa atención al equipamiento y cuidado de áreas verdes. Lo anterior, puede observarse mejor en la Figura 5.4

Tabla 5.6

Inventario de áreas verdes urbanas en el Distrito Federal por delegación, 2003								
Delegación	Área (Km <sup>2</sup> ) a/	Total áreas verdes (Km <sup>2</sup> )	Superficie (Porcentaje)	Zonas arboladas (Porcentaje)	Zonas de pastos y arbustos (Porcentaje)	Áreas verdes/ habitante (m <sup>2</sup> )	Zonas arboladas/ habitante (m <sup>2</sup> )	Población 2000 (Porcentaje)
<b>Distrito Federal</b>	<b>632.7</b>	<b>128.3</b>	<b>20.4</b>	<b>55.9</b>	<b>44.1</b>	<b>15.1</b>	<b>8.4</b>	<b>100</b>
Alvaro Obregón	61.1	24.6	40.2	64.5	35.5	35.8	23.1	8.1
Azcapotzalco	33.5	4.3	12.8	54.7	45.3	9.7	5.3	5.2
Benito Juárez	26.5	1.2	4.5	99	1	3.3	3.3	4.2
Coyoacán	54	20.1	37.3	76.7	23.3	31.4	24.1	7.5
Cuajimalpa de Morelos	15.1	5.6	36.8	46.4	53.6	36.7	17	1.8
Cuauhtémoc	32.7	1.8	5.5	74	26	3.5	2.6	6.1
Gustavo A. Madero	87.3	14.3	16.3	47.3	52.7	11.5	5.4	14.5
Iztacalco	23.1	2.3	9.7	54.7	45.3	5.5	3	4.8
Iztapalapa	113.4	18.3	16.2	27.1	72.9	10.3	2.8	20.8
La Magdalena Contreras	14.1	1.8	12.9	69.2	30.8	8.3	5.7	2.6
Miguel Hidalgo	47.7	8.9	18.6	57.3	42.7	25.2	14.4	4.1
Tláhuac	19.2	2.3	11.8	4.4	95.6	7.5	0.3	3.6
Tlalpan	48.3	11.8	24.4	88.9	11.1	20.3	18	6.8
Venustiano Carranza	33.9	5.2	15.4	23.5	76.5	11.3	2.7	5.4
Xochimilco	22.9	5.9	25.7	60.8	39.2	15.9	9.7	4.3

NOTA: Debido al redondeo de cifras la suma de los parciales puede no coincidir con el total.

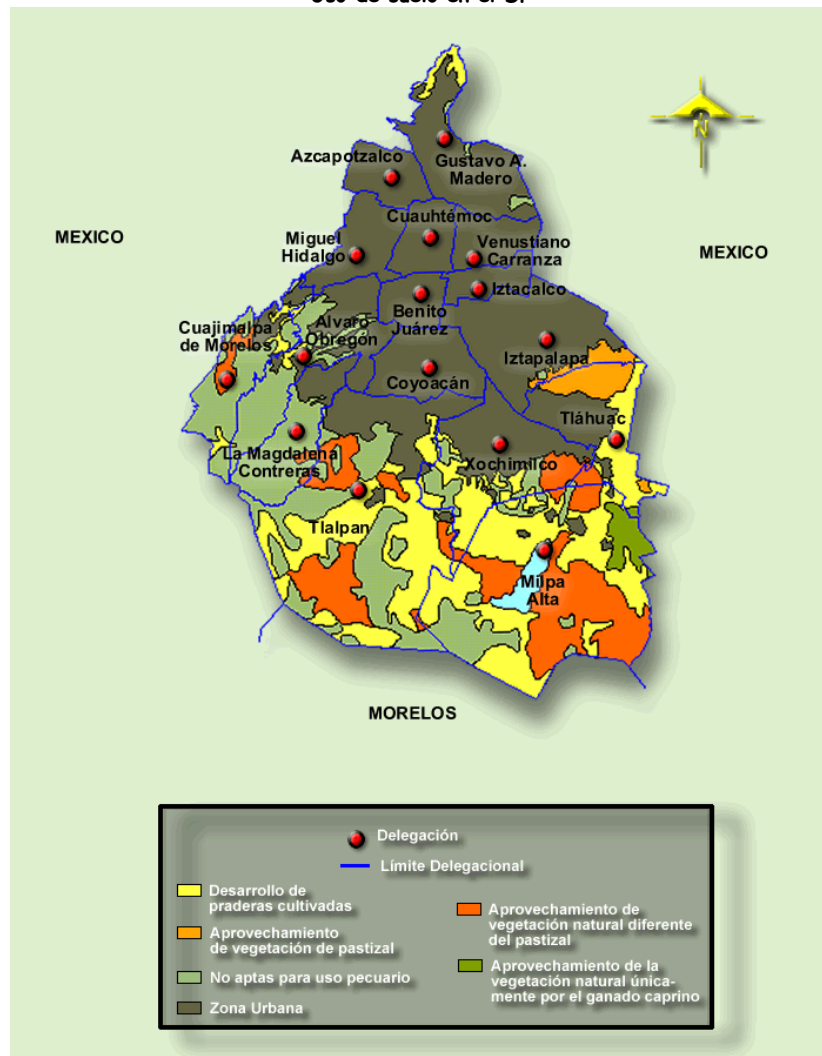
a/: En las delegaciones con suelo de conservación en su territorio, estas cifras de área no se incluyen; salvo los casos de Gustavo A. Madero e Iztapalapa, cuyo porcentaje de suelo de conservación es poco significativo.

FUENTE: Gobierno del Distrito Federal. SMA. Quinto Informe de Trabajo. México, D.F., 2005.

Fuente: (INEGI, 2006)



Figura 5.4  
Uso de suelo en el DF



Fuente: (INEGI, 2006)

## IMPACTO EN LOS RECURSOS ARBÓREOS POR LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-TEXCOCO.

A continuación, se determinará la cantidad de árboles a talar y a sustituir en la zona que ocupará el mencionado Distribuidor y la valoración que esto representa, empleando el Método de Precios Hedónicos. Cabe hacer la aclaración, que el empleo de cualquier método para determinar un valor

económico a algún recurso natural o bien ambiental, únicamente debe entenderse como la forma de conocer un parámetro con el objeto de tomar decisiones en consecuencia y no como que en efecto éstos pueden ser incluidos dentro de las leyes del mercado, es decir considerarlos como mercancías sujetas a la oferta y la demanda, ya que su valor es mucho mayor a la asignación de un precio.

Para apreciar mejor las zonas de áreas verdes, se presenta a continuación la maqueta del mencionado Distribuidor Vial en la Figura 5.5, así como las subsecuentes fotografías, lo que permite comprender mejor las dimensiones de la zona de estudio; así mismo, se puede apreciar que las áreas verdes quedan aisladas y fuera del alcance de la población para disfrutarlas como espacios de esparcimiento.

Figura 5.5  
Maqueta del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco



Fuente: (GDF, 2006)

Dentro de la zona de trabajo se contempla el talar 704 árboles de distintos diámetros y especies similares a los mostrados en la Figura 5.6. De acuerdo con lo requerido por el DF, se sustituirán 10 árboles por cada uno talado, los cuales serán cipreses de 2.00 m de altura, para los cuales se incluye el suministro de tierra vegetal y mantenimiento por 45 días, así como, sustitución de los mismos en caso de secarse.

Figura 5.6  
Estado antes del inicio de trabajos para el Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco



Fuente: (Elaboración propia. 2006)

En la figura anterior, se puede apreciar una de las zonas donde no se inicia con los trabajos de construcción ni con la tala de árboles; también se advierte el tamaño y cantidad de dichos ejemplares.

En las Figuras 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10, se observan las zonas donde se realizan trabajos de construcción, así como los daños infringidos por los mismos, como son: la tala y deforestación en el área.

Estado durante los trabajos para el Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco

Figura 5.7



Fuente: (Elaboración propia. 2006)

Figura 5.9



Fuente: (Elaboración propia. 2006)

Figura 5.8



Fuente: (Elaboración propia. 2006.)

Figura 5.10



Fuente: (Elaboración propia. 2006)

A continuación, en la Tabla 5.7 se presenta la valoración del impacto en los recursos arbóreos de la zona de trabajo. Para la obtención de los datos, se recurrió a diversas fuentes, tales como el Tabulador General de Precios Unitarios del DF y la Resolución Administrativa emitida por la Secretaría del Medio Ambiente del DF lo que permite tener mayor certeza en la precisión y veracidad de los mismos. Sin embargo, cabe destacar que dichos datos son apenas una aproximación a la totalidad de la problemática ambiental causada por este tipo de obras viales (ver Temas pendientes de estudio)

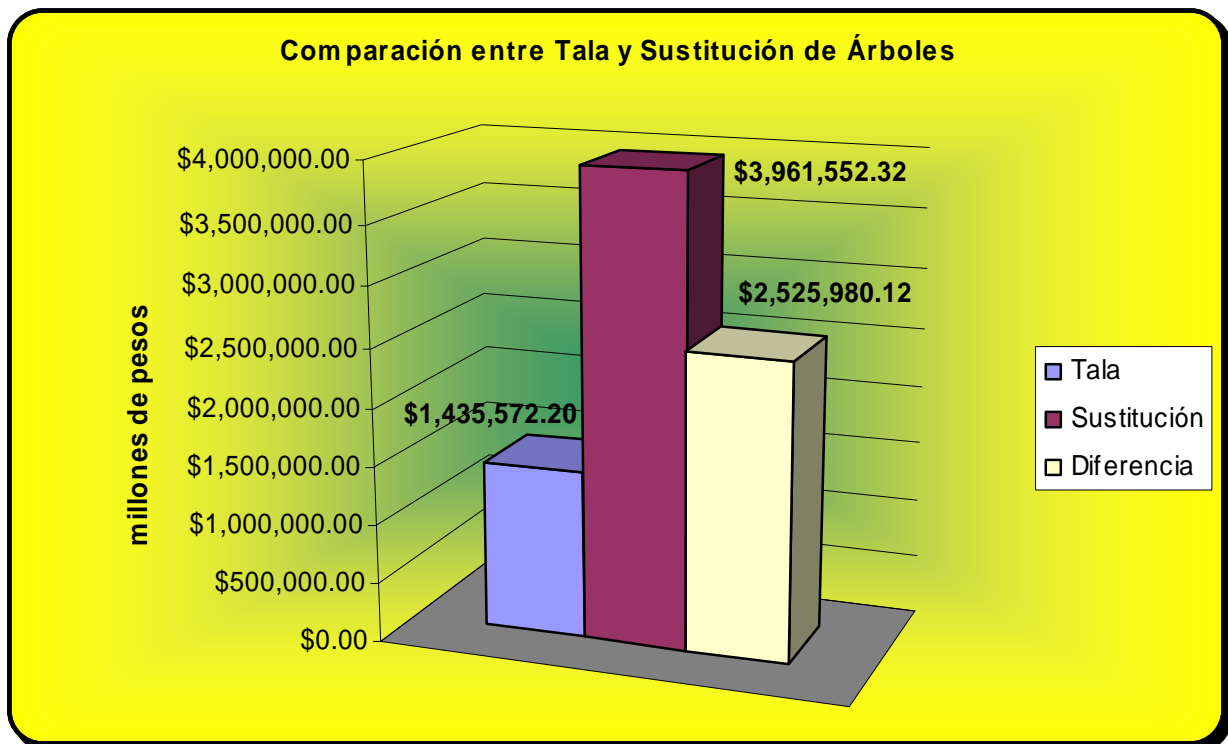
**Tabla 5.7**  
Comparación del costo por tala en relación con la sustitución de árboles.

Diámetro Árboles (m)	Cantidad		Costo por unidad		Costo Total		Diferencia
	Tala	Sustitución <sup>1</sup>	Tala <sup>2</sup>	Sustitución <sup>3</sup>	Tala	Sustitución	
0.26 a 0.75	200	2,000	\$1,400.50	\$562.72	\$280,099.03	\$1,125,441.00	\$845,341.97
0.76 a 1.50	92	920	\$2,288.72	\$562.72	\$210,561.79	\$517,702.86	\$307,141.07
1.51 a 2.50	30	300	\$3,475.52	\$562.72	\$104,265.45	\$168,816.15	\$64,550.70
2.51 a 3.50	30	300	\$5,092.43	\$562.72	\$152,772.75	\$168,816.15	\$16,043.40
Cualquiera	352	3520	\$1,954.19	\$562.72	\$687,873.17	\$1,980,776.16	\$1,292,902.99
	704	7,040	\$14,211.34	\$2,813.60	\$1,435,572.20	\$3,961,552.32	\$2,525,980.12

**Notas:**  
<sup>1</sup> La sustitución se pactó de 10 árboles por cada uno talado.  
<sup>2</sup> Incluye la tala y retiro.  
<sup>3</sup> Costo por árbol tipo ciprés de 2.00 m de altura, tierra lama (0.5 m<sup>3</sup>/árbol) pasto (0.8 m<sup>2</sup>/árbol) y mantenimiento anual  
 Fuente: Elaboración propia con base en datos del presupuesto de los trabajos y el Tabulador General de Precios Unitarios del DF

La Figura 5.11 muestra con mayor claridad el costo monetario que representa la sustitución de árboles en lugar de los que se talarán, siendo el siguiente:

Figura 5.11



Fuente: Elaboración propia. 2006.

## COSTO - BENEFICIO.

Queda claro que para efectos inmediatos, la valoración por la sustitución de árboles talados es mayor en términos monetarios que el beneficio que se pudiera proporcionar. Así mismo, en cuanto al costo que representa para otros aspectos del medio ambiente y a la salud de la población en general, aún deben ser analizados, sin embargo, sí es claro que cada árbol absorbe y fija una parte de  $\text{CO}_2$  y emite a la atmósfera vapor de agua y  $\text{O}_2$ , en este sentido por medio de la fotosíntesis se liberan a la atmósfera 130 millones de ton de oxígeno por año aproximadamente, para lo cual emplea 2 mil millones de ton de  $\text{CO}_2$  aproximadamente, las cuales serán transformadas en carbohidratos. La cantidad de  $\text{CO}_2$  que se asimila por año a nivel mundial es alrededor de 10 mil millones de ton, lo que representa en términos absolutos, cantidades mayores que las empleadas por fuentes como el petróleo, carbón y minerales usados cada año. A través de la fotosíntesis, se obtiene un almacenamiento de energía de  $3 \times 10^{21}$  joules por año (equivalente a  $9.6 \times 10^{10}$  ton de carbón), mayor en diez veces de la que el mundo requiere (**Omega, 2007**). Por lo tanto, mientras las especies arbóreas sean más numerosas y de mayor tamaño, dicho intercambio gaseoso también será mayor. Se podría llegar a pensar que dada la cantidad de plantación de árboles en función de los talados (10 a 1 respectivamente), dicha relación gaseosa tendería a ser también en mayor cantidad, sin embargo, esto es cierto hasta en tanto los árboles sustituidos alcancen el intercambio que actualmente se realiza, pues debe recordarse que los árboles implantados se consideran con una altura de 2.00 m, lo que equivale a 5 cm de diámetro de tronco aproximadamente y con un follaje menor al que actualmente tienen los árboles de la zona de estudio (ver figuras 5.6 a 5.10). Es decir, que la fotosíntesis se puede medir por el rendimiento en la producción de  $\text{O}_2$  por unidad de masa (o de área) de las partes de las plantas donde se realiza dicho proceso, o por unidad de peso de la clorofila contenida en ellas. Para tener una idea más exacta de esto, las plantas sanas, que crecen en zonas que contienen de 0.03 a 0.04% de  $\text{CO}_2$  en el aire a  $25^\circ\text{C}$ , son capaces de producir varios litros de  $\text{O}_2$  por hora y por gramo de clorofila utilizada (**Omega, 2007**).

Para la presente obra vial se considera que serán afectadas 5,998.00 m<sup>2</sup> de áreas verdes de 38,698.00 m<sup>2</sup> totales de área de construcción (**Resolución, 2006**).

Por ello, es importante tomar en cuenta que la eliminación de algún árbol con sus raíces, significa menor retención de humedad en el suelo; así como, la sustitución de áreas verdes por asfalto, también contribuye a la disminución en la captación de agua. Otra consideración importante, es que las áreas verdes regulan la humedad del aire, también inciden en las características del clima de la Ciudad de México, ayuda a disminuir el ruido, olores no gratos, la contaminación atmosférica y aumenta la estética de los paisajes, lo cual redundará en beneficios de orden social y psicológicos.

De lo mencionado anteriormente, se advierte que el costo obtenido mediante la Evaluación realizada es por **\$ 5'397,124.52** para el primer año (incluyendo el mantenimiento de la zona para el primer año), a lo cual deberá sumarse en todo caso el costo por mantenimiento anual para los años siguientes.

Sin embargo, es muy importante el señalar que a los recursos de orden natural difícilmente pueden asignárseles valores monetarios, dado que éstos no están sujetos a las leyes del mercado (oferta y demanda), por lo que la valoración realizada debe tomarse únicamente como una aproximación para conocer el costo ambiental por el daño que se puede infringir por la realización de obras viales de este tipo.

Lo que sí debe destacarse, es que la situación se puede tornar en **grave**, si el desarrollo de las ciudades continúa privilegiando la construcción de vialidades por encima de la protección a las áreas naturales con las que aún se cuentan, ya que es cada vez más notorio que la urbanización significa la disminución de áreas naturales, lo que a la larga provoca el tener menores satisfactores para una adecuada calidad de vida en las urbes.

En complemento de lo anterior, se aplicará la expresión mencionada en la página 58:

$CR/CE$         donde  $CR = \$1'435,572.20$  y  $CE = \$3'961,552.32$

El resultado es 0.362, es decir  $CR/CE < 1$ , por lo tanto es procedente la restauración del sitio.

## Capítulo VI.

### Promoción de los resultados.



Para lograr hacer del conocimiento los resultados del presente trabajo es necesario primeramente trabajar en la difusión del tema ambiental en general, dando a conocer la importancia que éste representa para el correcto desarrollo económico y humano de México, pues salta a la vista que al grueso de la población no le significa gran cosa, basta el recorrer algunas de nuestras ciudades y centros de diversión para percatarnos que la basura campea por ellos sin el menor asomo de preocupación de los encargados del mantenimiento de los mismos.

Así mismo, por parte de los entes gubernamentales apenas si ocupa un pequeño espacio el tema del mejoramiento ambiental, ya que aunque todos hablan de las formas en que se protegen y se acrecienta el inventario ambiental, la realidad es que la depredación continúa a pasos agigantados perdiéndose anualmente varias hectáreas de ellos y que difícilmente se podrán recuperar con las acciones actuales.

Es cierto que los instrumentos de política ambiental se incluyen dentro de las normas y regulaciones actuales, sin embargo las acciones a través de estos pierden eficacia debido al poco presupuesto otorgado para ello, también a cuestiones políticas donde los encargados de la implementación y vigilancia de ellas no siempre tiene la formación técnica y científica requerida y que finalmente obedecen a instrucciones de orden político y económico, aunado a la corrupción en algunas oficinas regionales en las que pasan desapercibidas algunas directrices, como el impedimento de la tala en zonas de reserva ecológica, lo que ocurre con más frecuencia de la que se quisiera.

El presente trabajo se suma a un esfuerzo que se viene realizando en distintos ámbitos para proporcionar elementos de juicio para estar en posibilidades de conocer la problemática ambiental derivada de este tipo de construcciones y poder tomar decisiones con un mejor conocimiento del tema.

Es por lo anterior, que la difusión de trabajos como el presente revisten importancia, ya que las autoridades gubernamentales con frecuencia dan a conocer sus proyectos de obra pública como

las mejores soluciones; sin embargo, al conocer más a fondo las causas y efectos que rodean a dichos proyectos es posible incidir en ellos, no deteniéndolos (aunque si fuera necesario debe hacerse), sino proponiendo mejoras y adecuaciones que disminuyan los efectos negativos y proporcionen ganancias sustantivas, tanto en el medio ambiente como a la estética y funcionalidad de los mismos. Este aspecto se prevé en la Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF), como consulta ciudadana, pero es más que obvio que si la población que tiene que ver con el tema no tiene los elementos suficientes para sustentar sus objeciones ambientales ante el gobierno, éstas no prosperarán. Es aquí donde reviste importancia la educación y difusión en el tema ambiental para la población en general, por lo que se propone lo siguiente:

1. Como ya se ha mencionado, primeramente se debe trabajar en la difusión general del tema ambiental en toda la población (lo cual puede ser por medio de autoridades gubernamentales, organizaciones civiles o población en general)
2. Incluir al mismo tiempo dicho tema dentro de los planes de estudio escolarizado, como materias obligatorias.
3. También deben fortalecerse los medios jurídicos, a través de los cuales las personas con intereses legítimos, puedan intervenir en procesos que puedan afectar al medio ambiente.
4. Otro aspecto primordial y que no puede pasarse por alto es la adecuada difusión pública, en cuanto a alcances de la ejecución de obras públicas, donde deben mostrarse claramente los beneficios y daños que puedan presentarse, para que los posibles afectados opinen al respecto.
5. Como complemento, es importante también la participación del medio académico en la transmisión y difusión pública de los conocimientos adquiridos, a través de trabajos de investigación referentes al tema ambiental.

Lo anterior, únicamente puede lograrse con una estrecha colaboración entre los distintos actores involucrados de manera particular (como individuos) y general (como organizaciones o entes gubernamentales). En razón de lo cual, el presente trabajo es puesto a disposición del medio académico y de quien esté interesado en el tema ambiental.

## Conclusiones y Recomendaciones.

### Conclusiones.

La Valoración por el método de Precios Hedónicos, realizada al distribuidor Vial Zaragoza- Texcoco, aporta una serie de elementos que permiten aproximarse para conocer con certeza uno de los impactos ambientales efectuados por la construcción de este tipo de obras viales.

Cabe destacar que el empleo de cualquier método de valoración que involucre el determinar un costo monetario por el daño causado al medio ambiente, que en el presente caso es el producido por la tala de árboles, no es sino una aproximación para determinar que en efecto existe un perjuicio a un bien común como lo son las especies arbóreas y que el daño no es únicamente monetario, toda vez que dichas especies proporcionan al medio ambiente beneficios que van más allá de lo puramente estético, como lo es el que ayudan a disminuir el ruido, olores no gratos, la contaminación atmosférica y colaboran infiltrando agua al subsuelo entre otros, los cuales a lo largo del tiempo redundan en beneficios de orden social, psicológico y ambiental a la población. El carecer de tales beneficios se torna en una **situación grave**, si se considera que tales actividades deban entonces realizarse con la participación y el esfuerzo humano, lo que implica el consecuente empleo de recursos monetarios, materiales (maquinaria y equipo) y humanos, los mismos que no pueden equipararse a la acción que realiza la propia naturaleza.

Abundando en lo anterior, se ha demostrado que en general las plantas y árboles proporcionan soluciones a algunos problemas de la ingeniería del medio ambiente, gracias a características como las siguientes:

- El cuerpo de las hojas absorbe el sonido.
- El follaje amortigua el golpe directo de la lluvia en el suelo.
- Las raíces estabilizan el suelo.
- La velloidad de las hojas retiene las partículas de polvo.
- Las estomas de las hojas ayudan al intercambio de gases.
- El movimiento y vibración de las ramas disminuye el ruido.

- Las hojas detienen la pérdida de humedad.
- Las hojas y las ramas disminuyen la velocidad de los vientos erosivos.
- El follaje denso bloquea la luz.
- El follaje poco denso filtra la luz.
- El follaje y las flores proporcionan sensaciones agradables.
- Las copas de los arbustos y árboles propician ambiente húmedo en las cercanías del suelo.

Es por lo anterior, la importancia que debe proporcionarse a los árboles, arbustos y en general a la cubierta vegetal

Se advierte así mismo, que al tomar en cuenta la forma con la que se hace del conocimiento a la ciudadanía la conveniencia por la construcción de vialidades de este tipo, como son la agilización del tránsito vehicular, la disminución de emisiones contaminantes provenientes de los automotores y la disminución en la pérdida de horas-hombre provocada por la lentitud en el tránsito; también se llevan aparejados daños o perturbaciones al medio ambiente y los núcleos humanos, los cuales no se divulgan con el mismo énfasis a la población en general.

Sin embargo, debe considerarse que el privilegiar a los automotores sobre la población se convierte en un círculo vicioso, por la razón que es cada vez más notorio los beneficios que para los automóviles este tipo de obras viales les proporcionan, con menoscabo de la estética de las ciudades y la salud de la población urbana en general; así como de los impactos ambientales resultantes.

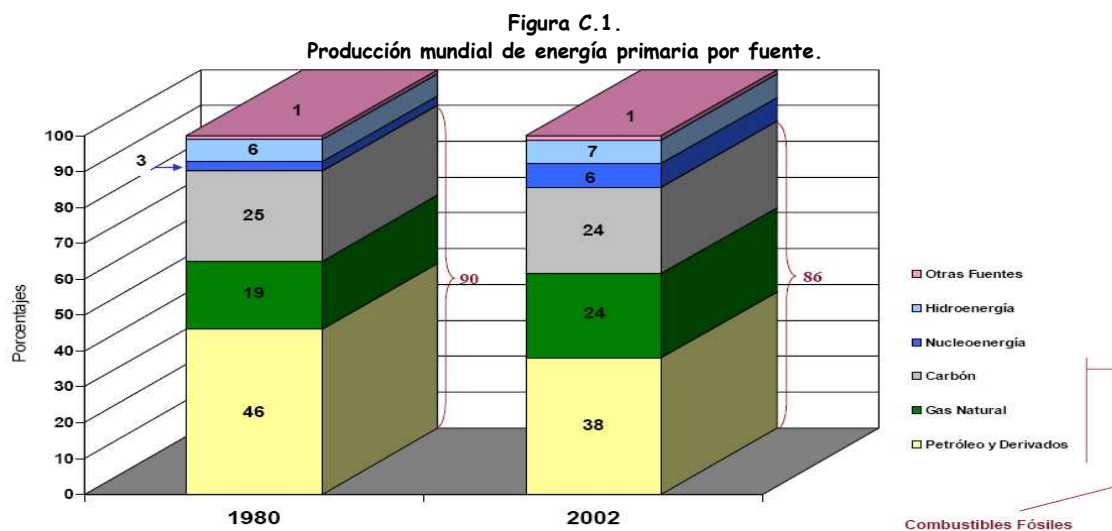
Se ha perdido de vista que los centros urbanos se deben a la población y no a los vehículos automotores (aunque hoy día éstos sí tienen preeminencia y son símbolo de prosperidad y poder en algunos casos). Sin embargo, y considerando que en la mayoría de las grandes ciudades del planeta como la Ciudad de México es imprescindible el traslado de las personas a distancias cada vez mayores (para lo cual se emplean primordialmente los automóviles particulares y en menor medida el transporte privado y público), lo cual contribuye al aumento de la contaminación atmosférica, al estrés, a la pérdida económica en horas-hombre y otras más; motivos que deben servir para incentivar la construcción de transportes masivos que utilicen energía o combustibles

alternos a las gasolinas o diesel; o en su caso, que los proyectos integrales de vialidades en realidad contemplen al medio ambiente como una variable importante a tomar en cuenta en el desarrollo de los proyectos viales, y que ocasionen los menores impactos posibles, adecuándolos a la realidad económica y social imperante. En este mismo tenor, basta revisar las más recientes vialidades construidas en la Ciudad de México para percatarse que todas siguen diseños similares, tanto en forma como en fondo, lo cual no debiera ser así, debido a que cada proyecto se debe a necesidades particulares, las cuales tal vez coincidan en algunos rubros, pero que por lo menos, son cuestionables desde el punto de vista del diseño, ya que cada obra debe proponer su estética y funcionalidad (el sello distintivo), aún cuando el diseñador sea la misma persona, esto remite nuevamente a las consideraciones económicas, debido a que las formas geométricas utilizadas se deben principalmente a que los moldes de los elementos prefabricados utilizados para una obra, no se desechan, sino que se reutilizan en las subsecuentes, lo que permite mayores ganancias en este concepto para los constructores, pero que homogenizan en sus formas geométricas a las vialidades en su conjunto.

Por lo anterior, es fundamental la realización correcta de los proyectos viales, para que éstos integren la variable ambiental y de esta forma puedan beneficiar a los núcleos urbanos, ya que con una correcta planeación, se requerirá construir menos vialidades para automotores particulares y consecuentemente la menor afectación de áreas naturales, las cuales de esta manera pueden estar disponibles para otros usos como el recreativo o simplemente como reservas protegidas, las que en cualquier caso darán una imagen más natural y agradable a las ciudades, a la vez que proporcionarán una serie de beneficios al medio ambiente.

Este tipo de consideraciones de diseño, aún no se toman en cuenta correctamente en los proyectos de vialidades; sin embargo, actualmente se desarrollan esfuerzos para el empleo de fuentes de energía alternas en sustitución de la actual de combustibles fósiles; como es la solar (el planeta tierra recibe energía anualmente equivalente a 10,000 veces el consumo mundial de energía) (PNUD, 2002) o el etanol. La primera presenta varios inconvenientes, ya que la fuente (el sol) no siempre puede captarse de manera adecuada para proporcionar la energía requerida

para impulsar un vehículo, aunado al costo inicial que representa la incorporación de esta tecnología, y en el caso de la segunda, la producción actual no es suficiente. Además de ello, las políticas de desarrollo económico, hoy día siguen fuertemente ligadas a los combustibles de origen fósil (Figura C.1), lo cual representa el mayor obstáculo. De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo hacia el año 2030, los requerimientos de energía en el mundo crecerán en un 60%, de igual modo las emisiones de gases de efecto invernadero aumentarán en 55%, debido a que las fuentes energéticas de los grandes usuarios seguirán ligadas al carbón (BID, 2007). Por su parte la industria automotriz, esta apostando a la mayor eficiencia de los motores y no al cambio de fuentes de energía (ver Figura 4.2) y como un ejemplo, en la actualidad ya se encuentran en operación automóviles híbridos (que emplean un motor eléctrico en baja velocidad y uno de combustión interna para altas velocidades), lo cual reduce considerablemente la emisión a la atmósfera de gases contaminantes, sin embargo su elevado costo comparado con los que consumen gasolina, aún es un impedimento para su masiva adquisición



Fuente: Energy Information Administration, International Energy Annual 2002,  
Table 2.9 World Production of Primary Energy by Energy Type and Selected Country Groups, 1980-2002

Fuente: (Manzo, 2005)

Dentro del aspecto ecológico, es destacable que la construcción actual de vialidades dentro de los centros urbanos, no considera seriamente las interacciones que existen entre los organismos que forman parte de los ecosistemas locales, ya que por citar un ejemplo, éstas en general, no cuentan con pasos para la fauna terrestre, los cuales tiene el simple objeto de que no se

interfiera con sus traslados o incluso migraciones y que no representarían ni grandes inversiones ni modificaciones mayores a ningún elemento integrante de dichas vialidades, los cuales así mismo, no se incluyen dentro de la normatividad local aplicable a estas obras, lo que demuestra una vez más, que es necesario incluir el tema del medio ambiente con mayor énfasis en la planeación de obras viales.

Por otro lado, la valoración realizada proporciona la oportunidad para ampliar los estudios en otros campos, como por ejemplo los enlistados en el apartado de "Temas pendientes de estudio", u otros más que se justifiquen adecuadamente.

El presente trabajo, señala que es mejor y más importante, el prevenir las afectaciones al medio ambiente con proyectos viales integrales correctamente analizados y adecuados al contexto en que se ubiquen, considerando las necesidades de las poblaciones urbanas y presentando las mejores soluciones para los ecosistemas circundantes, aún cuando estas no se contemplen como requisitos por las autoridades gubernamentales; es decir prevenir antes que corregir.

Lo anterior muestra que aún queda trabajo pendiente para incluir las suficientes normas que proporcionen la correcta planeación y posterior construcción de vialidades, considerando que las mismas son uno más de los incentivos para el desarrollo de las ciudades y países. Sin embargo, no debe olvidarse que éste debe ser el necesario, para las generaciones presentes y que se debe considerar que las generaciones futuras también deben ser participes del mismo y no cargar con los costos que la errónea planeación y ejecución provoquen a futuro.

Es evidente, que la Hipótesis planteada ha sido comprobada en el sentido que se demostró la existencia de afectaciones al medio ambiente, por lo que a continuación se presentan las siguientes recomendaciones.

### **Recomendaciones.**

En este apartado, debe tenerse presente que lo que a continuación se señala, se circunscribe al caso particular que se estudia, sin embargo, eso no quiere decir que no sea aplicable a casos en los cuales se identifiquen problemas similares.

De acuerdo con las distintas etapas de que se componen las construcciones (Proyecto, Preparación del Sitio, Construcción, Mantenimiento y Demolición), se proponen una serie de recomendaciones, con el objeto de atenuar los impactos provocados.

A continuación se presenta la Tabla C.1, por medio de la cual se señalan de manera más clara las acciones que se pueden realizar de acuerdo con las afectaciones causadas.

Tabla C.1.  
Recomendaciones.

Afectación	Recomendación
<p><b>Suelo</b></p> <p>La compactación y pérdida de la materia orgánica altera la estructura del suelo, y reduce la infiltración, la capacidad de retención de agua, la aireación y la penetración de las raíces.</p>	<p>Restaurar la tierra, nivelando y resembrando las áreas trastornadas, incluyendo las líneas de guía, ubicándolas fuera de las pendientes y del agua.</p> <p>Programar las obras en época de estiaje, para evitar la erosión hídrica.</p> <p>En el caso de taludes, de acuerdo a su altura y pendiente se recomienda la utilización de barreras que eviten el desprendimiento del suelo por medio de gaviones, terrazas, concreto hidráulico, mallas, entre otros; los cuales aparte de dar protección a los usuarios da una estética al trazo carretero.</p> <p>Establecer un programa de limpieza y desazolve de cunetas.</p>
<p><b>Vegetación</b></p> <p>Al quitar la cobertura forestal, se produce una invasión de malezas, impidiendo su regeneración natural y los esfuerzos de reforestación</p>	<p>Recolección y conservación de la capa vegetal.</p> <p>Establecer áreas recreativas que sean de valor ecológico.</p> <p>Introducir organismos arbóreos que sean nativos de la zona en las épocas favorables, para formar una cortina que amortigüe el ruido de la carretera a la zona aledaña y a su vez sirva como un filtro para la disminución de los contaminantes.</p>
<p><b>Fauna</b></p> <p>Se interrumpe el hábitat, se pierden las especies de árboles, de las cuales dependen las especies animales, y se interrumpen las rutas migratorias, reduciendo su número</p>	<p>Averiguar la presencia o costumbre migratoria de las especies presentes, mediante el contacto con profesionales en el gobierno, las ONGs, o las universidades.</p> <p>Restituir la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente el hábitat.</p>
<p><b>Aire</b></p> <p>Transportar materiales y maquinaria produce gran cantidad de polvo.</p>	<p>Evitar la creación de grandes zonas de terreno abierto.</p> <p>Los motores diesel y de gasolina deben cumplir con las Normas correspondientes.</p>
<p><b>Agua</b></p> <p>Se reduce la infiltración y la retención del suelo en las áreas explotadas; existe contaminación a causa de los productos empleados.</p>	<p>Almacenar materiales lejos de corrientes de agua; e instalar sanitarios portátiles.</p> <p>Proveer medios adecuados para eliminar los residuos; así como, establecer procedimientos adecuados, para el uso y almacenamiento de los químicos, el aceite y el combustible.</p>
<p><b>Social y Cultural</b></p> <p>Por la construcción de vialidades se interrumpen los pasos tradicionales entre los núcleos de población.</p>	<p>Incluir a las comunidades locales en la planificación y ejecución del proyecto</p>

Fuente: (Elaboración propia. 2007)



**Temas pendientes de estudio.**

El resultado obtenido anteriormente, corresponde únicamente al costo ambiental por la tala y posterior sustitución de especies arbóreas; sin embargo, debe tenerse en cuenta que para obtener una visión más exacta de la problemática surgida por la construcción de este tipo de vialidades, aún queda pendiente en este mismo sentido la valoración respecto a otros temas que también inciden en el presente estudio y que en sí mismos pueden representar un aporte importante al tema de la sustentabilidad, como pueden ser los siguientes:

En el aspecto de la salud humana:

1. La determinación en la variación potencial de la contaminación (acústica, gaseosa, visual y en el suelo) proveniente de fuentes móviles (automotores), como resultado del empleo y de la tasa de aumento de los mismos.
2. La determinación en la salud de los habitantes del Valle de México, por efectos de los contaminantes emitidos por los automotores. Si bien es cierto, que derivado de la construcción de estas vialidades se pretende agilizar el tránsito vehicular y con ello disminuir la emisión de contaminantes, también lo es el aumento en la cantidad de automotores por la oferta de éstos en el mercado, la posterior compra de los mismos y la construcción de vialidades para su circulación.

En lo concerniente con el medio ambiente:

3. La valoración sobre el impacto en lo relacionado con procesos biofísicos como pueden ser entre otros los flujos hídricos y las dinámicas de laderas (la construcción se ubica en una zona denominada sierra de Santa Catarina).

Respecto al tema socioeconómico:

4. El determinar los efectos por el seccionamiento territorial local de los núcleos socioeconómicos y ecosistemas de las zonas donde se ubican las vialidades.

Referente al proyecto y diseño:

5. En cuanto a los aspectos del proyecto de las vialidades es importante el tener en cuenta que las vialidades deben ser diseñadas integralmente, es decir, que contemplen la disminución en las distintas fuentes de contaminación, como pueden ser la acústica, la gaseosa, la visual y en el suelo producida por los automotores.

## Glosario de Términos

- Abiótico.** Se dice del medio en que no es posible la vida.
- Análisis del Ciclo de Vida.** Es una metodología que se emplea para evaluar la influencia de un proceso o material sobre el medio ambiente, analizados durante las fases de Producción, Transporte, Uso y Recuperación.
- Biomasa.** Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.
- Biótico.** Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos.
- Calentamiento global.** Aumento de la temperatura de la Tierra debido al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases invernadero ( $CO_2$ , metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos) en la atmósfera. Desde 1896 se sabe que el  $CO_2$  ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida en el planeta (efecto invernadero). Sin embargo, el incremento de los niveles de  $CO_2$  puede provocar un aumento de la temperatura global, lo que podría originar importantes cambios climáticos con graves implicaciones para la productividad agrícola.
- Columna.** Elemento constructivo que soporta cargas puntuales, trabajando junto con trabes forma marcos estructurales.
- Construcción verde.** Se refiere a la aplicación de métodos de construcción que respeten los procesos naturales y biológicos.
- Contaminación.** Presencia directa o indirecta de materia sólida, líquida, gaseosa, química, física o biológica cuya naturaleza, ubicación y cantidad producida provoca alteraciones o efectos adversos o nocivos para la salud humana, vegetal o animal.
- Contaminante.** Cualquier clase de sustancia o materia cuyas combinaciones o compuestos químicos o biológicos que afectan o modifican la naturaleza del agua, aire, flora, fauna o a cualquier otro elemento del medio ambiente.
- Cuentas Nacionales.** Son el instrumento mediante el cual el país contabiliza y registra a nivel macroeconómico las actividades, operaciones y flujos de la economía nacional, referentes a la producción, consumo, ahorro, inversión y sector externo, reflejando con ello su situación y evolución económica.
- Degradación.** Se considera como el deterioro cualitativo del medio ambiente, consecuencia de la presencia de un sin número de agentes contaminantes originados por las actividades económicas.
- Desarrollo Sustentable.** Crecimiento económico que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.
- Discontinuidad Fisiográfica.** Es un área enclavada dentro de una provincia fisiográfica, cuyo origen y morfología no corresponden a la misma y que cumple los requisitos para construir en sí una provincia fisiográfica aparte, pero que no puede ser considerada como tal por no tener la extensión ni la diferenciación internas suficientes para poder ser dividida en subprovincias.
- Ecología.** Ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno.
- Ecosistema.** Sistema formado por individuos de muchas especies, en el seno de ambientes de características definibles, e implicados en un proceso dinámico e incesante de interacción, ajuste y regulación; expresable como intercambio de materia y energía.

- Efecto invernadero.** Es el papel que desempeña la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre. La atmósfera es prácticamente transparente a la radiación solar de onda corta, absorbida por la superficie de la Tierra. Gran parte de esta radiación se vuelve a emitir hacia el espacio exterior con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos, pero es reflejada de vuelta por gases como el CO<sub>2</sub>, el metano, el óxido nitroso, los clorofluorocarbonos (CFC) y el O<sub>3</sub>, presentes en la atmósfera. Este efecto de calentamiento es la base de las teorías relacionadas con el calentamiento global.
- El contenido en CO<sub>2</sub> de la atmósfera se ha incrementado aproximadamente un 30% desde 1750, como consecuencia del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón; la destrucción de bosques tropicales por el método de cortar y quemar también ha sido un factor relevante que ha influido en el ciclo del carbono. El efecto de estos incrementos podría ser un aumento global de la temperatura, estimado entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100. Este calentamiento puede originar importantes cambios climáticos, afectando a las cosechas y haciendo que suba el nivel de los océanos. De ocurrir esto, millones de personas se verían afectadas por las inundaciones.
- Se están intentando esfuerzos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, como el Protocolo de Kioto (1997) donde se estableció que los países desarrollados debían reducir sus emisiones de gases causantes del efecto invernadero en un 5,2% para el año 2012 respecto a las emisiones del año 1990. Sin embargo, este protocolo debe ser ratificado por al menos 55 países desarrollados cuyas emisiones de gases de efecto invernadero sumen el 55% del total.
- Eficiencia.** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.
- Emisión.** Expulsiones de partículas contaminantes a la atmósfera provenientes de chimeneas y otros conductos de escape de las áreas industriales, comerciales y residenciales, así como de los vehículos automotores, locomotoras o escapes de aeronaves y barcos.
- Erosión.** Es el desgaste del suelo como consecuencia del traslado de partículas de un lugar a otro, debido a la interacción de agentes activos como el agua, clima, factores bióticos o la intervención del hombre sobre el suelo.
- Estratigrafía.** Disposición seriada de las rocas sedimentarias de un terreno o formación.
- Externalidad.** Perjuicio o beneficio que sufre un tercero por las acciones realizadas por individuos o entidades
- Fuente Fija.** Se define como punto fijo de emisión de contaminantes atmosféricos, en grandes cantidades; y que incluyen todos los establecimientos productores de bienes y servicios que utilizan procesos de combustión para obtener calor, generar electricidad o movimiento.
- Fuente Móvil.** Productor móvil de contaminación del aire, principalmente por todas las formas de transportación terrestre como; automóviles, camiones de carga, etcétera.
- Gastos de Protección Ambiental.** Se constituyen por las erogaciones hechas por la sociedad en su conjunto, para prevenir o disminuir el daño ambiental generado por las actividades de producción, distribución y consumo. En el SCEEM se refiere exclusivamente a los gastos generados por el Gobierno Federal, Gobierno del Distrito Federal, empresas paraestatales de control directo y los 31 Estados de la República Mexicana. Así como a los gastos efectuados por los hogares en la recolección de basura.

<b>Impacto ambiental.</b>	Es el alcance o efecto derivado de la realización de un conjunto de acciones o actividades inmersas o relacionadas con la interrelación entre la sociedad y el medio ambiente, pudiendo ser benéfico o negativo.
<b>Medioambiente.</b>	La suma de todas las condiciones externas que afectan la vida, desarrollo y sobrevivencia de un organismo.
<b>Mitigación.</b>	Moderar, aplacar o disminuir los efectos adversos en el medio ambiente.
<b>Pila.</b>	Elemento constructivo vertical de cualquier sección transversal que transmite cargas al subsuelo. Se fabrica en el sitio de los trabajos.
<b>Pilote.</b>	Elemento constructivo vertical de madera, concreto armado o metal que se hincan en el terreno para soportar los cimientos de una estructura.
<b>Producto Interno Bruto.</b>	Producto Interno Bruto. Valor total de la producción de bienes y servicios de un país en un período determinado de tiempo (generalmente un año)
<b>Producto Interno Neto Ecológico 1 (Pine1).</b>	Se obtiene de deducir al Producto Interno Neto, los costos por el agotamiento de los recursos naturales.
<b>Producto Interno Neto Ecológico 2 (Pine2).</b>	Es el indicador más representativo del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México. Se obtiene deduciendo al PINE1 los costos por degradación; es decir, $PINE2 = PINE1 - CDG$ . En forma análoga, también se puede obtener a partir del PIN; es decir, $PINE = PIN - (CAG + CDG)$ .
<b>Protección ambiental.</b>	Conjunto de políticas, normas o disposiciones encaminadas a mantener o restaurar el equilibrio ambiental, trastocado por las actividades humanas.
<b>Provincia fisiográfica.</b>	Unidades morfológicas superficiales de características distintivas; de origen y morfología propios. Una región se considera provincia fisiográfica cuando cumple las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área</li> <li>2. Morfología propia y distintiva</li> <li>3. Litología distintiva por:</li> </ol>
<b>Recursos naturales.</b>	Cualquier forma de materia o energía que existe de modo natural y que puede ser utilizada por el ser humano. Los recursos naturales pueden clasificarse por su durabilidad, dividiéndose en renovables y no renovables. Los primeros pueden ser explotados indefinidamente, mientras que los segundos son finitos y con tendencia inexorable al agotamiento.
<b>Residuo.</b>	Elementos resultantes de un proceso o actividad.
<b>Sistemas abiertos.</b>	Conjunto de elementos y alteraciones internas y externas interrelacionadas que intercambian energía y materia.
<b>Sistemas cerrados.</b>	Conjunto de elementos y alteraciones internas interrelacionadas que intercambian energía y materia.
<b>Subprovincia Fisiográfica.</b>	Resulta de la primera subdivisión que puede hacerse de una provincia fisiográfica cuando se cumplen las siguientes condiciones: Como parte integral de la provincia fisiográfica, cumple las mismas condiciones para la provincia. Las geoformas que la integran son las típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son apreciablemente diferentes a las dadas en el resto de la provincia, o bien, presenta en forma predominante las geoformas típicas para la provincia en general, pero ahora asociadas con otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la misma provincia.

<b>Suelo.</b>	Superficie de la corteza terrestre.
<b>Tabulador General de Precios Unitarios</b>	Listado de precios que emite el Gobierno del Distrito Federal, con vigencia determinada, aplicable para el pago de conceptos de trabajo que ejecutan los contratistas.
<b>Trabe.</b>	Elemento estructural que soporta cargas de pisos y que actuando con columnas forma marcos estructurales.
<b>Valoración Ambiental.</b>	Es el resultado de asignar valores económicos al medio ambiente y a los recursos naturales, por medio de metodologías.
<b>Zapata.</b>	Elemento estructural que recibe las cargas de una construcción y a su vez las transmite al suelo.

## B I B L I O G R A F Í A

- Agenda 21**, 2006. <http://www.rolac.unep.mx/agenda21/esp/ag21inde.htm>
- BID**, 2007. La inversión en energía renovable como respuesta al cambio climático. <http://www.iadb.org/news/articledetail.cfm?language=Spanish&ARTID=3645>
- borderwastewise**, 2003. <http://www.borderwastewise.org/espanol/news/news1.htm>
- Calderón Hinojosa, Felipe de Jesús**. 2006. *Propuesta ambiental 2006*. México. 32 pp.
- Carvalho, Filho, Arnaldo Cardim**. 2001. *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento*. Tesis Doctoral. España.
- Casanova del Angel, Francisco y Páramo Figueroa, Víctor Hugo**. 1999. *Impacto Ambiental en Obra Civil*. Ed. LOGICIELS, S. A. de C. V. México, D. F.
- Casimiro Herruzo, A.** 2002. *Fundamentos y Métodos para la Valoración de Bienes Ambientales*. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Economía y Gestión Forestal. Madrid, España. [http://www.libroblancoagricultura.com-libroblanco-jtematica-aspectos\\_medioamb-comunicaciones-c\\_herruzo.pdf](http://www.libroblancoagricultura.com-libroblanco-jtematica-aspectos_medioamb-comunicaciones-c_herruzo.pdf)
- Castro C., Luis Javier**. 2002. *Desarrollo Urbano. Los retos del siglo XXI*. Revistas IC Ingeniería Civil. Ed. Helios Comunicación. Octubre.
- CONAFOVI-CONACYT**, 2005. *Mercado del suelo para la vivienda de interés social en ciudades seleccionadas: indicadores y orientaciones básicas*. Proyecto Fondo Sectorial CONAFOVI-CONACYT,8392. Mayo. p 40
- Conclusiones del VI Congreso Nacional del Medio Ambiente*, 25 al 29 de noviembre de 2002. España.
- Congreso Mexicano del Asfalto**. 2003. México.
- Cpsv**, 2006. [http://www.cpsv.upc.es\\_documents\\_QuadreResumPDDifusio2005-2005.pdf](http://www.cpsv.upc.es_documents_QuadreResumPDDifusio2005-2005.pdf)
- Cruickshank García, Gerardo**. 1998. *Proyecto Lago de Texcoco. Rescate Hidrológico*. México.
- Deffis Caso, Armando**. 1999. *La casa ecológica autosuficiente. Para climas templado y frío*. Árbol Editorial, S. A. de C. V. Quinta reimpresión.
- DF**, 2006. <http://www.df.gob.mx>
- Energía**, 2007. *La energía en el desarrollo de la humanidad* [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_energia\\_desarrollo\\_humanidad](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_energia_desarrollo_humanidad)
- GDF**, 2006. Gobierno del Distrito Federal. *Folleto Informativo*. 2006.
- Habitat**, 2006. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a019.html>; <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n20/amvaz.html>
- iisbe**, 2006. <http://www.iisbe.org>
- INE**, 2006. <http://www.ine.gob.mx>
- INEGI**, 2006. <http://www.inegi.gob.mx>
- Jornadas Internacionales sobre Infraestructuras Viarias y Espacios Naturales Protegidos**. 2004. *Recomendaciones para el diseño de las herramientas necesarias para la coexistencia entre la red espacios naturales protegidos y la red de infraestructuras viarias de Andalucía*. Sevilla, España.
- Kibert, C. J.** 1994. *Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction*. First International Conference on Sustainable Construction, 6-9 de noviembre. Tampa Florida.
- Kim, Jong-Jin**. 1998. *Sustainable Architecture Module: Introduction To Sustainable Design*. Published By: National Pollution Prevention Center for Higher Education. Michigan, USA.
- LGEEPA**, 1988. *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.
- LADF**, 2000. *Ley Ambiental del Distrito Federal*. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de enero de 2000.
- López López, Víctor Manuel**. 2002. *Anteponiendo los Principios de Sustentabilidad al Impacto Ambiental de los Edificios*. México, Ponencia.
- Machín Hernández, María Mercedes y Casas Vilardell, Mayra**. 2006. *Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado*. Publicado en Revista Futuros No 13. Vol. IV. <http://www.revistafuturos.info>
- Manzo Yépez, José Luis**. 2005. *Geopolítica del petróleo y seguridad energética de EUA. Impacto en la política petrolera de México*. Unión Nacional de Trabajadores de Confianza de la Industria Petrolera de, A.C.



- Maugeri, Leonardo, 2006 *Aplausos por el petróleo caro*.  
[http://www.energiaadebate.com.mx/Articulos/junio\\_2006/aplausos.htm](http://www.energiaadebate.com.mx/Articulos/junio_2006/aplausos.htm)
- Maya González, Lucy Nelly. 2004 *El PROCEDURE y el piso en la incorporación del suelo de propiedad social a usos urbanos en los municipios conurbados de la ZMCM*. No. 056. EL colegio de México A.C. p 319
- Microsoft® Encarta® Biblioteca de Consulta, 2003.
- Omega, 2007. [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/10/htm/sec\\_5.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/10/htm/sec_5.html)
- Pezzey, John. 1992. *Sustainable Development Concepts*. World Bank Environment paper number 2. Washington, D. C.
- Pilar de Zalazar, Claudia Alejandra, 2003. - Jacobo, Guillermo José. *Desarrollo de criterios e indicadores ambientales para la construcción en la región NEA - Hacia una arquitectura sustentable*. Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHU) Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNNE. <http://www.apabcn.es/sostenible/castellano/conceptos.htm>
- Plan Nacional de Desarrollo, 2001-2006.
- PNUD, 2002. Manuales sobre energía renovable: Solar térmica. PNUD
- PNUMA, 2004. <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2004-11/11nov04e.doc>
- PNUMA, 2006. <http://www.pnuma.org>
- PNUMA, 2007. [http://www.pnuma.org/industria/industria\\_ALC.php](http://www.pnuma.org/industria/industria_ALC.php)
- PRODESA, 1996. *Programa de Desarrollo Regional*.
- Resolución Administrativa*. 2006. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.
- Resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2003
- Roodman Malin, David. 1995. *Revolución en la construcción: cómo influyen la salud y la ecología en este proceso*. Ed. Worldwatch Institute.
- Sagpya, 2004. [http://www.sagpya.mecon.gov.ar\\_new\\_0-0\\_forestacion\\_build\\_acv.pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar_new_0-0_forestacion_build_acv.pdf)
- Sat-semarnat, 2006. <http://sat-semarnat.gob.mx>
- Schmitz-Günther, Thomas; E. Abraham, Loren and A. Fisher, Thomas. 1999. *Living Spaces. Ecological Building and Design*. Ed. Könemann. Alemania.
- Segundonivel, 2003. <http://www.segundonivel.df.gob.mx/dvial/numeralia2.htm>
- SEDESOL. 1992 *Los Instrumentos Económicos Aplicados el Medio Ambiente*. Instituto Nacional de Ecología, Serie Monografías No. 2, México D.F.
- Seminario, 2004. *Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política Nacional de Biodiversidad*. Cartagena de Indias, Colombia. 2004. 35 pp. <http://www.humboldt.org.co>
- Sistemas de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 1999-2004, 2004. México, D.F.
- SMA, 2007. <http://www.sma.df.gob.mx>
- Töpfer, Klaus, 2001 *¿Qué sabemos sobre las reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero?* PNUMA. p 7
- Treviño Treviño, César Ulises. 2003. *Revista: Empresas y Negocios en Expansión*.
- Trst, 2006. <http://www.trst.com>
- ubu, 2006. [http://www.ubu.es-investig-aulavirtual- trabajos\\_03-es\\_conv\\_III.pdf](http://www.ubu.es-investig-aulavirtual- trabajos_03-es_conv_III.pdf)
- unne, 2005. [http://www.unne.edu.ar\\_Web\\_cyt\\_com2005\\_7-Tecnologia\\_T-034.pdf](http://www.unne.edu.ar_Web_cyt_com2005_7-Tecnologia_T-034.pdf)
- Usgbc, 2006. <http://www.usgbc.org>
- Young E., John and Sachs, Aarón. 1994. *The next Efficiency Revolution: Creating a Sustainable Materials Economy*. Ed. Worldwatch Institute.
- WCED, 1987. *Our Common Future*. Ed. Oxford University Press.
- 3er. Informe, 2003. *3er. Informe de Gobierno del Distrito Federal*. Gobierno del Distrito Federal. México.