

MODELO DE PAGO PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL AL CO₂,
FUNCIÓN DE LA EMISIÓN VEHICULAR DE DIÓXIDO DE CARBONO
(CO₂) DEL MUNICIPIO LIBERTADOR,
MÉRIDA - VENEZUELA

Por

Yusmaira Valera Mejia

www.bdigital.ula.ve

Trabajo para optar al Grado Magíster Scientiae en Gestión de Recursos Naturales
Renovables y Medio Ambiente (Con énfasis en Estudios de Impacto Ambiental)

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO E
INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL

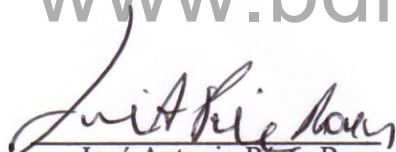
Reconocimiento

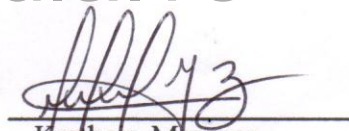
MODELO DE PAGO PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL AL CO₂,
FUNCIÓN DE LA EMISIÓN VEHICULAR DE DIÓXIDO DE
CARBONO (CO₂) DEL MUNICIPIO LIBERTADOR,
MÉRIDA - VENEZUELA

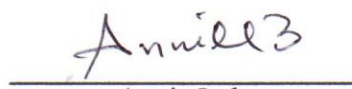
Por
Yusmaira Valera Mejia

Trabajo para optar al Grado de Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales
Renovables y Medio Ambiente (con Énfasis en Estudio de Impacto Ambiental)

www.bdigital.ula.ve


José Antonio Pérez Roas
Tutor


Kretheis Marquez
Co-tutor


Annie Lobo
Asesor

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO E
INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA, VENEZUELA
MARZO, 2015

Reconocimiento

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO E
INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA, VENEZUELA
MARZO, 2015

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

DEDICATORIA

A mis Padres Rodolfo y Omaira por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por apoyarme siempre, gracias.

A Gustavo y Barbará Sofía por ser mi inspiración, apoyo y compañía en todo momento para este logro profesional alcanzado.

Yusmaira...

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por haberme acompañado y guiado a lo largo de este camino, para llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

Al Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, de la Universidad de Los Andes (CIDIAT – ULA), el cual a través de su personal profesoral y administrativo me dieron la oportunidad de ampliar mis conocimientos profesionales en la gestión ambiental.

A los profesores José Antonio Pérez Roas y Kretheis Marquez por su valiosa dedicación en la asesoría del presente trabajo de investigación. Asimismo, agradezco a MSc. Annie Lobo por la aceptación como asesor externo y jurado de este trabajo de grado.

www.bdigital.ula.ve

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	Ii
Índice de Contenido.....	Iii
Listado de tablas.....	Iv
Listado de Figuras.....	Vi
Resumen.....	Vii
CAPITULO 1: INTRODUCCION.....	1
1.1 El problema.....	5
1.2 Preguntas claves de la investigación.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcances.....	8
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	9
2.1 Antecedentes en la estimación de Impuestos Ambientales.....	9
2.2. Emisiones de CO ₂ del parque automotor en ciudades.....	11
2.2.1 Clasificación del parque automotor de acuerdo al CO ₂	12
2.2.1.1 Escenario de emisiones mínimos.....	13
2.2.1.2 Escenario de emisiones medios.....	13
2.2.1.3 Escenario de emisiones máximos.....	14
2.3 Eficiencia en el uso de la energía.....	14
2.4 Plantaciones forestales y de áreas verdes con potenciales en fijación de carbono.....	16
2.4.1 Plantaciones forestales, tipos y sus etapas.....	17
2.4.2 Ventajas y Desventajas de establecer una plantación forestal.....	18
2.4.3 Aspectos económicos de las plantaciones forestales.....	18
2.4.4 Áreas verdes urbanas.....	21
2. 4.5 Aspectos económicos y sociales de establecimiento de plantaciones de áreas verdes urbanas en una ciudad.....	23
2.4.6 Costo Económico del carbono en áreas urbanas.....	25
2.5 Costos de carbono y CO ₂ como apoyo en programas de impuesto ambientales.....	26
2.5.1 Métodos basados en preferencias declaradas.....	26
2.5.2 Métodos basados en mercados reales.....	27
2.5.3 Métodos basados en mercados simulados.....	27
2.6 Impuestos Ecológicos.....	28
CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. Modelo metodológico.....	30
3.1.1 Información del área de estudio.....	31
3.1.2 Inventario del parque automotor presente en el municipio Libertador.....	32
3.2 Clasificación de emisiones de CO ₂ del parque automotor.....	32
3.3 Potencial de CO ₂ parque automotor en los dos escenarios.....	33
3.4 Estimación de áreas verdes en base a criterios de fijación de CO ₂	35

3.5 Costo de programa de plantaciones.....	36
3.6 Pago por compensación ante el daño ambiental.....	37
3.7 Pago por mantenimiento de las unidades de vegetación.....	38
3.8 Lineamientos técnicos para apoyar la implementación del programa.....	38
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Área de estudio.....	39
4.2. Inventario del parque automotor.....	39
4.3. Emisiones del parque automotor del municipio Libertador.....	40
4.3.1 Emisiones mínimas.....	40
4.3.2 Emisiones máximas.....	42
4.4 Áreas de coberturas necesarias para almacenar el CO ₂	43
4.5 Costo de establecimiento de plantaciones en base al costo del CO ₂	44
4.5.1 Costo de plantaciones forestales.....	45
4.5.2 Costos de áreas verdes urbanas.....	46
4.6 Pago por compensación ante el daño ambiental.....	48
4.7 Pago por mantenimiento de las unidades de vegetación.....	50
4.8 Pago de mantenimiento por ciudadano con vehículo según unidad de vegetación.....	52
4.9 Lineamientos técnicos para el apoyo de un programa de impuesto ambiental.....	53
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Recomendaciones.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTADO DE TABLAS	Pág.
2.1. Relación gr CO ₂ /km por litros/km tanto para gasolina y gasóleo.....	12
2.2. Categorías de emisiones de CO ₂ (escenario mínimo de emisión) según tipo de vehículos.....	13
2.3. Categorías de emisiones de CO ₂ (escenario promedio de emisión) según tipo de vehículos.....	13
2.4. Categorías de emisiones de CO ₂ (escenario máximo de emisión) según tipo de vehículos.....	14
2.5. Costos referenciales de reforestación anual y acumulativa en siete años de duración del programa.....	20
2.6. Costo de carbono secuestrado según especie de plantación y escala de siembra.....	21
3.1. Unidades ecológicas y de vegetación presentes en el municipio Libertador.....	32
3.2. Categorías y número de vehículos en el municipio Libertador, estado Mérida.....	32
3.3. Categorías de emisiones de CO ₂ (escenario mínimo de emisión).....	33
3.4. Categorías de emisiones de CO ₂ (escenario máximo de emisión).....	33
3.5. Datos para calcular el potencial de CO ₂ del parque automotor (municipio Libertador, escenario mínimo de emisión).....	34
3.6. Datos para calcular el potencial de CO ₂ del parque automotor (municipio Libertador, escenario máximo de emisión).....	34
3.7. Unidades de vegetación y su potencial de fijación de carbono arbóreo.....	35
3.8. Aplicación de costos de carbono arbóreo en unidades de vegetación PMA.....	36
4.1. Escenario de Emisiones mínimas de CO ₂ del parque automotor del municipio Libertador.....	41
4.2. Escenario de Emisiones máximas de CO ₂ del parque automotor del municipio Libertador.....	42

4.3. Tasa de fijación promedio de CO ₂ tn/ha de coberturas plantación forestal y áreas verdes urbanas.....	43
4.4. Áreas necesarias para establecer plantaciones forestales en ambos escenarios.....	44
4.5. Áreas necesarias para establecer áreas verdes urbanas en ambos escenarios.....	44
4.6. Escenario de valores del CO ₂ en plantaciones forestales y áreas verdes urbanas.....	45
4.7. Costo de establecimiento de plantaciones forestales con escenario mínimo de emisiones.....	45
4.8. Costo de establecimiento de plantaciones forestales con escenario máximo de emisiones.....	45
4.9. Costo de establecimiento de áreas verdes urbanas con escenario mínimo de emisiones...	46
4.10. Costo de establecimiento de áreas verdes urbanas con escenario máximo de emisiones.....	46
4.11. Costo de establecimiento y manejo de plantaciones forestales con escenario mínimo de emisiones.....	47
4.12. Costo de establecimiento y manejo de plantaciones forestales con escenario máximo de emisiones.....	47
4.13. Costo de establecimiento y manejo de áreas verdes urbanas con escenario mínimo de emisiones.....	48
4.14. Costo de establecimiento y manejo de áreas verdes urbanas con escenario máximo de emisiones.....	48
4.15. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento de plantaciones forestales por costo de CO ₂	48
4.16. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento de áreas verde urbanas por costo de CO ₂	49
4.17. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento y manejo de plantaciones forestales. (IFLA, PDVSA, INTEVEP, 2000).....	49
4.18. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento y manejo de plantaciones de áreas verdes urbana. (Nowak 2007).....	50
4.19. Costo de mantenimiento/año para las plantaciones forestales para el método Costo de CO ₂	51
4.20. Costo de mantenimiento/año para áreas verdes urbanas para el método Costo de CO ₂ ...	51
4.21. Costo de mantenimiento/año para las plantaciones forestales para el método de EEUU y Venezuela.....	51
4.22. Costo de mantenimiento/año para áreas verdes urbanas para el método de EEUU y Venezuela.....	52
4.23. Costo de mantenimiento/año por vehículo para plantaciones forestales para el método Costo de CO ₂	52
4.24 Costo de mantenimiento/año por vehículo para áreas verdes urbanas para el método Costo de CO ₂	53
4.25 Costo de mantenimiento/año por vehículo para plantaciones forestales para el método de EEUU y Venezuela.....	53
4.26 Costo de mantenimiento/año por vehículo para áreas verdes urbanas para el método de EEUU y Venezuela.....	53

LISTADO DE FIGURAS

2.1. Etapas en el establecimiento de una plantación forestal.....	17
2.2. Relación de edad de la plantación y costo del carbono secuestrado.....	20
2.3. Áreas Verdes Urbanas sembradas en zonas altamente urbanizadas.....	22
3.1. Modelo metodológico aplicado a la investigación.....	30
3.2. Ubicación relativa del municipio Libertador.....	31
4.1. Porcentaje de participación de las fuentes móviles en municipio.....	40
4.2. Porcentaje de emisiones mínimas de CO ₂ del parque automotor.....	41
4.3. Porcentaje de emisiones máximas de CO ₂ del parque automotor.....	42

LISTADO DE ECUACIONES

3.1. Calculo de emisiones de CO ₂	34
3.2. Estimación áreas de plantación.....	35
3.3. Costo del programa de plantaciones según costo de CO ₂	36
3.4. Costo del programa de plantaciones según costo de establecimiento y manejo.....	37
3.5. Costo de compensación.....	37
3.6. Costo de mantenimiento.....	38

www.bdigital.ula.ve

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN
AMBIENTAL Y TERRITORIAL

Maestría en Gestión de Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente
(con énfasis en estudios de impacto ambiental).

MODELO DE PAGO PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL AL CO₂,
FUNCIÓN DE LA EMISIÓN VEHICULAR DE DIÓXIDO DE CARBONO
(CO₂) DEL MUNICIPIO LIBERTADOR, MÉRIDA – VENEZUELA.

Proyecto de Trabajo de Grado

Autor: Yusmaira Valera Mejia

Tutores:

José Antonio Pérez Roas

Kretheis Marquez

Asesor: Annie Lobo

Fecha: Marzo, 2015

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad establecer un modelo de compensación al daño ambiental por emisiones del CO₂ del parque automotor del Municipio Libertador de Mérida, Estado Mérida, para plantear el modelo se estimó las emisiones del parque automotor en dos escenarios tentativos mínimos y máximos, con esto se obtuvo la cantidad de GEI emitido en ton/año, posteriormente en base a esta medición se propuso plantear la cantidad de hectáreas necesarias tanto en plantaciones forestales y áreas verdes urbanas para almacenar el CO₂ emitido. Al conocerse la cantidad de hectáreas necesarias para almacenar el GEI se estimó el costo necesario para el establecimiento de estas plantaciones, se propusieron establecer dos metodologías para la medición: la primera en base al costo del CO₂ absorbido y el segundo por fuentes de autores en Estados Unidos y Venezuela que plantean costos promedios para establecimiento de estas unidades de vegetación, justamente el costo de establecer estas áreas será el monto tentativo de compensación por parte del contribuyente para mitigar el daño ambiental. Los resultados indican que las emisiones de fuentes móviles en el municipio Libertador se presentaron como una variable significativa (249.278 mil toneladas de CO₂/año) en promedio y en cuanto a los costos se observó que en las plantaciones forestales los valores mínimos y máximos a pagar por el contribuyente son muy cercanos entre ellos y presentan costos muy bajos en dólares (11,6 mín y 15,36 máx.), en cuanto al costo de compensación para establecer áreas verdes urbanas se obtuvo valores en dólares (113 mín. y 149 como máx.) Los resultados apoyan la gestión de programas de impuestos verdes necesarios para tomar medidas en la mitigación de GEI emitido por las fuentes móviles del municipio libertador de Mérida, Venezuela.

Palabras clave: Emisiones de CO₂, daño ambiental, costos de plantaciones, modelo de pago ante el daño ambiental.

www.bdigital.ula.ve

INTRODUCCION

El desplazamiento de grandes grupos de personas hacia las áreas urbanas ha aumentado el porcentaje de seres humanos viviendo en las ciudades desde un 5% en el año 1800 hasta un 45% en 1990 (Zipperer *et al.*, 2000). Algunos poblados urbanos a su vez parecieran, según las tendencias, de crecer más aceleradamente que la misma población mundial, tendencia que prevé que entre el año 2000 al año 2030, la población urbana del mundo aumentará 72%, mientras que las superficies de las zonas edificadas donde viven 100.000 habitantes o más podría aumentar 175% (División de Población de las Naciones Unidas, UNFPA 1996). Como consecuencia de la utilización de combustibles fósiles, la fabricación de cemento y la deforestación mundial (FAO, 2001), el principal gas de efecto invernadero (GEI) es el dióxido de carbono (CO₂) (IPCC 2001). La proporción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocadas por el hombre (o antropogénicas) procedentes de las ciudades podrían estar entre un 40 y un 70%, según cifras basadas en la producción (p.ej. cifras calculadas añadiendo emisiones de GEI de las entidades situadas en las ciudades) (ONU-HABITAT, 2011).

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2009) la población del municipio Libertador del estado Mérida es de 239.504 habitantes, de los cuales gran parte se desplaza diariamente dentro del municipio hasta sus sitios de trabajo o estudio, bien sea a través de sistemas de transporte público o privado, las unidades automotoras en dicho municipio se estiman en 37.121 unidades (SAMAT, 2009).

El daño ambiental en emisiones de CO₂ que se produce por las fuentes móviles en el municipio Libertador actualmente no recibe ningún tipo de compensación, ya que se emiten a la atmosfera estos Gases de Efecto Invernadero (GEI) sin ningún tipo de control y no existe ninguna figura jurídica, institucional o económica en cuanto al establecimiento de pago de tributos por parte del ciudadano, estableciendo algún tipo de compensación por este daño ambiental.

De acuerdo con Salusso (2008) uno de los instrumentos de valoración económica, de mayor aplicación internacionalmente, son los Impuestos Ambientales. Estos son mecanismos mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generan sus actividades económicas, inducen un cambio en sus patrones de conducta a favor de una mayor protección al ambiente, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente; a fin de invertir la tendencia a considerar el medio ambiente como bien gratuito. Tiene como objetivo generar recaudación a partir de lo que la sociedad considera males ambientales, en contraposición a recaudar a partir de tasar bienes y modificar las señales económicas que reciben individuos y empresas sobre los costos ambientales de sus acciones.

En el caso del municipio Libertador las plantaciones de áreas verdes son factibles como apoyo a un programa de compensación ante el daño ambiental por el CO₂ emitido por las fuentes móviles, ya que permiten en primer término capturar el CO₂ presente en la atmósfera y en segundo término permiten mediante su implementación estimar, económicamente cuánto cuesta mitigar los daños del gas de efecto invernadero producido en el municipio mediante las fuentes móviles que se estiman operan diariamente en la actualidad y a su vez ese costo sea asumido por el mismo agente contaminante, es decir, el ciudadano con vehículo.

El objetivo del presente estudio es establecer un mecanismo de costos económicos de plantaciones de áreas verdes en el municipio Libertador, que permita obtener el parámetro económico de lo que cuesta el daño ambiental a la ciudad producto de las emisiones del GEI de las fuentes móviles, lo cual permitiría apoyar un programa de impuestos al ciudadano producto de estas emisiones, por lo que el impuesto posibilitaría compensar por parte de la población el daño ambiental causado por la actividad del parque automotor de la ciudad.

Los objetivos de la investigación se plantearon como aspecto central en la obtención de una valorización económica de un programa de impuesto ambiental, basado en el costo de plantaciones de áreas verdes en el municipio Libertador, utilizando como

referencia las emisiones de CO₂ del parque automotor y aplicando ecuaciones del IPCC para obtener la estimación de este gas de efecto invernadero, ya sea en escenarios mínimos y máximos de emisiones. Conforme esto, el trabajo se presenta en cinco capítulos, los cuales a través de una secuencia de etapas, planteadas de forma conceptual y metodológica desarrollan la temática y estructura de la investigación; los capítulos de la investigación están distribuidos de la siguiente forma:

Capítulo 1 “Planteamiento del Problema”, se desarrolla la problemática del tema propuesto, junto a la exposición de preguntas claves, objetivos (general y específico), además de señalar los aspectos metodológicos de la investigación, por último se plantea la justificación de la investigación seguido de los alcances del estudio.

Capítulo 2 “Marco Teórico y Antecedentes” se expone una revisión bibliográfica y documental de conceptos teóricos sobre el tema de emisiones de CO₂ de fuentes móviles, inventario de emisiones, impuestos ambientales, programas de plantaciones forestales y plantaciones de áreas verdes utilizando referencias de proyectos realizados en diferentes latitudes.

Capítulo 3 “Marco Metodológico” se plantea la estructura del modelo de estimación de CO₂ de las fuentes móviles utilizadas por el IPCC, el costo económico estimado en escenarios mínimos y máximos como método de referencia del impuesto ambiental estudiado, además de la formulación de estimaciones de costos de plantaciones y captación de carbono de áreas verdes obtenidas con la revisión documental, este aspecto técnico permitirá apoyar la validez del modelo planteado.

Capítulo 4 “Resultados” se presentan los resultados de la investigación en cuanto a emisiones mínimas y máximos del CO₂, además de aspectos en cuanto a áreas de plantaciones resultantes para cada cobertura de vegetación, y costo económico obtenido, mediante la aplicación del modelo metodológico propuesto.

Capítulo 5 “Conclusiones” se detallan los análisis concluyentes generales del estudio y así como también las recomendaciones técnicas y de lineamientos técnicos que apoyen la propuesta.

Por último se incluyen la revisión bibliográfica, los cuales sirvieron de apoyo teórico y metodológico para la investigación.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 El problema

Las actividades antrópicas generan la emisión a la atmósfera de toda una serie de elementos que deterioran la calidad del aire, se estima que un 30% del incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, ocurrido en el siglo 20, ha ocasionado un aumento de 0,6 °C en promedio. Las principales causas de la contaminación del aire están relacionadas con la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), fabricación de cemento y la transformación de los ecosistemas naturales a otros usos de la tierra (IPCC, 2001).

En Venezuela, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales estimó que en el año 1999 se emitieron a la atmósfera aproximadamente 114.147 Gg de CO₂, los cuales son equivalentes al 0,48% de las emisiones globales, ocupando en Latinoamérica el cuarto lugar en emisiones, no obstante a pesar de ser uno de los principales países productores y exportadores de petróleo del mundo sus cifras per cápita son altas. Las cifras de las emisiones de CO₂ del sector energético corresponden a 46%, las industrias manufactureras y de la construcción 14%, el sector transporte 33%, mientras que otros factores alcanzan el 7% (MARN, 2005).

El establecimiento de áreas de plantaciones como parte de un programa de absorción del CO₂ producto de las fuentes móviles, se presenta como una propuesta ambiental adecuada, primero como la implementación de sumideros de carbono en el municipio y en segundo término como un modelo de costos de parámetro, que indiquen una estimación aproximada del daño ambiental producido por la actividad del parque automotor en el municipio Libertador.

1.2 Preguntas claves de la investigación resultantes del problema

Para plantear y desarrollar la investigación se establecieron una serie de preguntas estratégicas que permitan responder a la formulación del problema planteado:

¿Es el municipio Libertador una fuente alta de emisiones de CO₂ por parte del parque automotor?,

¿Cuánta superficie se necesitan y qué tipo de unidad de vegetación es la más apta para apoyar un programa de impuesto ambiental?,

¿Cuál es el mecanismo económico más idóneo para el establecimiento de un sistema de impuesto ambiental, para compensar las emisiones de CO₂?,

¿Es significativo y suficiente el pago tentativo de tributos por los daños ambientales en emisiones por parte de la población, producto de la aplicación de programas de implementación de plantaciones de áreas verdes en el municipio?,

¿Es viable un modelo de pago por daños ambientales que permita apoyar a futuro un impuesto verde que sea efectivo para reducir las emisiones?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un modelo de pago de impuesto ambiental al CO₂ del parque automotor del municipio Libertador, mediante la aplicación de programas de costos de plantaciones de áreas verdes para apoyar la mitigación de GEI y de daños ambientales por emisiones de fuentes móviles.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar estimaciones de escenarios mínimos y máximos de CO₂ de las fuentes móviles del municipio Libertador.
- Plantear fijación de CO₂ de las coberturas plantación forestal y áreas verdes urbanas.
- Evaluar costos de establecimiento de plantaciones por dos métodos: por referencias al costo del CO₂ en bases al costo del carbono por autores y mediante evaluación de valores promedio de manejo y establecimiento de plantaciones en EEUU y Venezuela.
- Estimar áreas de vegetación necesarias para capturar la cantidad de emisiones de CO₂ generada por el parque automotor.
- Diseñar herramientas y técnicas que permitan establecer un costo al daño ambiental mediante el establecimiento de plantaciones.
- Plantear lineamientos técnicos que permitan apoyar el mecanismo de implementación del impuesto ambiental.

1.4. Justificación

La presente investigación busca desarrollar nuevos métodos para la implementación de cálculo de los impuestos ambientales, esto con el fin de estimar los costos ambientales de

reducción de las emisiones del parque automotor, de modo que sea un instrumento aplicable en la evaluación del comportamiento de los agentes contaminadores y de establecer su cuota de participación como fuente de emisión.

En el trabajo planteado se presenta necesario conocer los escenarios de CO₂ de las fuentes móviles, de modo que tal que los costos del impuesto ambiental que se calculen, sean basados en la realidad de las fuentes emisoras móviles del municipio Libertador.

Además de lo anterior, el impuesto pretende disminuir las emisiones y proponer medidas de mitigación para que la ciudadanía y el municipio apliquen criterios de sustentabilidad en la ciudad, que permitan disminuir los efectos del calentamiento global y de mejorar la calidad del aire urbano. Es necesario mecanismos jurídicos y económicos para la creación programas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) con el fin de estimular políticas contra el cambio climático y de apoyar medidas de disminución a los daños ambientales por emisiones.

1.5. Alcances www.bdigital.ula.ve

Este trabajo está en esencia orientado a la aplicación de una metodología para realizar el cálculo de un impuesto ambiental basado en los datos de emisiones de CO₂ del parque automotor del municipio Libertador, los datos utilizados en la investigación son en base a la revisión de diferentes autores. Se estima que esta metodología puede servir de base para obtener una nueva manera de calcular los impuestos en base a valores reales de emisiones del municipio.

Estos resultados podrían ser de gran utilidad para las instituciones del Estado responsables de la administración y gestión ambiental, tales como el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, el Instituto Nacional de Parques, Alcaldías y otras organizaciones Gubernamentales o No Gubernamentales avocadas a la mejora de la calidad ambiental del municipio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes en la estimación de Impuestos Ambientales

En España, García, I (2004) planteó “El uso de impuestos ecológicos en España desde una perspectiva multinivel”. Para ello, se recurrió al estudio de dos marcos institucionales-jurídicos, la unión europea (UE) con la Estrategia Española de Medio Ambiente Urbano y el Estado de Comunidades Autónomas de España (CC.AA). El estudio demostró que existe una gran divergencia entre países que han implementado la Reforma Fiscal Verde (RFV) y aquellos en que apenas, en el análisis se apreció una figura impositiva verde, como es el caso de España. Esta situación se refleja mediante; la observación del limitado número de impuestos ambientales establecidos, la escasa recaudación de esta figura y el reducido nivel de acciones energéticas.

Como objetivos se plantearon los argumentos que pueden justificar esta pasividad española, dejando abierta la interrogante de las consecuencias de la actuación fiscal autonómica frente a un proceso de armonización comunitaria futura. Al realizar el estudio en cuanto a los aspectos fiscales se hizo mención del caso español en relación al uso de esta figura como instrumento de política medioambiental, en este tema se apreciaron varios términos a analizar: impuesto/ tasa/ tributo/ canon ambiental y se observó que estas divergencias fiscales no están muy nítidas. Los resultados finales indicaron que de acuerdo con la normativa tributaria existente, los tributos que incluyen los impuestos, tasas y contribuciones especiales son los cánones ambientales usados en la actualidad y que no son reconocidos por la Ley General Tributaria.

Del mismo modo, Mogas y Riera (2005) desarrollaron un estudio donde analizaron “la relación de algunos de los valores económicos que se han obtenido de la captación de carbono a partir de plantaciones forestales”. Los objetivos del estudio se enfocaron en evaluar mediante los métodos de preferencias declaradas el valor marginal de la absorción de una tonelada de carbono a partir de un programa de forestación en Cataluña, y se discutieron las ventajas e inconvenientes de utilizar estos métodos. Se argumentó que mientras la forma habitual de

cálculo de valores es especialmente útil para incluir los costes en una evaluación del tipo coste-beneficio, los obtenidos por los métodos de preferencias declaradas lo son para incluir los beneficios.

La investigación utilizó el método del valor social asociado al almacenamiento de carbono mediante incremento de suelos dedicado a bosques, el mecanismo está basado en incrementar la cantidad de carbono almacenada en el sistema, pero al mismo tiempo utiliza la aproximación de costos de daños evitados con el uso de métodos de preferencias declaradas para obtener el valor social. Los resultados del estudio previeron los máximos costos que dichos habitantes estuvieron dispuestos a pagar 37 € en un determinado año por una tonelada de carbono fijado.

Igualmente, Pfaffenbichler et al. (2008) realizaron un “Análisis de las tasas sobre emisiones de CO₂ en el sector del transporte como medida de alcanzar escenarios sostenibles en Madrid, España, Viena y Leeds”. El objetivo era tener un primer acercamiento para estimar el impacto de la implementación de medidas regulatorias y fiscales sobre los combustibles, por medio de un modelo que relacione el transporte con el territorio, con el fin de determinar su efectividad bajo diferentes escenarios. Los resultados sugieren que desde un punto de vista de energía y medio ambiente, la situación de las ciudades mejora al incrementar los precios de los combustibles. Los impuestos a los combustibles contribuyen a la protección del medio ambiente y si fuesen eliminados o reducidos en un futuro, las emisiones de contaminantes aumentarían con toda seguridad. Según los resultados se puede decir que, los escenarios de regulación de precios y de mejoras tecnológicas pueden jugar un importante papel en la reducción de las externalidades. La regulación de la demanda reduce las externalidades asociadas a la cogestión. No ocurre de la misma forma con las estrategias de desarrollo tecnológico. La interiorización de los costos que origina cada modo de transporte fomenta a largo plazo estructuras espaciales y territoriales no basadas en el vehículo privado.

En Chile, Borregaard (1997) propuso en Chile, así como en otros países de América Latina, una política ambiental principalmente en instrumentos de comando y control. Estos, al

menos desde principios de la década de los 90 han sido implementados de manera dispersa, respondiendo a problemas ambientales específicos o a situaciones de emergencia, sin ser guiados por los objetivos de las políticas ambientales. Los instrumentos económicos existentes en Chile incluyen los siguientes: licitación de recorridos de buses, derechos transferibles de uso del agua, subsidios para reforestación, ingreso a las áreas silvestres protegidas, sistemas de peajes y concesiones, impuestos a la gasolina, sistemas de incentivos financieros para la inversión en tecnologías limpias.

Ya en el ámbito nacional, Machado *et al.*, (2004) presentaron la primera fase del inventario de emisiones de fuentes móviles, basado en el transporte público (específicamente la categoría de unidades de automóviles colectivos), para el municipio Maracaibo, del estado Zulia. Los gases inventariados fueron: CO, HC y NO_x. La estimación se realizó mediante el uso de los Factores de Emisión promulgados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (AP42-95) como método de evaluación rápida de las fuentes. Por medio del inventario elaborado se pudo constatar que el CO es el principal contaminante emitido a la atmósfera por parte de los vehículos automotores con 5.307,88 ton/año, lo que representa un 86,42% de las emisiones totales, seguido por el HC (6,96%) y el NO_x (6,62%).

Conforme a las experiencias plasmadas se cree necesario el establecimiento de un modelo de pago para compensación ambiental en el municipio Libertador, como un instrumento necesario para la gestión ambiental local.

2.2. Emisiones de CO₂ del parque automotor en ciudades

De acuerdo con Nadal y Sauret (2009) cuando se habla de emisiones generadas por el transporte se debe diferenciar entre aquellas que contribuyen al cambio climático y aquellas que afectan de forma directa a la salud humana, es decir, las que afectan a la calidad del aire. Las primeras están constituidas por las emisiones de CO₂. Las segundas incluyen gases y partículas diversas como los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono

(CO), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y las partículas (PM) entre otros. Ambas son importantes, pero responden a fenómenos distintos.

ONU-HABITAT (2011) afirma que los tipos más importantes de GEI producidos por el hombre son: CO₂, metano, óxido nitroso, halocarbonos y otros gases fluorados. Estos gases no tienen el mismo efecto en el cambio climático, pues a menudo se describen utilizando su valor equivalente de CO₂ lo que representa una herramienta de gran utilidad para comparar emisiones. No todos los países han contribuido de igual forma al calentamiento global. Como modo de ejemplo los países en desarrollo generaron sólo un 25% de las emisiones per cápita.

De acuerdo con Nadal y Sauret (2009) cuando se habla de las emisiones de CO₂ de los automóviles, se suelen utilizar los gramos de CO₂/km como unidad de medida. Así, por ejemplo, se dice que en la Unión Europea se ha fijado un nuevo límite de 130 g/km para las emisiones de CO₂ de los automóviles nuevos, en el horizonte al año 2015. Las emisiones de CO₂ medidas en gramos/km tienen una equivalencia directa y lineal en términos de consumo de combustible por km recorrido. Cabe destacar que el consumo de un litro de gasolina emite aproximadamente 2,34 kg de CO₂ (cada molécula de carbono de la gasolina se combina con dos moléculas de oxígeno, de ahí que el peso sea tan elevado); y el consumo de 1 litro de gasóleo genera aproximadamente 2,62 kg de CO₂, a partir de esta relación, es posible generar una tabla de equivalencias entre gramos de CO₂/km y litros de consumo de combustible/100 km. En la Tabla 2.1 se observa esta relación CO₂, gasto de gasolina y gasóleo por cada 100 km.

Tabla 2.1. Relación gr CO₂/km por litros/km tanto para gasolina y gasóleo

	Gasolina	Gasóleo
G CO₂/km	Litros/100km	Litros/100km
180	7,7	6,9
150	6,4	5,7
120	5,1	4,6
90	3,8	3,4
60	2,6	2,3

Fuente: Nadal y Sauret (2009).

2.2.1. Clasificación del parque automotor de acuerdo al CO₂

De acuerdo al estudio ENERGY del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2006), se plantean tres escenarios tentativos: mínimos, medios y máximos de emisiones del CO₂, según categoría del parque automotor, en cada escenario se presentan un control o estimación particular, a continuación se detallan los escenarios:

2.2.1.1 Escenario de emisiones mínimos

Este escenario agrupa los vehículos que presentan un control de emisiones y poseen tecnología de disminución de CO₂. En la Tabla 2.2 se detalla el factor de emisiones de las categorías vehiculares.

Tabla 2.2. Categorías de emisiones de CO₂ (escenario mínimo de emisión)

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (mínimo) (gr CO ₂ /km)
Automóvil	280
Taxis	280
Motos	219
Camiones	396
Buses	987

Fuente: IPCC (2006).

2.2.1.2 Escenario de emisiones promedios

Este escenario comprende aquellos vehículos que presentan un control de emisiones y poseen tecnología de disminución de CO₂ moderada. En la Tabla 2.3 se detalla el factor de emisiones de las categorías vehiculares con emisiones medias.

Tabla 2.3. Categorías de emisiones de CO₂ (escenario promedio de emisión) según tipo de vehículos.

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (mínimo) (gr CO ₂ /km)
Automóvil	280
Taxis	280
Motos	219
Camiones	396
Buses	237

Fuente: IPCC (2006).

2.2.1.3 Escenario de emisiones máximos

Esta categoría de factores de emisiones se refiere a vehículos que poseen poca disposición técnica de control de CO₂. En la Tabla 2.4 se detalla este panorama de emisiones.

Tabla 2.4. Categorías de emisiones de CO₂ (escenario máximo de emisión) según tipo de vehículos.

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (máximo) (gr CO ₂ /km)
Automóvil	383
Taxis	383
Motos	266
Camiones	601
Buses	1097

Fuente: IPCC (2006).

2.3. Eficiencia en el uso de la energía

Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC-PNUMA (1996) para los operadores de vehículos sería rentable alguna reducción de la intensidad energética ya que las economías de combustibles compensarían el costo adicional de vehículos de mayor rendimiento energético. Estas mejoras potenciales no se logran por diversas razones, en particular debido a su poca importancia para fabricantes y compradores de vehículos en relación con otras prioridades, como fiabilidad, seguridad y rendimiento. Además muchos usuarios de vehículos también presupuestan el funcionamiento del vehículo independientemente de su adquisición, sobre todo cuando esta última depende de conseguir un préstamo, porque para ellos el precio del vehículo no corresponde directamente a los costos de funcionamiento. Si bien las economías de combustible tal vez no justifiquen el tiempo, el esfuerzo y el riesgo que suponen para el comprador individual o empresarial del vehículo, esto se puede lograr mediante medidas que minimizan o eluden esos obstáculos. Tanto en los automóviles como en otros vehículos personales, las economías rentables para los usuarios en 2020 pueden equivaler al 10-25% del uso de la energía previsto con aumentos en los precios de los vehículos de 500 a 1500 \$. Aunque es posible obtener mayores economías a un

costo más alto, no sería rentable hacerlo según estudios de CNI, (1992); ETSU, (1994); DeCicco y Ross, (1993); Greene and Dulleep, (1993) citados por IPCC-PNUMA (1996).

2.3.1 Tecnologías para reducir las emisiones de GEI en el sector del transporte

Estudios del IPCC y PNUMA (1996) sostienen los sistemas de transporte y la tecnología evolucionan rápidamente. Si bien esa evolución ha comprendido en el pasado reducciones en la intensidad energética para la mayoría de los tipos de vehículos, en el decenio anterior a 1996 la reducción ha sido relativamente baja. En cambio, los avances técnicos recientes se han utilizado sobre todo para mejorar el rendimiento, la seguridad y los accesorios. Apenas hay pruebas de saturación de la demanda de energía del transporte, pues los ingresos marginales se siguen utilizando para un modo de vida en el que se utiliza más el transporte, en tanto que el mayor valor añadido en la producción comprende un mayor movimiento de bienes intermedios y sistemas de transporte de carga más rápidos y más flexibles. Hay opciones que abarcan mejoras en el rendimiento energético como: fuentes de energía alternativas, otros medios de transporte y gestión de parques. La rentabilidad de esas operaciones técnicas varía mucho entre los distintos usuarios y entre países, según los recursos disponibles, conocimientos técnicos, la capacidad institucional y la tecnología, así como de acuerdo con las condiciones del mercado local.

2.3.2 Política de reducción de los gases de efecto invernadero

Mogas y Riera (2005) explican que el incremento de la cantidad de bosques mediante forestación o reforestación es una alternativa para reducir o contrarrestar la cantidad de CO₂ en la atmósfera. A medida que los árboles crecen absorben carbono, pero una vez el carbono ha sido almacenado no se producen más beneficios respecto a la absorción (Van Kooten, 1995). La posibilidad de forestar o reforestar puede dar lugar a una expansión de los recursos forestales y a un incremento del nivel de carbono almacenado (Sampson, 1993). Sedjo y Solomon (1989) especularon que era posible contrarrestar de forma substancial las emisiones mundiales de CO₂ mediante la expansión de los bosques en el mundo. Diferentes países han propuesto políticas de reducción de los gases, destacando las basadas en instrumentos de

mercado como el establecimiento de un impuesto sobre la emisión de CO₂ o la creación de un mercado de permisos de emisiones de CO₂.

Dentro de las políticas internacionales de cambio climático se ha dado también un interés creciente por la posibilidad de utilizar plantaciones forestales como medio de reducir la contaminación y cumplir los acuerdos de Kyoto. Este interés se debe, en parte, a que existen suficientes áreas disponibles para utilizar esta aproximación como forma de absorber una cantidad sustancial de CO₂. Marland (1988) afirma que la plantación de árboles para almacenar carbono es un método relativamente económico de hacer frente al cambio climático. Es decir, que la atención prestada por los gestores públicos a la absorción de carbono puede explicarse en parte por las referencias hacia el coste marginal de reducir el stock en la atmósfera. En un rango de costes de entre 10 y 150 dólares por tonelada de carbono sería posible almacenar alrededor de 2000 millones de toneladas de carbono al año a nivel mundial (Richards, 2003).

2.4. Plantaciones forestales y de áreas verdes con potencialidades en fijación de carbono

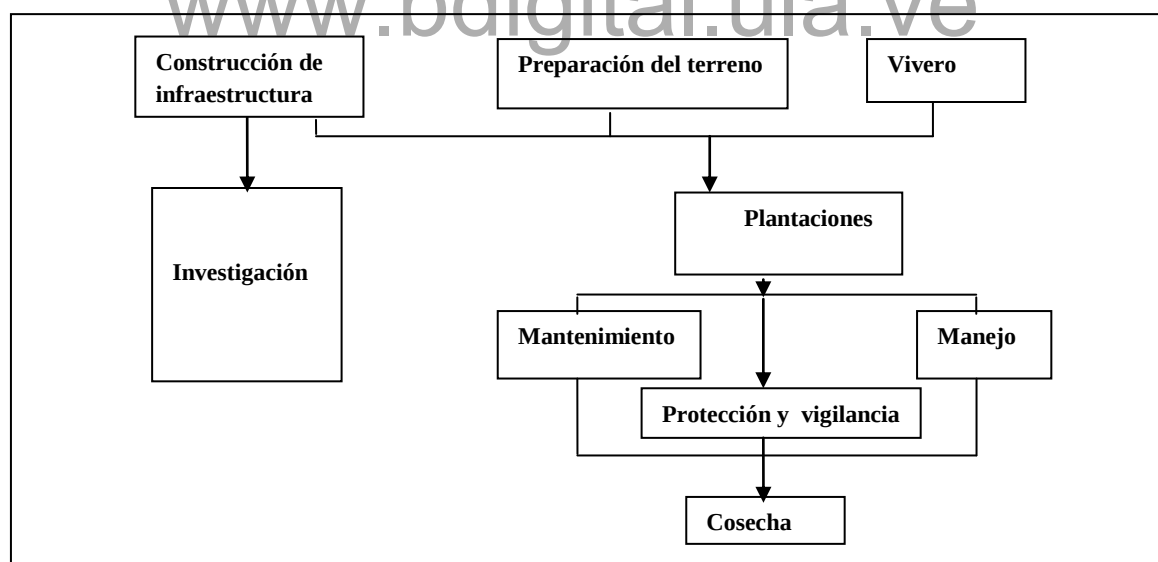
Mogas y Riera (2004) dicen que la posibilidad de utilizar el crecimiento de masas forestales como forma de almacenamiento de carbono también ha recibido una creciente atención por parte de los gestores públicos para afrontar el posible cambio climático. El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático sugiere que la absorción de carbono pueda ser utilizada por los países participantes para cumplir sus objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Convención Marco, 1997). En la parte que se conoce como *Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Forestación* (LULUCF), se presenta como una opción la captura de carbono en los suelos o en las biomásas terrestres, sobre todo en las tierras usadas para la agricultura o la forestación.

Autores como Gutiérrez y Lopera (2001) indican que las plantaciones forestales permiten una reducción de CO₂ y constituyen una interesante alternativa ya que pueden absorber grandes cantidades de este Gas de Efecto Invernadero (GEI) desde la atmósfera almacenada el carbono en los tejidos vegetales y en el suelo. Para realizar este tipo de

proyectos es necesario desarrollar metodologías que permitan por una parte medir y cuantificar a manera confiable y a bajo costo el carbono almacenado en dichas coberturas, y por la otra predecir el comportamiento del carbono en cualquier momento durante su crecimiento.

2.4.1. Plantaciones forestales, tipos y sus etapas

De acuerdo al estudio IFLA-PDVSA-INTEVEP (2000) antes de ejecutar un proyecto de plantaciones forestales debe desarrollarse un proceso de definición de objetivos, selección del sitio y de las especies a utilizar, también debe tomarse en cuenta que el objetivo inicial puede cambiar posteriormente. Las especies arbóreas seleccionadas son las que, según la literatura, tendrán el mejor crecimiento en las condiciones agroecológicas del sitio disponible. Lo ideal sería establecer unos ensayos, a pequeña escala, para determinar las especies con mejor desarrollo. La Figura 2.1 muestra los componentes o etapas de una plantación, aportando una imagen de las operaciones que son simultáneas y el orden cronológico que seguirán. Luego, se presenta una explicación más detallada de estas etapas.



Fuente: IFLA-PDVSA-INTEVEP (2000).

Figura 2.1. Etapas en el establecimiento de una plantación forestal

2.4.2. Ventajas y Desventajas de establecer una plantación forestal

Welsch (1991) y Snyder *et al.* (1998) destacan la importante función de absorción de agroquímicos cumplen las plantaciones establecidas al lado de los cauces (bosques riparios),

las cuales pueden absorber hasta un 70% del nitrógeno derivado de los cultivos aledaños. Nandi *et al.* (1991) y Jaiyeoba (1996) presentan evidencias de la disminución del pH generado por las plantaciones de eucalipto. Esto debe ser por los ácidos orgánicos producidos por la descomposición de la hojarasca. Además, existe una disminución en el contenido de calcio; esto se atribuye al rápido crecimiento de la especie, en donde se supone una alta extracción de nutrientes que no es compensada, ya que es baja la devolución mediante la materia orgánica descompuesta. Otra crítica es que el eucalipto tiene un consumo de agua muy importante y una transpiración muy alta, disminuyendo el nivel freático. Otros señalan que, por el contrario, el eucalipto consume menos agua que los cultivos agrícolas y que contribuye a la penetración del agua en el suelo. En muchos casos estas afirmaciones se generalizan de manera inadecuada, ya que *Eucaliptus sp* es un género que posee más de 400 especies y por ello debe haber una enorme variabilidad en su comportamiento fisiológico (IFLA-PDVSA, 2000). Zimmermann (1992), afirma que desde el punto de vista ambiental, a las plantaciones se les pueden atribuir los siguientes efectos: **Impactos Positivos:** mayor infiltración y menor escorrentía superficial, aumento de la recarga del agua subterránea, reducción de la erosión, mayor humedad relativa, reducción del polvo atmosférico, mayor contenido de materia orgánica en el suelo, lo cual se traduce en más capacidad de retención de agua y de intercambio de cationes, mejor estructura del suelo, mayor estabilidad de laderas y márgenes, nuevo hábitat para la vida silvestre. Los impactos negativos se traducen en mayores pérdidas de agua por transpiración, con ciertas especies, posibles cambios perjudiciales del pH, agotamiento de nutrientes, mayor peligro de incendios, monotonía de paisaje.

2.4.3 Aspectos económicos de las Plantaciones Forestales

Carrera y Valdez (2000) plantearon la valoración económica de la captura de carbono mediante el costo – beneficios de los servicios ambientales (SA). En el Parque Nacional del Desierto de Los Leones, un área protegida que constituye un pulmón verde para la ciudad de México, conformado por bosques de pino encino y oyamel, se estableció un valor monetario por la captura para la Ciudad de México, se tomó en cuenta la veda existente, los servicios y funciones ambientales que presta para la población de la ciudad, así como también el costo de oportunidad para sus poseedores, el costo de protección, el costo de reforestación, restauración

y saneamiento. En base a esto la valorización quedo estimada entre \$10 y 127,28 tnC. En cambio, Seppänen (2003) aplicó estudios de métodos de costos operativos y costos totales de plantaciones forestales de eucalipto en el trópico en Veracruz, México, esta valoración estimó que para cubrir los costos operativos de la plantación en su totalidad es necesario que el precio del carbono secuestrado sea entre US\$ 16,23 y 26 tnC como costo total para la reforestación. Según el autor antes mencionado el costo operativo para un turno de siete años es e U\$ 920/ha, mientras que el costo total, considerando el arrendamiento o alquiler de tierras a razón de U\$ 70/ha/año, es de U\$ 1660/ha (ver Tabla 2.5). Gran parte de las inversiones son requeridas en el primer año para las actividades de establecimiento de la plantación (86% de costos operativos y 64% de costos totales)

Tabla 2.5. Costos referenciales de reforestación anual y acumulativa en siete años de duración del programa.

COSTOS ANUALES (\$USD)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Habilitación del terreno y preparación del suelo	300	0	0	0	0	0	0
Plantas y plantación	80	0	0	0	0	0	0
Control de maleza hasta los 1.5 años	165	55	0	0	0	0	0
Otras actividades de mantenimiento (*)	130	15	5	5	5	5	5
Supervisión y control operativo	120	15	3	3	3	3	3
SUB-TOTAL OPERACIONES	795	85	8	8	8	8	8
Costo de la tierra en arrendamiento	70	70	70	70	70	70	70
Administración e inversiones	200	25	5	5	5	5	5
TOTAL	1065	180	83	83	83	83	83

(*) Incluye fertilizaciones, monitoreo y control fitosanitario, prevención de incendios y mantenimiento de vías de acceso, principalmente.

COSTOS ACUMULATIVOS (\$USD)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Habilitación del terreno y preparación del suelo	300	300	300	300	300	300	300
Plantas y plantación	80	80	80	80	80	80	80
Control de maleza hasta los 1.5 años	165	220	220	220	220	220	220
Otras actividades de mantenimiento (*)	130	145	150	155	160	165	170
Supervisión y control operativo	120	135	138	141	144	147	150
SUB-TOTAL OPERACIONES	795	880	888	896	904	912	920
Costo de la tierra en arrendamiento	70	140	210	280	350	420	490
Administración e inversiones	200	225	230	235	240	245	250
TOTAL	1065	1245	1328	1411	1494	1577	1660

(*) Incluye fertilizaciones, monitoreo y control fitosanitario, prevención de incendios y mantenimiento de vías de acceso, principalmente.

Fuente: Seppänen (2003).

En el caso de estas plantaciones forestales de eucalipto en el trópico en Veracruz, México, el secuestro de carbono, el costo operativo oscila entre U\$ 10 y U\$ 68 por tonelada, dependiendo

de la edad de la plantación. En el Figura 2.2 se muestra el Costo de carbono secuestrado según especie de plantación y edad.

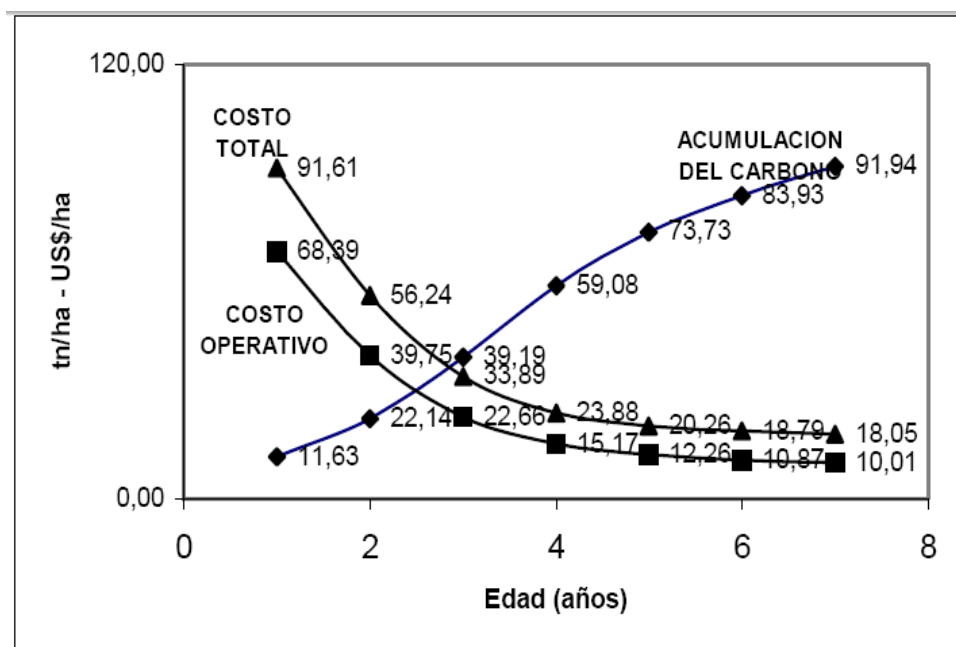


Figura.2.2. Relación de edad de la plantación y costo del carbono secuestrado
Fuente Seppänen (2003).

Finalmente con el crecimiento y costos que han dado las plantaciones forestales en Venezuela, se presentan unos escenarios de costos de absorción de CO₂. Es conveniente destacar que, estas estimaciones se hacen con una visión "pesimista" del crecimiento y del costo de plantación. Es decir, se consideró el crecimiento más bajo, el costo más alto reportado para cada caso y solamente la biomasa de fuste. Se espera que, con un adecuado programa de investigación y manejo, los costos reales sean más bajos que los aquí señalados. En la Tabla 2.6, se observan factores Socio-Económicos de las Plantaciones Forestales tanto como para el costo de plantaciones y del carbono secuestrado por las especies forestales. En el caso del estudio realizado en Mérida, Venezuela por IFLA-PDVSA-INTEVEP (2000) con plantaciones tanto de Eucalipto, Pino y Teca, realizado tres años antes que el estudio ejecutado en Veracruz, México, se observa que el costo del carbono oscila entre U\$ 5,7 y U\$ 38, según el último estudio, se verifica un aumento del costo del servicio ambiental en un período determinado.

Tabla .2.6. Costo de carbono secuestrado según especie de plantación y escala de siembra.

Modalidad =====>	Eucalipto Gran Escala	Eucalipto Mediana Escala	Pino Gran Escala	Pino Mediana Escala	Teca Pequeña Escala
Crecimiento (m3/ha/año)	20	20	7	7	15
Turno (años)	15	15	15	15	15
Volumen de Fuste (m3/ha)	300	300	105	105	225
Densidad	0.5	0.5	0.43	0.43	0.64
Biomasa (ton/ha)	150	150	45.15	45.15	144
C (ton/ha)	75	75	22.6	22.6	72
Costo de Plantación (Bs/ha)	300.000	600.000	300.000	600.000	900.000
Costo de Absorción (por ton C)	4.000 Bs (US\$ 5.7)	8.000 Bs (US\$ 11.4)	13.274 Bs (US\$ 19)	26.548 Bs (US\$ 38)	12.500 Bs (US\$ 18)

Fuente: IFLA-PDVSA-INTEVEP (2000).

2.4.4. Áreas verdes urbanas

Reyes y Gutiérrez (2010) define la arborización urbana, como el manejo de los árboles para su contribución al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la sociedad urbana. Tiene que ver con los bosques, otras agrupaciones menores de árboles y los árboles individuales presentes donde vive la gente. Esto tiene muchas facetas, porque las áreas urbanas abarcan una gran diversidad de hábitats, espacios y funciones en los cuales los árboles producen una gran variedad de beneficios pero también de problemas que es necesario evitar. No obstante, para el adecuado aprovechamiento de la arborización en ciudades es necesario partir de considerar el carácter funcional de los elementos de la estructura urbana porque en función de ello, se estará en condiciones de seleccionar la especie más adecuada de acuerdo con el sitio en el que, por su función, habrán de llevarse a cabo acciones de arborización.

En estos términos, es importante considerar que los componentes de la estructura urbana se interrelacionan de forma dinámica e interdependiente formando una unidad funcional donde el espacio, juega un papel fundamental al constituirse como la expresión física de la ciudad, además del lugar donde se interrelacionan las diferentes actividades de la población

(Schjetnan, 1984 citado por Lynch, 1984:12-35). En la Figura 2.3 se observan áreas verdes en una ciudad altamente urbanizada (caso de ciudad de México).



Fuente: Schjetnan, 2004

Figura 2.3. Áreas Verdes Urbanas sembradas en zonas altamente urbanizadas.

Autores como Krishnamurthy y Nascimento (1998) afirman que el establecimiento de áreas verdes urbanas requiere de una amplia planeación con la meta de lograr beneficios ambientales y sociales para los habitantes de zonas urbanas, a diferencia de la arboricultura y la forestería urbana las cuales son esencialmente disciplinas orientadas técnicamente. Como consecuencia, el establecimiento de las áreas verdes urbanas implica actividades y planificación se realiza como primer paso, para evaluar y analizar el establecimiento de estas áreas verdes con el fin de que apoyen programas y beneficios para una ciudad, por lo que resulta indispensable realizar y plantear los siguientes aspectos:

- Identificar los “*beneficios de las áreas verdes urbanas*” buscados por cualquier programa de investigación o desarrollo bajo las condiciones biofísicas y socioeconómicas establecidas.

- La segunda etapa, corresponderá a una adecuada *planeación de los espacios verdes* tales como el uso efectivo de zonificaciones y códigos municipales, formulación de proyectos, monitoreos y evaluaciones, y la conducción de medidas sociales.
- La tercera fase, debe considerar con cuidado los *aspectos tecnológicos de las áreas verdes urbanas* como la selección de plantas perennes, sumado a la eficiencia de costos, viveros y calidad de plantas, mantenimiento y protección de plantas, riego y drenaje, inventarios técnicos de especies.
- El siguiente paso para un exitoso programa del reverdecimiento urbano enfatizará la *participación pública*, así como el papel de las organizaciones de vecinos y de voluntarios individuales, la participación de las ONG's en proyectos de reverdecimiento urbano y su ejecución destinada a tópicos específicos tales como las necesidades de los pobres de las ciudades, aspectos de género y las dimensiones culturales y espirituales tema más importante y determinante en la ejecución de cualquier proyecto.
- Por último los *aspectos financieros y económicos de las áreas verdes urbanas*; serán gerenciados por fuentes de financiamiento gubernamental, y no gubernamental, estos dos aspectos deben ser considerados en cuenta para realizar un proyecto exitoso. Finalmente, el proceso íntegro de reverdecimiento urbano tiene que ser conducido dentro de un *marco legal, institucional y operacional* (IDB, 1997, citado por Krishnamurthy y Nascimento, 1998).

2.4.5. Aspectos económicos y sociales de establecimiento de plantaciones de áreas verdes urbanas en una ciudad

Nowak (1997) plantea que la presencia de árboles y bosques urbanos puede hacer del ambiente urbano un lugar más placentero para vivir, trabajar y utilizar el tiempo libre. Los estudios de preferencias y conducta de los habitantes urbanos confirman la fuerte contribución

que los árboles y los bosques hacen a la calidad de vida urbana. Los bosques urbanos facilitan el uso del tiempo en exteriores (al aire libre) y dan oportunidades de recreación; la contribución total de los árboles, parques urbanos y áreas recreativas, al valor total de experiencias de recreación proporcionadas en los Estados Unidos, podría exceder \$ 2 billones .

El valor de ventas de las propiedades refleja el beneficio que los compradores asignan a los atributos de las mismas, incluyendo la vegetación en o cerca de la propiedad. Una encuesta sobre venta de casas unifamiliares en Atlanta, Georgia, indicó que el arreglo de casas con árboles está asociado con un aumento de 3,5 a 4,5% del valor de venta (Anderson y Cordell, 1988). Los constructores han estimado que los hogares con lotes arbolados se venden un promedio de 7% más caro, que aquellas casas equivalentes sin arbolado. El incremento del valor de las propiedades generado por los árboles, también produce ganancias económicas para la comunidad local a través de impuestos prediales. Un incremento estimado (conservadoramente) del 5% en el valor de una propiedad residencial debido a los árboles, se convierte en \$ 25 por año en una boleta predial de \$ 500 y es equivalente a \$1.5 millones por año, basado en 62 millones de hogares unifamiliares en los Estados Unidos (Dwyer *et al.*, 1992). Sin embargo, desde la perspectiva del dueño del hogar, el aumento de pago de impuestos debido a los árboles es un costo adicional. Los parques y corredores verdes han estado asociados con el incremento en el valor de las propiedades residenciales que están cercanas. Algunos de estos valores incrementados han sido substanciales y parece que los parques con "carácter de espacio abierto" agregan el más alto valor a las propiedades cercanas.

Nowak (1997) plantea que este tipo de espacios verdes le da un fuerte sentido comunitario y de poder legal de los residentes del interior de la ciudad, para mejorar las condiciones del vecindario y promover la responsabilidad y ética ambiental, puede ser atribuido a su participación en los esfuerzos de forestería urbana. La participación activa en los programas de plantación de árboles, ha demostrado que enriquece el sentido comunitario de identidad social, autoestima y territorialidad; ello enseña a los residentes que pueden trabajar juntos para escoger y controlar la condición de su ambiente. Los programas comunitarios de plantación de árboles pueden ayudar a aliviar algunas de las dificultades de

vivir dentro de la ciudad, especialmente para los grupos de bajos ingresos (Dwyer *et al.*, 1992).

De acuerdo con afirmaciones de Nowak (1997) los programas exitosos de plantación de árboles deben hacer provisiones para la plantación y cuidados subsecuentes de los árboles. Los planes varían en complejidad y comprensibilidad, y pueden ser para arreglar un solo sitio, una comunidad entera o grupos de comunidades. Cada plan debe considerar el ambiente local físico y social y desarrollar estrategias dentro del plan para optimizar las necesidades del sitio, con los beneficios específicos deseados de los árboles. Los planes para programas comunitarios extensos de plantación de árboles tienen un amplio enfoque y deberían incluir: Propósito del programa de plantación de árboles, Visión futura del programa (cómo se verá el último programa y qué beneficios serán recibidos), Metas del programa, Priorización de las áreas a ser plantadas y calendario de mantenimiento, Responsabilidades de la plantación y mantenimiento de los Árboles fuentes potenciales de financiamiento, Participación comunitaria.

www.bdigital.ula.ve

2.4.6. Costo Económico del carbono en áreas urbanas

Escobedo *et al.* (2006) realizaron una evaluación económica del carbono mediante métodos de incentivos privados y públicos en programas de forestación urbana, estudiando aspectos socioeconómicos y de manejo de la forestación urbana en Santiago (Chile), esto basado en los niveles críticos de la calidad del aire de la ciudad, el cual posee altos niveles de CO₂ y material particulado. El arbolado urbano de la ciudad capturó alrededor de 34.000 toneladas de carbono al año, lo que equivale a US\$695.000 anuales (2008). Con esto, el costo del carbono del área metropolitana de Santiago se estimó en 20,44 dólares por tonelada de carbono promedio. Carrera y Valdez (2000) plantearon la valoración económica de la captura de carbono mediante el costo – beneficios de los servicios ambientales (SA), el parque nacional del Desierto de los Leones, un área protegida que constituye un pulmón verde para la ciudad de México, conformado por bosques de pino encino y oyamel. Se estableció un valor monetario por la captura para la Ciudad de México, se tomó en cuenta la veda existente, los

servicios y funciones ambientales que presta para la población de la ciudad, así como también el costo de oportunidad para sus poseedores, el costo de protección, el costo de reforestación, restauración y saneamiento. En base a esto la valorización quedó estimada entre \$10 y 127.28/tnC.

2.5. Costos de carbono y CO₂ como apoyo en programas de impuestos ambientales

De acuerdo con Mogas y Riera (2005) los primeros estudios del coste del carbono captado por nuevas plantaciones sólo tenían en cuenta el costo de la plantación de la madera disponible. Los estudios más recientes son cada vez más sofisticados, especialmente en la incorporación del coste del suelo Stavins, (1999); Platinga *et al.*, (1999) del carbono almacenado en los productos derivados de la madera Stavins, (1999); Sohngen y Mendelsohn, (2001) y la posibilidad de que se produzca un aumento del carbono liberado a la atmósfera debido a que la conversión de terrenos agrícolas en bosques para almacenar carbono de lugar a una presión para convertir bosques no protegidos en terrenos agrícolas (Alig., 1997). Debido a la variedad de costos del carbono, se han establecido una variedad de métodos para estimar su valor entre los cuales se tienen los siguientes: Métodos basados en preferencias declaradas, métodos basados en mercados reales, métodos basados en mercados simulados en la valoración de atributos ambientales.

2.5.1. Métodos basados en preferencias declaradas

Mogas y Riera (2005) describen una característica de estos métodos; no consideran las preferencias de la población en general ante cambios en la cantidad de CO₂, sino que se basan en los costes económicos que la sociedad tendría que soportar si se llevaran a cabo determinadas acciones destinadas a reducir o a fijar las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Sin embargo, y por diversas razones, la población puede estar o no dispuesta a pagar el coste por conseguir una determinada reducción en las emisiones de CO₂. El beneficio puede ser parecido al coste, pero también puede que sea muy inferior o superior. Así, al valorar externalidades se está valorando la percepción que las personas tienen de los impactos. Los métodos que se pueden utilizar en la valoración de bienes públicos son muy variados.

Habitualmente se diferencia entre métodos basados en mercados reales (métodos de preferencias reveladas) y los métodos basados en mercados hipotéticos (métodos de preferencias declaradas).

2.5.2. Métodos basados en mercados reales

Mogas y Riera (2005) afirman que los métodos basados en mercados reales estiman el valor del bien a partir de la observación de otros mercados ya existentes. Los más utilizados han sido el método del coste del viaje y el de precios hedónicos. El método del coste del viaje, se aplica principalmente a la valoración social de bienes públicos locales, de interés ambiental o recreativo, por ejemplo, y se basa en los costes en que incurren los individuos para llegar a ellos. El método de los precios hedónicos se utiliza cuando el bien ambiental puede considerarse una característica de un bien privado. Así se observan las diferencias en los precios de los bienes privados ante cambios en la calidad del bien ambiental y a partir de aquí se infiere el precio implícito de la característica ambiental. Estos métodos presentan ventajas e inconvenientes (Azqueta, 1994).

2.5.3 Métodos basados en mercados simulados

Mogas y Riera (2005) indican que los métodos basados en mercados simulados se caracterizan por el uso de cuestionarios a través de los cuales se identifican las preferencias de las personas entrevistadas hacia los bienes que carecen de mercados. Estos métodos, a diferencia de los métodos analizados anteriormente, además del valor de uso también recogen los valores de no uso o valores de uso pasivo, y se pueden aplicar para valorar cambios que todavía no han sucedido. El método basado en mercados hipotéticos más usado para la valoración de bienes y servicios medioambientales ha sido el de la valoración contingente. En su utilización más habitual, se simula un cambio en la provisión de un bien (por ejemplo, un aumento de la superficie de bosques) y el programa o política para conseguir el cambio descrito.

2.6. Impuestos ecológicos

Según García, I (2004) analizan el criterio utilizado para definir un tributo como ecológico, la cual es la segunda causa de la imprecisión del impuesto ecológico. Esto quiere decir que puede recurrirse a una concepción abierta que califique como ambiental toda aquella figura impositiva con repercusiones positivas para el medio ambiente. Por tanto se calificaría, según el autor mencionado, un impuesto como ecológico cuando genere un incentivo que modifique el comportamiento de los contribuyentes y repercuta en el objetivo medioambiental establecido. En este sentido su hecho imponible está constituido por una actividad que directa o indirectamente deteriore el medio ambiente. A diferencia de esta figura, las tasas ambientales tienen por objeto financiar el coste de un determinado servicio público ambiental. Es decir, si bien en el caso de este instrumento el destino de la recaudación es determinante para su calificación como tal no sucede lo mismo con los impuestos.

La afectación de sus ingresos en este caso no es condición necesaria de su carácter ambiental. Aún así, podemos considerar que el hecho de pagar por un servicio público ambiental es una vía para concienciar a los agentes económicos de su coste y en este sentido “altera” las decisiones económicas de los individuos de forma favorable al ambiente. La armonización de los impuestos sobre combustibles fósiles ha sido la máxima expresión de la fiscalidad ambiental a nivel europeo. Esta cuestión ha sido objeto de debate durante un extenso período de tiempo. En 1992, la Comisión expuso establecer un impuesto de ámbito nacional de tipo mixto consistente en gravar la energía en función de su contenido de carbono y de sus emisiones de dióxido de carbono.

CAPÍTULO III.

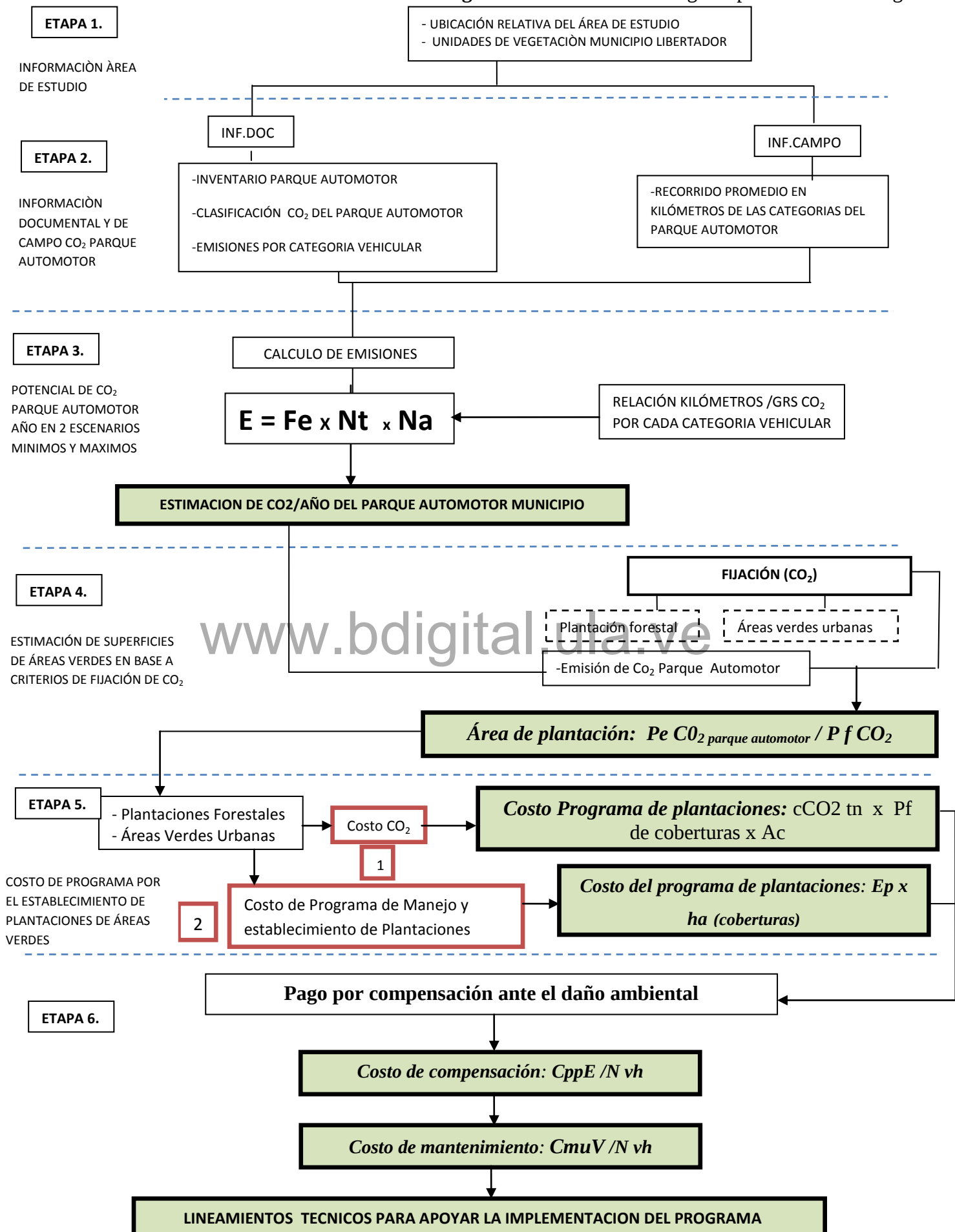
MARCO METODOLÓGICO

Para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación, que implica el diseño y aplicación de un modelo metodológico, que permita estimar el costo del daño ambiental producido por las emisiones de CO₂ del parque automotor, se planteo el marco metodológico expuesto a continuación.

3.1. Modelo metodológico

En la primera etapa se realizaron estimaciones de CO₂ de base a escenarios de emisiones mínimas y máximas, con esto se obtuvieron las estimaciones totales por año del parque automotor, después en la segunda etapa se establecieron las capacidades de fijación de las áreas verdes del área de estudio los cuales permitieron fijar hipotéticamente las emisiones del parque automotor (CO₂), con estos valores se obtendrán las superficies necesarias tanto en áreas verdes urbanas y plantaciones forestales, capaces de almacenar estos gases de efecto invernadero al año. Posteriormente al obtener las áreas se estableció el costo de plantación tanto para área verde urbana como plantación forestal con el fin de estimar el valor económico de este programa, lo cual refleja el costo del daño ambiental, esto permitió apoyar el establecimiento de un impuesto verde que permita compensar este daño, por último se formularon lineamientos técnicos que permitirán implementar este programa y de proyectar apoyo técnico a un futuro impuesto ambiental. En la Figura 3.1 se muestra el modelo metodológico empleado.

Figura 3.1. Modelo metodológico aplicado a la investigación



3.1.1 Información del área de estudio

- **Ubicación geográfica del área de estudio**

El municipio Libertador del estado Mérida (Figura 3.2), queda ubicado dentro de Los Andes Venezolanos dentro de la porción territorial de la cuenca del río Chama, entre los 8° 31' 25" y los 8° 37' 42" de latitud norte y los 71° 13' 23" y 71° 02' 38.22 de longitud oeste, siguiendo su emplazamiento físico una orientación NO-SE. (ULA- PAMALBA, 2008).



Figura 3.2. Ubicación relativa del municipio Libertador.

- **Unidades ecológicas y de vegetación presentes en el municipio Libertador más idóneas para apoyar al estudio**

Las unidades ecológicas presentes en el área de trabajo (municipio Libertador) fueron clasificadas según estudio de clasificación de Ataroff y Sarmiento (2003) y del Documento Diagnóstico situacional proyecto ULA-PAMALBA (2008). Las unidades ecológicas identificadas fueron: selva nublada montana baja, selva semicaducifolia montana y bosque siempreverde seco montano; a su vez las unidades de vegetación observadas fueron: plantaciones forestales, bambuzales, cultivos, y matorrales y áreas de vegetación de parques y plazas que se consideraran como áreas verdes urbanas por el estudio. En la Tabla 3.1 se detallan las unidades ecológicas y de vegetación estudiadas.

Tabla 3.1. Unidades ecológicas y de vegetación presentes en el municipio Libertador

Unidades Ecológicas
Selva semicaducifolia M.
Bosque siempreverde
Unidades de Vegetación
Plantación Forestal
*Áreas verdes urbanas

Fuentes: Ataroff y Sarmiento (2003) y Documento ULA-PAMALBA (2008).

A fines de la investigación se tomarán en cuenta como referencias 4 coberturas de vegetación las cuales están presentes mayoritariamente en el municipio Libertador.

3.1.2. Inventario del parque automotor presente en el municipio Libertador

Se evaluó el parque automotor de Mérida de acuerdo a la cantidad de unidades que posee el municipio Libertador y las categorías del mismo en cuanto a las emisiones de CO₂, la clasificación del parque automotor corresponde a las unidades que se encuentra disponibles en la ciudad de acuerdo a la realidad del municipio, este inventario se detalla en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Categorías y número de vehículos en el municipio Libertador, estado Mérida.

Categoría Vehicular	Número de Unidades
Automóvil particular	32.128
Taxis	1300
Motos	1813
Camiones	900
Buses	980
Total	37.121

Fuente: Samat (2009), Pamalba (2008), INE (2009).

3.2. Clasificación de emisiones de CO₂ del parque automotor

Las emisiones del CO₂ dependerán primero del tipo de vehículo y en segundo término de la cantidad de emisiones, según IPCC (2006) de las diferentes categorías. Se tomaron dos escenarios de emisiones mínimas, y máximas con el fin de obtener las diferencias y tendencias de cada uno de los escenarios.

- **Escenario de emisiones mínimos**

Se planteó en base a los datos de factor de emisión mínimo de CO₂ (grCO₂/km) inventariado según estudio del IPCC (2006), el cual ofrece un panorama de mínima polución del gas de efecto invernadero, tratándose de vehículos que presentan un control de emisiones y poseen tecnología de filtros o catalizadores de disminución de CO₂. Se detalla el factor de emisiones de las categorías vehiculares en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Categorías de emisiones de CO₂ (escenario mínimo de emisión).

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (mínimo) (gr CO₂/km)
Automóvil	280
Taxis	280
Motos	219
Camiones	396
Buses	987

Fuente: IPCC (2006).

- **Escenario de emisiones máximos**

Esta categoría de factores de emisiones se planteó en base a vehículos con mínimos controles de emisiones del gas de efecto invernadero, por lo que poseen poca disposición técnica de control de emisiones. En la Tabla 3.4 se detallan este panorama de emisiones.

Tabla 3.4. Categorías de emisiones de CO₂ (escenario máximo de emisión).

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (máximo) (gr CO₂/km)
Automóvil	383
Taxis	383
Motos	266
Camiones	601
Buses	1097

Fuente: IPCC (2006).

3.3. Potencial de CO₂ parque automotor en los dos escenarios

La cantidad de emisiones del parque automotor gr/CO₂ día se logra al obtener el número total de vehículos, el factor de emisiones y el nivel de actividad del vehículo en kilómetros, por lo tanto se aplicó la ecuación Field, *et al.* (1998), en los 2 escenarios se aplicara la ecuación, pero la diferencia entre estos será el factor de emisión.

$$E = Fe \times Nt \times Na \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

E: Emisiones CO₂/gr/día; Fe: Factor de emisión (gr.CO₂/km); Nt: Número total de vehículos; Na: Nivel de actividad (recorrido en km).

La actividad promedio en kilómetros se obtuvo mediante un recorrido de campo de las rutas aproximadas que realiza cada unidad automotor dentro del municipio, con el fin de establecer un promedio diario de su recorrido, estos recorridos están sujetos a las constataciones de congestión vehicular lo que hace que los recorridos sean un poco mayores del recorrido directo promedio. En las Tablas 3.5 y 3.6 se detallan los datos necesarios para desarrollar la ecuación del cálculo de las emisiones.

Tabla 3.5. Datos para calcular el potencial de CO₂ del parque automotor (municipio Libertador, escenario mínimo de emisión).

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (gr CO₂/km)	Actividad promedio (km)	Número de Unidades
Automóvil	280	7	32.128
Taxis	280	21	1.300
Motos	219	10	1.813
Camiones	396	5	300
Buses	980	50	980
Total			37.121

Fuente: Field, *et al.* (1998). IPCC (2006), SAMAT (2009) y ULA -Pamalba (2008).

Tabla 3.6. Datos para calcular el potencial de CO₂ del parque automotor (municipio Libertador, escenario máximo de emisión).

Categoría Vehicular	Factor de Emisión (gr CO₂/km)	Actividad promedio(km)	Número de Unidades
Automóvil	383	7	32.128
Taxis	383	21	1.300
Motos	266	10	1.813
Camiones	601	5	300
Buses	1.097	50	960
Total			37.121

Fuente: Field, *et al* (1998).IPCC (2006), Samat (2009) y Pamalba (2008).

3.4. Estimación de áreas verdes en base a los criterios de fijación de CO₂

Al obtener la emisión de CO₂ del parque automotor, se procedió con la selección de las unidades de vegetación, que cumplan con las funciones de ofrecer altas tasas de fijación de CO₂, lo que permitirá obtener las áreas de captura de las emisiones, las cuales servirán como sumidero del carbono emitido por el parque automotor. Para calcular las áreas necesarias para soportar el CO₂ emitido se establecerá el parámetro de potencial de captura de esta cobertura.

- **Áreas de coberturas según potencial de fijación de CO₂**

El carbono fijado de una unidad de vegetación (Tabla 3.7) es el indicador a tomar en cuenta para la escogencia de la unidad de vegetación con mayores capacidades de fijación, esto depende en medida de cada especie de plantación, al tener estos parámetros de carbono tn/ha se llevaron posteriormente a valores de fijación en CO₂ tn/ha mediante la conversión (3,67 tonelada de CO₂ por carbono) (autor) con esto tendríamos las capacidades de estas dos coberturas para almacenar este GEI.

Tabla 3.7. Unidades de vegetación y su potencial de fijación de carbono arbóreo

Unidad de vegetación	Biomasa tn/ha	Carbono ton/ha/año
*Plantación forestal	342,57	154,16
Áreas verdes urbanas	130,95	58,93

*Pinus radiata presente en el Parque Metropolitano Albarregas

Fuente: González. (2011)

Al obtener las tasas de fijación de CO₂ de las coberturas seleccionadas se procederá a establecer una fórmula que permita calcular las hectáreas necesarias para almacenar este GEI emitido, la ecuación adaptada a la investigación fue la siguiente:

$$\text{Área de plantación: } Pe \text{ CO}_2 \text{ parque automotor} / P f \text{ CO}_2 \text{ coberturas} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Dónde: $Pe \text{ CO}_2 \text{ parque automotor}$: Potencial de CO₂ total a fijar en base a emisión del parque automotor; $P f \text{ CO}_2 \text{ coberturas}$: Fijación de CO₂ de la unidad de vegetación. Esta ecuación se aplicará tanto para plantaciones forestales y áreas verdes urbanas y el dato

Arrojado serán las áreas verdes necesarias en hectáreas (albergar las emisiones producidas por los vehículos del municipio).

3.5. Costo de programa de plantaciones

Costo del CO₂ (tn/ha) de plantaciones forestales y áreas verdes urbanas

Para ello se tomaron como referencia dos metodologías con el objetivo de evaluar cuál de las dos arrojan resultados de costos más adaptado a la ciudad de Mérida, en el primer caso se evaluó el costo de CO₂ en dos escenarios (mínimos y máximos) (Tabla 3.8) planteado según estudios de costos de carbono (se realizó la conversión de este monto a CO₂, al dividir entre 3,67 el costo de carbono para cada unidad en los escenarios respectivos, obteniendo así el valor de las emisiones de CO₂, el objetivo sería obtener el costo en hectáreas por almacenar cierta cantidad de este GEI.

Tabla 3.8. Aplicación de costos de carbono arbóreo en unidades de vegetación PMA.

Estudios económicos de estimación de carbono tn/ha		Primer escenario	Segundo escenario	Tercer escenario
Unidad de vegetación	Autor del método	Valor mínimo C (\$)	Valor promedio C (\$)	Valor máximo C (\$)
Plantación Forestal	Seppänen 2003)	16,23	21,11	26
Áreas verdes urbana	Valdez (2000)	10	68,9	127,28

Fuente: Datos de autores y modificado por González (2011).

Al obtener los costos y la tasa de fijación del CO₂ tn/ha y al estimar la cantidad de áreas necesarias para cada cobertura, obtenemos las hectáreas necesarias las cuales permitirán almacenar todo el GEI emitido por el parque automotor del municipio, se aplicará el siguiente cálculo para estimar estos parámetros:

$$\text{Costo del programa de plantaciones: } c\text{CO}_2 \text{ tn} \times \text{Pf de coberturas} \times \text{Ac (Ec. 3.3)}$$

Donde: c CO₂ tn: costo del CO₂ en toneladas; Pf: potencial de fijación de coberturas; Ac: área de coberturas en hectáreas.

En el segundo método se evaluaron los costos de establecer y manejar plantaciones: tanto para forestales (IFLA, PDVSA, INTEVEP, 2000) y áreas verdes urbanas (Nowak, 1997). Los valores para ambos casos quedaron de la siguiente forma.

Plantaciones forestales: El costo se establece en 1.296 dólares/ha esto incluye costos de carbono, establecimiento de plantación y manejo de la plantación durante sus fases de crecimiento.

Áreas verdes urbanas: El costo se establece en los servicios ambientales y cuidado de condiciones de las áreas incluyendo el cuidado del ornamento urbano de parques y plazas. Con esto se plantea el cálculo del costo en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Costo del programa de plantaciones: } Ep \times ha \text{ (coberturas)} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde: *EP*: Establecimiento de plantaciones/hectárea; *ha*: hectáreas necesarias para cada unidad de vegetación.

Para fines de la investigación se consideraron sólo los costos mínimos y máximos del CO₂ como referencia para así estimar dos escenarios de montos de establecimiento de plantaciones.

3.6. Pago por compensación ante el daño ambiental

Al obtener el costo total del programa de plantación de las coberturas en ambos escenarios se procedió a establecer un costo estimado hipotético en que cada contribuyente (ciudadano con vehículos) deberá compensar por el daño ambiental causado por la emisión de sus vehículos. Se establecerá este cálculo como un método de establecer un pago en que todos los ciudadanos compensen de una forma equitativa. El cálculo queda de la siguiente forma:

$$\text{Costo compensación: } CppE / N_{vh} \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Donde: *CppE* : costo del programa de plantación en ambos escenarios en dólares (\$); *N_{vh}*: Número de vehículos presentes en el municipio.

3.7. Pago por mantenimiento de las unidades de vegetación

Una vez que son plantadas las hectáreas necesarias de plantaciones forestales y áreas verdes urbanas, se procedió a establecer el costo estimado de mantener estas hectáreas una vez plantadas (mano de obra, control de maleza, supervisión y otras actividades de referentes a mantenimiento), para cada ciudadano con vehículo, este costo, es de siete por ciento (7%) del costo total del establecimiento de plantaciones, porcentaje utilizado en los proyectos referentes a establecimientos de plantaciones. El cálculo queda de la siguiente forma:

$$\text{Costo de mantenimiento: } CmuV/N \text{ } vh \quad (\text{Ec. 3.6})$$

Donde: *CmuV*: costo de mantenimiento en porcentaje (%) por unidad de vegetación en ambos escenarios en dólares (\$); *Nvh*: Número de vehículos presentes en el municipio.

3.8. Lineamientos técnicos para apoyar la implementación del programa

Para la aplicación del programa de impuesto ambiental se establecen conjuntos de aspectos, que pueden ser considerados como guía para lograr la implementación del programa.

CAPÍTULO IV.

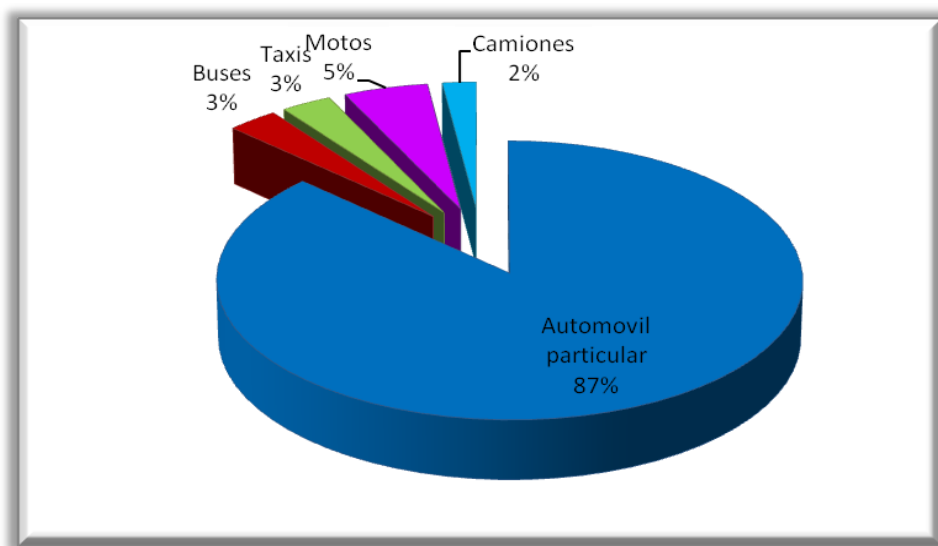
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Área de estudio

El área de estudio se corresponde con un municipio muy urbanizado y dinámico, con constante crecimiento poblacional, lo que significa que la ciudad está constantemente presionada por la contaminación ambiental de los factores antrópicos, pero a su vez la ciudad urbe posee características ecológicas únicas que permiten mitigar y mantener cierta sostenibilidad. El municipio Libertador es una zona con alta densidad de áreas verdes constituidas en bosques, selvas y áreas verdes urbanas ya sean en plazas y parques, todos estos factores permiten la aplicabilidad de metodologías de control de emisiones ya que el soporte ecológico de amortiguamiento es relativamente alto.

4.2. Inventario del parque automotor

En cuanto a la participación de las categorías en porcentajes se observa que el automóvil particular representa el 87% del total de unidades móviles en el municipio, el 13% restante lo ocupan las demás categorías vehiculares. Esto demuestra el papel de importancia del vehículo particular dentro del municipio y que lleva a deducir que es el que más influye en cuanto a densidad vehicular. Se observa también el gran crecimiento de las unidades motorizadas ya que prácticamente existe la misma cantidad de motos que buses y camiones juntos, además existen casi el doble de motos con respecto a las unidades de taxi, este dato permite observar el cambio de tendencia del parque automotor en los últimos años en la ciudad y en el municipio Libertador. En la Figura 4.1 se observa el porcentaje que representan estas categorías.



Fuente: Propia elaborada por datos del SAMAT (2010), Pamalba (2008).

Figura 4.1. Porcentaje de participación de las fuentes móviles en municipio.

4.3. Emisiones del parque automotor del municipio Libertador

A fines de establecer parámetros de emisiones mínimas y máximas que apoyen el estudio, se ejecutaron las siguientes estimaciones.

4.3.1 Emisiones mínimas:

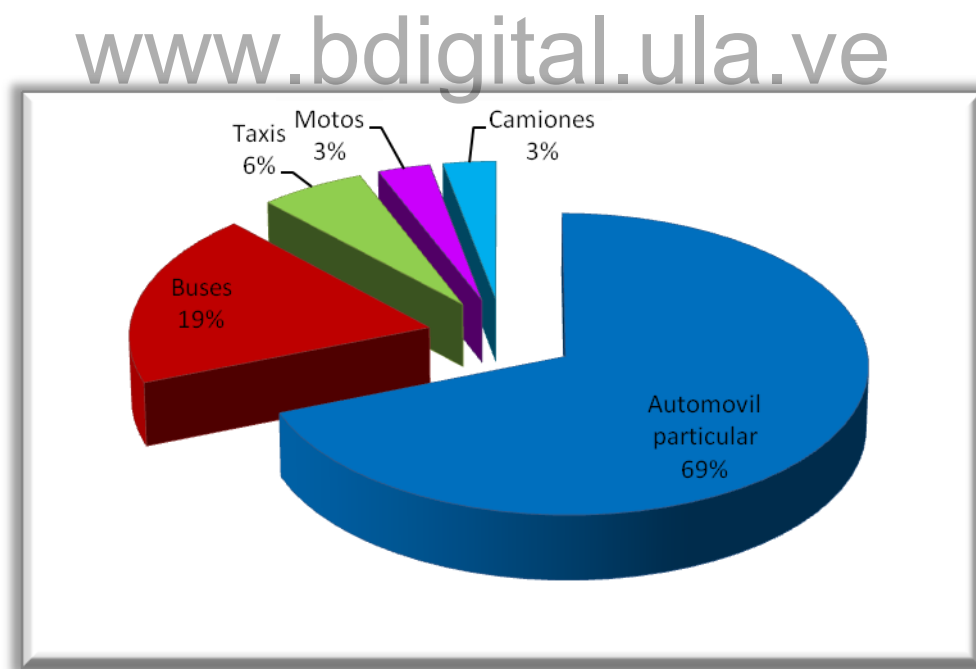
Se observa que los automóviles particulares son responsables del 69% de las emisiones móviles en el municipio Libertador. El parque de autobuses urbanos posee una cuota de participación del 19%, pero a su vez se presenta como las fuentes móviles que más emiten CO_2 , ya que su factor de emisión es de $987 \text{ gr CO}_2/\text{km}$. Los taxis representan el tercer potencial de emisión de las fuentes móviles vehiculares con un 6%, estos aunque poseen un factor de emisión similar a los vehículos particulares ($280 \text{ gr CO}_2/\text{km}$), su actividad (km) se presenta en casi el doble al de los particulares, lo cual influye en los valores obtenidos. Los camiones y unidades de motos presentan similar su cuota de participación de las fuentes móviles de emisión del CO_2 con un 3% respectivo, cabe señalar que las unidades de motos duplican a los camiones en el municipio, pero el factor de emisión de camiones es casi el doble a estas unidades, por lo que el factor preponderante de la misma responsabilidad en la cuota de emisión,

se refiere al nivel de actividad. En la Tabla 4.1 se observan las emisiones obtenidas y en la Figura 4.2 se detalla los porcentajes de emisiones de cada categoría vehicular.

Tabla 4.1. Escenario de Emisiones mínimas de CO₂ del parque automotor del municipio Libertador.

Categoría Vehicular	Unidades	Factor de Emisión (gr CO ₂ /km)	Actividad promedio (km)	Emisiones tn/ CO ₂ /día	Emisiones tn/ CO ₂ /mes	Emisiones tn/ CO ₂ /año
Automóvil particular	32.128	280	40	359,83	10.795,01	131.339,26
Taxis	1.300	280	85	30,94	928,20	11.293,10
Motos	1.813	219	40	15,88	476,46	5.796,89
Camiones	900	396	40	14,26	427,68	5.203,44
Buses	980	987	100	96,73	2.901,78	35.304,99
Total	37.121			517,64	15.529,12	188.937,68

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura.4.2 Porcentajes de emisiones mínimas de CO₂ del parque automotor.

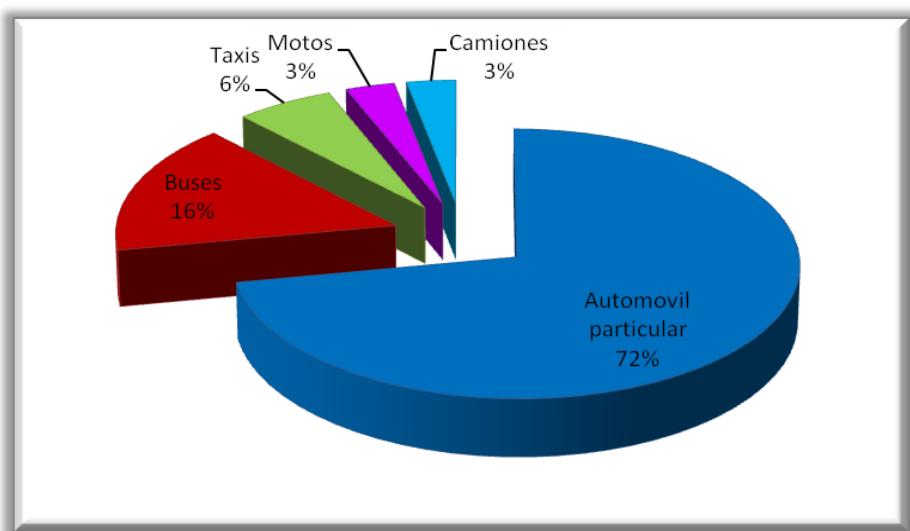
4.3.2 Emisiones máximas:

Se observa que los automóviles particulares son responsables del 72% de las emisiones móviles en el municipio Libertador (emisiones máximas) El parque de autobuses urbanos posee una cuota de participación del 16%, pero a su vez se presentan como las fuentes móviles que más emiten CO₂, ya que su fuente de emisión es de 987 gr CO₂/km. Los taxis representan el tercer potencial de emisión de las fuentes móviles vehiculares con un 6%, estos aunque poseen un factor de emisión similar a los vehículos particulares (280 gr CO₂/km), su actividad (km) se presenta en casi el doble al de los particulares, lo cual influye en los valores obtenidos. Los camiones y unidades de motos presentan similar su cuota de participación de las fuentes móviles de emisión del CO₂ con un 3% respectivo, aunque los camiones emiten más que las unidades de motos, la tendencia creciente de estas fuentes móviles (motos) llevan alcanzar la misma cuota de responsabilidad en cuanto a las emisiones. En la Tabla 4.2 se observan las emisiones obtenidas y en la Figura 4.3 se detalla los porcentajes de emisiones de cada categoría vehicular.

Tabla 4.2. Emisiones máximas del parque automotor del municipio Libertador.

Categoría Vehicular	Unidades	Factor de Emisión (gr CO₂/km)	Actividad promedio (km)	Emisiones tn/ CO₂/día	Emisiones tn/ CO₂/mes	Emisiones tn/ CO₂/año
Automóvil particular	32.128	383	40	492,20	14.766,03	179.653,35
Taxis	1.300	383	85	42,32	1.269,65	15.447,35
Motos	1.813	266	40	19,29	578,71	7.040,97
Camiones	900	601	40	21,64	649,08	7.897,14
Buses	980	1097	100	107,51	3.225,18	39.239,69
Total	37.121			682,95	20.488,64	249.278,49

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.3. Porcentajes de emisiones máximas de CO₂ del parque automotor.

4.4. Áreas de coberturas necesarias para almacenar el CO₂

Al analizar los criterios establecidos para obtener esta estimación se observó que el potencial de fijación de cada especie determina el área necesaria para captar el CO₂ que emite el parque automotor. El área de plantaciones de las dos unidades de vegetación presentan ventajas y desventajas para su aplicación, observando en primer término los valores de CO₂ de fijación de las plantaciones forestales presentan prácticamente el doble de capacidad para fijar los GEI (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Tasa de fijación promedio de CO₂ tn/ha de coberturas plantación forestal y áreas verdes urbanas

Unidad de vegetación	CO ₂ ton/ha/año
*Plantación forestal	566
*Áreas verdes urbanas	216

Fuente: Elaboración propia

*Los valores de carbono se multiplican por 3,67.

En cuanto al áreas de coberturas necesarias para almacenar el GEI, se observa que en el caso de plantaciones forestales (Tabla 4.4) se necesitan 334 ha en plantaciones para albergar el CO₂ de emisiones mínimas/año, si comparan con las áreas necesarias de plantaciones de áreas verdes urbanas para el mismo escenario, se tiene que estas necesitan casi 3 veces más de áreas (874 ha), la tendencia es igual para el otro escenario en ambas coberturas, también cabe destacar que la superficie necesaria de plantaciones de áreas verdes urbanas (Tabla 4.5) en el escenario emisiones mínimas/año (874 ha) es prácticamente el doble que las áreas del escenario máximo de emisiones de plantaciones forestales (440 ha).

Tabla 4.4. Áreas necesarias para establecer plantaciones forestales en ambos escenarios

Plantaciones Forestales	Tasa de fijación CO₂ ha/año	Emisiones de CO₂ ton/año	Hectáreas necesarias
Escenario mínimo	565,76	188.937,68	334
Escenario máximo	565,76	249.278,49	440

Fuente: Elaboración propia

Tabla.4.5. Áreas necesarias para establecer áreas verdes urbanas en ambos escenarios

Áreas verdes urbanas	Tasa de fijación CO₂ ha/año	Emisiones de CO₂ ton/año	Hectáreas necesarias
Escenario mínimo	216,27	188.937,68	874
Escenario máximo	216,27	249.278,49	1.153

Fuente: Elaboración propia

4.5. Costo de establecimiento de plantaciones en base al Costo de CO₂.

En el caso metodológico en base al costo del CO₂ se observa que el valor de este GEI (plantaciones forestales) en ambos escenarios son relativamente cercanos, en cambio el costo mínimo y máximo del CO₂ de áreas verdes urbanas se presentan con valores bastante extremos (Tabla 4.6) siendo el costo máximo bastante considerable. El valor mínimo del costo de CO₂ de plantaciones forestales es casi el doble de áreas verdes urbanas, en cambio el costo máximo de áreas verdes urbanas es casi cinco veces más al costo máximo del CO₂

de plantaciones forestales con lo que la tendencia es bastante diferenciada en este escenario entre estas coberturas.

Tabla 4.6. Escenario de valores del CO₂ en plantaciones forestales y áreas verdes urbanas.

Estudios económicos de estimación de carbono tn/ha			*Costo CO ₂ Escenario mínimo	*Costo CO ₂ Escenario máximo
Unidades de vegetación	Autor del método	Método de evaluación	valor mínimo C(\$)	valor máximo C(\$)
Plantación forestal	Seppänen (2003)	Costos operativos	4,42	7,08
Áreas verdes urbanas	Valdez (2000)	Costo – beneficios	2,72	34,68

Fuente: Elaboración propia

*Basados en valores de carbono por autores y llevado a CO₂ (el carbono se divide por 3,67 para obtener el valor del CO₂).

4.5.1 Costo de plantaciones forestales:

En el caso de las plantaciones forestales se observa que en el escenario mínimo el costo por establecer la plantación es prácticamente la mitad al establecer el costo de plantación de escenario máximo con lo que se explica una diferencia estimable entre los montos económicos (Tablas 4.7 y 4.8).

Tabla 4.7. Costo de establecimiento de plantaciones forestales con escenario mínimo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo (Absorción de CO ₂ tn) \$	Potencial de fijación CO ₂ tn/ha/año	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación/ha	Costo Total (\$) de plantación de unidad de vegetación ha
Mínimo	334	4,42	566	2.501	835.334

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.8. Costo de establecimiento de plantaciones forestales con escenario máximo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo (Absorción de CO ₂ tn) \$	Potencial de fijación CO ₂ tn/ha/año	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación/ha	Costo Total (\$) de plantación de unidad de vegetación ha
Máximo	440	7,08	566	4.007	1.763.080

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Costos de áreas verdes urbanas:

En el caso de los montos de establecimiento de plantaciones para áreas verdes urbanas (Tablas 4.9 y 4.10) se detalla una diferencia bastante marcada entre los escenarios, casi dieciséis veces más de costos por escenario, por lo que se observa que la alta diferenciación de costos se debe suponer a que las áreas verdes urbanas poseen montos muy diferenciados y dispares del CO₂ ton/ha.

Tabla 4.9. Costo de establecimiento de áreas verdes urbanas con escenario mínimo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo (Absorción de CO ₂ tn) \$	Potencial de fijación CO ₂ tn/ha/año	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación/ha	Costo Total (\$) de plantación de unidad de vegetación ha
Mínimo	874	2,72	216	588	513.912

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.10. Costo de establecimiento de áreas verdes urbanas con escenario máximo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo (Absorción de CO ₂ tn) \$	Potencial de fijación CO ₂ tn/ha/año	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación/ha	Costo Total (\$) de plantación de unidad de vegetación ha
Máximo	1.153	34,68	216	7.491	8.637.123

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la metodología de costos por CO₂, se observa que los costos de plantaciones en los escenarios mínimos y máximos permitieron establecer los parámetros del valor de las plantaciones y el rango en donde fluctúan estos costos para así soportar el programa de impuestos. Se observa que en el escenario mínimo de emisiones el costo entre estas dos coberturas se presenta de la siguiente manera, las plantaciones forestales presentan un monto de 835.334 \$ y las áreas verdes urbanas 513.912 \$, es decir que las plantaciones forestales no llegan a duplicar el costo con respecto a la otra cobertura. En cambio en el escenario máximo de emisiones el costo de estas coberturas se presenta bastante significativo, las áreas verdes urbanas con 8.637.123\$ representan casi cinco veces más el costo con respecto a las plantaciones forestales (1.763.080 \$).

En el caso de la segunda metodología basada en costos de plantaciones según estudios de Nowak 1997 (áreas verdes urbanas) y IFLA, PDVSA, INTEVEP, (2000) (Plantaciones forestales) se observa en el caso de plantaciones forestales que los valores mínimos y máximos son relativamente cercanos en costos y no consiste en mucha diferencia en cuanto a las tendencias mínimas y máximas del los escenarios de emisiones (ver Tablas 4.11 y 4.12).

Tabla 4.11. Costo de establecimiento y manejo de plantaciones forestales con escenario mínimo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo de plantación de unidad de vegetación/ha (\$)	Costo de plantación unidad de vegetación total/ha (\$)
Mínimo	334	*1296	432.864

Fuente: Elaboración propia basado en datos de IFLA, PDVSA, INTEVEP, 2000.

Tabla 4.12. Costo de establecimiento y manejo de plantaciones forestales con escenario máximo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo de plantación de unidad de vegetación/ha (\$)	Costo de plantación/ unidad de vegetación total/ha (\$)
Máximo	440	*1.296	570.240

Fuente: Elaboración propia basado en datos de IFLA, PDVSA, INTEVEP, 2000.

En el caso de áreas verdes urbanas se observa una diferencia de costos entre ambos escenarios (Tablas 4.13 y 4.14) que oscila entre un 25% más de diferencia, justamente esto coincide entre los escenarios de emisiones los cuales se diferencian por este margen. Los costos de establecer estas plantaciones presentan costos bien elevados justamente en base a criterio como: mantenimiento e importancia de estas áreas, aspectos fitosanitarios y ornamento en donde son establecidas y sobre todo a lo presionado que se encuentran estas coberturas, las cuales pertenecen a ecosistemas urbanos en municipio de marcada tendencia antrópica.

Tabla 4.13. Costo de establecimiento y manejo de áreas verdes urbanas con escenario mínimo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo de plantación de unidad de vegetación/ha (\$)	Costo de plantación/ unidad de vegetación total/ha (\$)
Mínimo	874	4.800	4.195.200

Fuente: Nowak 1997

Tabla 4.14. Costo de establecimiento y manejo de áreas verdes urbanas con escenario máximo de emisiones.

Escenario	Hectáreas	Costo de plantación de unidad de vegetación/ha (\$)	Costo de plantación/ unidad de vegetación total/ha (\$)
Máximo	1.153	4.800	5.534.400

Fuente: Nowak 1997

4.6. Pago por compensación ante el daño ambiental

Para el pago del impuesto por daño ambiental en base al modelo uno (en base al costo de CO₂) se tiene que las plantaciones forestales (Tabla 4.15) representa un valor monetario realmente poco significativo en cuanto al aporte tributario por parte de la ciudadanía, por lo que realmente su impacto económico sería mínimo para el contribuyente y aportaría como comienzo de una iniciativa de compensar al ambiente por los daños emitidos. Prácticamente el costo máximo por emisión duplica al costo mínimo por lo que el monto entre ambos escenarios parece equilibrado y equitativo.

Tabla 4.15. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento de plantaciones forestales por costo de CO₂.

Escenario	Costo (\$) de plantación unidad de vegetación total ha	Nº de vehículos del parque automotor	Costo (\$)/año de compensación por vehículo
Mínimo	835.334	37.121	22,50
Máximo	1.763.080	37.121	47,49

Fuente: Elaboración propia

En el caso del costo por daño ambiental para establecer plantaciones de áreas verdes urbanas (Tabla 4.16) se observa que existe diferencias sustanciales entre el costo de escenarios, justamente este método premia la emisión baja y sanciona tributariamente de

forma más considerable el costo máximo, esta diferencia es de dieciséis veces más con respecto al costo mínimo y justamente analizando los escenarios de emisiones estos valores no coinciden con esas tendencias ya que no es tan considerable la diferencia de emisiones entre ambos escenarios.

Tabla 4.16. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento de plantaciones de áreas verdes urbanas por costo de CO₂

Escenario	Costo (\$) de plantación unidad de vegetación total ha	Nº de vehículos del parque automotor	Costo (\$)/año de compensación por vehículo
Mínimo	513.912	37.121	13,84
Máximo	8.637.123	37.121	232,67

Fuente: Elaboración propia

En el modelo dos (costos de establecimiento y manejo de plantaciones) en base a autores y estudios en EEUU y Venezuela (Tablas 4.17. y 4.18) se observa que en las plantaciones forestales los valores mínimos y máximos son muy cercanos y no establece un balance tributario adecuado a los escenarios de emisiones reales según las tendencias del municipio. En el caso de las áreas verdes urbanas los montos son más elevados que en la plantación anterior, pero al igual que estos no existe mucha diferencia de precios entre los escenarios de emisiones.

Tabla 4.17. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento y manejo de plantaciones forestales. (IFLA, PDVSA, INTEVEP, 2000).

Escenario	Costo (\$) de plantación unidad de vegetación total ha	Nº de vehículos del parque automotor	Costo (\$)/año de compensación por vehículo
Mínimo	432.864	37.121	11,66
Máximo	570.240	37.121	15,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.18. Costo de compensación/año por el daño ambiental por vehículo mediante el establecimiento y manejo de plantaciones de áreas verdes urbana. Nowak (2007)

Escenario	Costo (\$) de plantación unidad de vegetación total ha	Nº de vehículos del parque automotor	Costo (\$)/año de compensación por vehículo
Mínimo	4.195.200	37.121	113
Máximo	5.534.400	37.121	149

Fuente: Elaboración propia

Al analizar estas dos metodologías de estimación de costos por compensación ante el daño ambiental se observan escenarios diversos y se establecen los siguientes análisis a tomar en cuenta: el costo de compensación del ciudadano en base a plantaciones forestales indica que obteniéndolo por costos del CO₂ duplican el tributo que el obtenido mediante el manejo y establecimiento de plantaciones forestales. En respecto a los pagos de tributos mediante la otra cobertura áreas verdes urbanas, se tiene que en la metodología por costos de CO₂ los montos entre los escenarios son muy distantes y no reflejan la tendencia porcentual de los escenarios. En cuanto al establecimiento de costos de establecimiento y manejo de plantaciones se observa que sus montos mínimos (113 dólares) y máximos (149 dólares) reflejan más lógicamente la tendencia de emisiones. Por lo que la investigación sugiere establecer tributos mínimos y máximos basados en costos de plantaciones y conservación de áreas verdes urbanas manejados con criterios de Nowak, (1997) los cuales al considerarlos como base para obtener el costo del impuesto valorizan los costos de compensación con mayor equidad en base al daño emitido por el parque automotor, ciertamente el daño ambiental es considerable y por lo tanto la compensación debe soportar y mitigar en parte este impacto ambiental, además de que el municipio Libertador de la ciudad de Mérida presenta gran cantidad de áreas verdes y sus espacios urbanos y suburbanos están bastante compenetrados con estos tipos de espacios verdes.

4.7. Pago por mantenimiento de las unidades de vegetación

El costo de mantenimiento de las hectáreas estimadas necesaria para absorber el CO₂, una vez plantadas, se observa que los valores de costos tanto en mínimos y máximos son

relativamente cercanos, en cambio las áreas verdes urbanas si representan costo bastantes diferencias entre los 2 escenarios. (Tablas 4.19 y 4.20)

Tabla 4.19. Costo de mantenimiento/año para las plantaciones forestales para el método Costo de CO₂.

Escenario	Hectáreas	Porcentaje (%) de mantenimiento	Costo (\$) total por unidad de vegetación	Costo (\$) mantenimiento total por unidad de vegetación
Mínimo	334	7	835.334	58.473
Máximo	440	7	1.763.080	123.416

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.20. Costo de mantenimiento/año para áreas verdes urbanas para el método Costo de CO₂.

Escenario	Hectáreas	Porcentaje (%) de mantenimiento.	Costo (\$) total por unidad de vegetación	Costo (\$) mantenimiento total por unidad de vegetación
Mínimo	874	7	513.912	35.974
Máximo	1153	7	8.637.123	604.599

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.21. Costo de mantenimiento/año para las plantaciones forestales para el método de EEUU y Venezuela.

Escenario	Hectáreas	Porcentaje (%) de mantenimiento	Costo (\$) total por unidad de vegetación	Costo (\$) mantenimiento total por unidad de vegetación
Mínimo	334	7	432.864	30.300
Máximo	440	7	570.240	39.917

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.22. Costo de mantenimiento/año para áreas verdes urbanas para el método de EEUU y Venezuela.

Escenario	Hectáreas	Porcentaje (%) de mantenimiento.	Costo (\$) total por unidad de vegetación	Costo (\$) mantenimiento total por unidad de vegetación
Mínimo	874	7	4.195.200	293.200
Máximo	1153	7	5.534.400	387.400

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la metodología basada en costos de plantaciones según estudios de Nowak (1997) e IFLA, PDVSA, INTEVEP (2000) se observa en el caso de plantaciones forestales y áreas verde urbanas, que los valores mínimos y máximos son relativamente cercanos en costos y no consiste en mucha diferencia en cuanto a las tendencias mínimas y máximas del los escenarios de emisiones (ver Tablas 4.21 y 4.22).

4.8. Pago de mantenimiento por ciudadano con vehículo según la unidad de vegetación

Para el pago del costo de mantenimiento de la hectáreas necesarias para mitigar las emisiones de CO₂ para las unidades de vegetación, (plantación forestal y áreas verde urbana), se observa que en todos los escenarios los costos disminuyen significativamente una vez establecidas las plantaciones, siendo los que presentan los valores más bajos y equitativos, los resultados del costo de mantenimiento/año para plantaciones forestales para el método Costo de CO₂ y costo de mantenimiento/año para áreas verdes urbanas para el método de EEUU y Venezuela. (ver Tablas 4.23 y 4.26).

Tabla 4.23. Costo de mantenimiento/año por vehículo para plantaciones forestales para el método Costo de CO₂.

Escenario	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación total (ha)	Número de vehículos del parque automotor	Costo (\$) /año de compensación por vehículo
Mínimo	835.334	37.121	1.58
Máximo	1.763.080	37.121	3.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.24. Costo de mantenimiento/año por vehículo para áreas verdes urbanas para el método Costo de CO₂.

Escenario	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación total (ha)	Número de vehículos del parque automotor	Costo (\$) /año de compensación por vehículo
Mínimo	513.912	37.121	0.97
Máximo	8.637.123	37.121	16.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.25. Costo de mantenimiento/año por vehículo para plantaciones forestales para el método de EEUU y Venezuela.

Escenario	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación total	Número de vehículos del parque automotor	Costo (\$) /año de compensación por vehículo
Mínimo	432.864	37.121	0.82
Máximo	570.240	37.121	1.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.26. Costo de mantenimiento/año por vehículo para áreas verdes urbanas para el método de EEUU y Venezuela.

Escenario	Costo (\$) de plantación de unidad de vegetación total	Número de vehículos del parque automotor	Costo (\$) /año de compensación por vehículo
Mínimo	4.195.200	37.121	7.91
Máximo	5.534.400	37.121	10.44

4.9 Lineamientos técnicos para el apoyo de un programa de impuesto ambiental

4.9.1 Es necesario considerar para la aplicación del programa de impuesto ambiental, aplicar y realizar los siguientes aspectos:

- 4.9.2 Voluntad política del municipio:** La alcaldía o el órgano competente deben establecer las normas jurídicas e institucionales para la aplicación del programa, apoyado en estudios de factibilidad económica del impuesto a establecer.
- 4.9.3 Establecimiento de mecanismos de consulta ciudadana:** La aplicación de un sistema de valorización contingente permitiría establecer la disposición a pagar (DAP) los cuales son los parámetros de los costos a los cuales estarían dispuestos los ciudadanos asumir mediante el daño que estos producen a la calidad del aire del municipio.
- 4.9.4 Mecanismos municipales de control de emisiones:** Con el apoyo del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente se debe contratar personal técnico capacitado que evalúe y efectúe la revisión, control y seguimiento de las emisiones de los vehículos, con el fin de chequear los parámetros de tributos que ofertan los ciudadanos con respecto al nivel de emisiones que estos producen con sus fuentes móviles.
- 4.9.5 Ordenamiento y distribución territorial del municipio en cuanto a disposición de terrenos:** El municipio debe asegurar los espacios suficientes para establecer las plantaciones, con el fin de permitir desarrollar en el tiempo y de forma sustentable el apoyo del programa, sin comprometer el desarrollo urbano o industrial del municipio.
- 4.9.6 Oficina de planificación y administración del programa de impuesto ambiental:** Se debe gerenciar los tributos efectuados por los ciudadanos de forma conjunta con el personal entrenado y capacitado del municipio, con el fin de administrar los montos recaudados del impuesto, mediante la fiscalización y monitoreo de los vehículos que forman parte de las fuentes móviles contaminantes.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en la investigación se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Compensación por el método costo CO₂

- El costo de compensación ambiental en escenarios mínimos y máximos (22,50 y 47,49 dólares) de establecimiento de plantaciones forestales mediante el costo del CO₂ ofrece un rango de montos diferenciados entre sí, este modelo premia la baja emisiones y sanciona con el doble del monto las emisiones máximas.
- El costo de compensación ambiental en escenarios mínimos y máximos (13,84 y 232,67 dólares) de establecimiento de áreas verdes urbanas por costo de CO₂ ofrece rangos de pago del contribuyente bastante diferenciados entre sí, justamente este modelo permite compensar bastante cuando la emisión en alta y de compensar menos cuando las emisiones son mínimas. Al evaluar el modelo vemos que no está en concordancia con los escenarios de emisiones del parque automotor.

Compensación por el método de costo promedio de manejo plantaciones por autores (PDVSA, Nowak)

- El costo de compensación ambiental en escenarios mínimos y máximos de establecimiento de plantaciones forestales de montos promedio de plantaciones (11,66 y 15,36 dólares), ofrece también un rango de montos bastante más cercanos entre sí (aunque con menores montos que el método anterior), lo que significa que no otorga mucha diferenciación por daños a mínima y gran escala en cuanto a emisiones, al igual que el método por costo de CO₂, este pago está más relacionado a la diferencia de 25% entre los escenarios de emisiones lo que lo hace equitativo en cuanto a pagos.

- El costo de compensación ambiental en escenarios mínimos y máximos de establecimiento de áreas verdes urbanas (113 y 149 dólares) ofrece rangos de pago del contribuyente bastante altos con respecto al método anterior, pero a su vez el costo entre los escenarios es diferenciado aproximadamente en un 25% como está establecido en los escenarios de emisiones, justamente este modelo permite compensar bastante en ambos escenarios sin mucha diferenciación y ofrece una mayor compensación ante los grandes daños ambientales en el municipio.
- Las emisiones de fuentes móviles en el municipio Libertador se presentaron como una variable altamente significativa, justamente estas estimaciones demuestran el impacto al daño ambiental producido por el parque automotor del municipio, este indicador debe ser considerado como un factor a tratar por medio de aplicaciones de medidas de control ambiental, ya sea en vehículos, motos, taxis y transporte en general.
- Tanto las áreas verdes urbanas como las plantaciones forestales, presentan características físiconaturales adecuadas en cuanto al potencial de fijación del carbono emitido por el parque automotor, por lo que son unidades de vegetación que pueden apoyar la mitigación de las emisiones de CO₂ y de apoyar programas de impuestos ambientales a la ciudad y al municipio Libertador.

Esta iniciativa permite soportar estudios para el establecimiento de un impuesto ecológico al CO₂ del municipio, y es el punto de partida para apoyar la concientización ciudadana del daño ambiental producido por actividades antrópicas.

5.2 RECOMENDACIONES

Es necesario considerar para la aplicación del programa los siguientes aspectos y recomendaciones:

- El control de las emisiones debe estar planteado dentro de las políticas del municipio mediante aplicación de normas jurídicas e institucionales, que permitan

- establecer parámetros de disminución y mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidos por las fuentes móviles.
- **Reforma tributaria**, es necesario que el estado impulse reformas en impuestos verdes que permitan obtener recursos económicos, mecanismos de control de pagos por daños ambientales y de establecer monitoreo constante de estos recursos, con el fin de apoyar programas de plantación de áreas verdes urbanas y de conservación de las existentes, este mecanismo tributario permitiría bajar las emisiones/año del parque automotor y con esto mitigar los daños ambientales.
- **Gestión ambiental**, la gestión ambiental debe ser indispensable para la toma de decisiones en cuanto a la aplicación y desarrollo del programa, la gestión ambiental debe estar enfocada y apoyada en los siguientes aspectos:
 - Gestión de conservación de los recursos naturales del municipio, debe estar apoyada por legislación ambiental y jurídica constituida y establecida, lo cual permitiría y apoyaría la formación ciudadana en cuanto a personal calificado y preparado en formación forestal. La gestión de conservación debe estar apoyada por los siguientes lineamientos: Preservación de áreas naturales, crecimiento urbano planificado, y protección de los recursos naturales presentes en el municipio.
 - Gestión y control de usos del suelo, el municipio debe establecer los usos específicos, con el fin de definir en estas áreas las plantaciones de unidades de vegetación que van a soportar el programa, los usos planteados con estos fines no deben presentar conflictos con usos urbanos, recreacionales, institucionales o industriales.
 - Gestión de la calidad ambiental del municipio, la tasa de generación de las emisiones de CO₂ de las fuentes móviles debe ser monitoreada constantemente en ciertas áreas de la ciudad y se debe establecer información en organismos e instituciones que permitan informar al contribuyente en cuanto a las medidas de control, cuando las estimaciones presenten tendencia al crecimiento, se aplicará

seguimiento del aire mediante tecnología de medición de carbono, para cumplir los escenarios planteados en el presente estudio.

- **Ubicación de Plantaciones,** realizar estudios de microlocalización de las superficies a plantar, con el fin de conocer el lugar dentro del municipio Libertador donde se pueden establecer las plantaciones necesarias para contrarrestar el daño causado por las emisiones de CO₂ del parque automotor del municipio, así como realizar estudios detallados para la selección de especies fijadoras de carbono, que se adapten a la condiciones locales y que a su vez estas tengan altas tasas de fijación de carbono, al obtener estos datos se debe formular el proyecto para que se conozca y se adapte a la metodología realizada, en función a esto se hace un nuevo recalcu del impuesto.

Se debe tomar en cuenta los datos del costo de mantenimiento de las plantaciones en el caso que no se decida iniciar una plantación, sino que la decisión sea solo el mantenimiento de plantaciones o áreas verdes urbanas.

- **Planificación urbana ambiental,** la planificación urbana ambiental del municipio debe impulsar el establecimiento de poligonales destinadas a áreas verdes e incluirlas en proyectos de ampliación del municipio o de establecimiento de nuevas áreas ya sean urbanas, industriales, o de servicios o de espacios públicos, estas poligonales deben incluir una gestión ambiental adecuada y estar apoyadas por el ordenamiento territorial respectivo.
- **Pago de Impuestos,** el pago de impuesto ambiental tanto para áreas verdes urbanas y plantaciones forestales deben ser parte de un programa de consulta al ciudadano mediante el establecimiento de encuestas, con el fin de obtener la capacidad y disposición de pago del ciudadano del municipio, y sobre este costo económico evaluar los valores obtenidos en el estudio, con el fin de aplicar tributos adaptados a la realidad del país y de la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alig, R. (1997). Assessing effects of Mitigation Strategies for global climate change with and intertemporal model of the U.S. Forest and Agricultural sectors. Environmental and resources economics.
- Anderson, L., y Cordell, H. (1988). Influence of trees on Residential property values in Athens, Georgia (U.S.A.): A survey based on actual sales prices.
- Angulo, C. y Valdez, M. (2000). Valoración Económica de la captura de CO₂ en el Parque Nacional Desierto de los Leones. Protección de las funciones ambientales de los bosques. Uso de Instrumentos económicos para la Inversión Ambiental. Distrito Federal, México, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente: PROFEPA.
- Arias, E. (1997). El proyecto de investigación. Caracas, Venezuela.
- Ataroff, M., y Sarmiento, L. (2003). Diversidad en Los Andes de Venezuela. Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. Consulta el 18 – 11 – 2010 de la página web: www.ciencias.ula.ve/icae/publicaciones/.../articulos_por_tema.php.
- Azqueta, D. (1994). Valoración económica de la calidad ambiental, McCraw Hill. Madrid España.
- Borregaard, N. (1997). Oportunidades y obstáculos para su implementación en Chile: Instrumentos económicos en la política ambiental. Ambiente y Desarrollo. Chile.
- CONAMA, (1998). Metodología para el Estudio de los Efectos Económicos y Sociales de Planes y Normas Ambientales. Documento de trabajo N° 12. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- CONAMA, (2009). Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de Fuentes fijas y móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes. Chile.
- Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. (1997). Protocolo de Kyoto. Unep /IUC. Geneva.
- Dudek, D., A. Leblanc. (1990). Offsetting new CO₂ Emissions a rational first. Contemporany policy Issue.
- Dwyer, J., E. McPherson, W. Schroeder y R. Rowntree. (1992). Assessing the benefits and costs of the urban forest. Journal of Arboriculture. Chicago. Estados Unidos.
- Escobedo, F., Nowak, D., De la Maza, C. y Hernández, J. (2006). The socioeconomics and management of Santiago de Chile public urban forest. Revista Interciencia. Consulta el 08 – 07 – 2011 de la página web: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/339/33933105.pdf>

- FAO, (2001). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Deforestación, cambio de uso de la tierra y REDD. Departamento de la FAO. Roma.
- Field. B., y D. Azqueta. (1998). Economía y Medio Ambiente. McGraw - Hill. Interamericana de España S.A. España.
- Franquis. F., y A. Infante. (2003). Los Bosques y su Importancia para el Suministro de Servicios Ambientales. Revista Forestal Latinoamericana. Instituto IFLA. Mérida.
- Fundación RACC. (2009).Automóvil y Medio Ambiente. Informe síntesis. Barcelona. Consulta el 11 – 09 – 2010 de la página web: www.fundacionracc.es.
- García, I. (2004). El uso de impuestos ecológicos en España desde una perspectiva multinivel. España
- García, M. (2007). La fiscalidad medioambiental en el marco comunitario: referencia especial a España. Universidad de León. Facultad de ciencias económicas y empresariales. Departamento de economía. España.
- González, A. (2011). Estimación de secuestro de carbono arbóreo y su valorización económica mediante uso de sensores remotos en el Parque Metropolitano Albarregas Mérida, estado Mérida. Tesis de Magister Scientiae no publicado. Centro Interamericano de Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.
- Gutiérrez, V. y Lopera, G. (2001). Valoración Económica de la fijación de carbono en plantaciones tropicales de Pinus patula. Universidad Nacional de Colombia. – Sede Medellin.
- Herrera, P., y L. Vincent. (1991).Derecho tributario ambiental. La introducción del entorno Ambiental en el ordenamiento tributario. Marcial pons. Ediciones Jurídica y Sociales. Madrid. España.
- ICCT, (2010). The International Council on Clean Transportation. Folleto del The International Council on Clean Transportation sobre la eficiencia técnica vehicular.
- IFLA, PDVSA, INTEVEP S.A. (2000). Plan para incrementar la cobertura forestal en Venezuela. Proyecto 1527-0000. Bases conceptuales y técnicas para la creación de plantaciones Forestales y áreas a ser reforestadas. Venezuela.
- INE. 2009. Censo del año (2001). Republica Bolivariana de Venezuela. Instituto Nacional de Estadísticas. Venezuela.
- IPCC – PNUMA. (1996). Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el Cambio Climático. Documento técnico I del IPCC. EEUU.

- IPCC. (1996). Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el Cambio Climático. EEUU.
- IPCC. (2001). Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Energía. EEUU.
- IPCC. (2006). Para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2, Energía. EEUU.
- Jaimes, F. (1986). Informe de pasantía sobre evaluación de rendimiento en plantaciones a campo abierto y método caparo en la reserva forestal de caparo. Universidad de los Andes. Facultad de ciencias Forestales. Mérida. Venezuela.
- Jaiyeoba, L. (1996). Areaalioration of soil factibily by woody parennnials in cropping eields: Evaluation of three species in the semi-arid zone of Nigeria. journal of arid environments.
- Jerez, M. y L. Vincet. (1991). Muestreo continuo de rendimiento en plantaciones en línea. Método Caparo en la reserva Forestal de Caparo. (Barinas). Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales ULA - Venezuela.
- Krishnamurthy, L. y R. Nascimento. (1998). Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad autónoma Chapingo. México.
- Labandeira, X, y J, Labeaga. (2002). Estimation and control of Spanish Energy-Related CO₂ Emissions. and input-out put approach. Energy policy.
- Lynch, K. (1984). La imagen de la ciudad. Editorial Gustavo Gili. Colección punto y línea. Primera edición.
- Machado, A., N, Garcia, J. Huertas, C. Garcia, N. Ferrer, R. León, y M. Machado, (2004). Primera fase del inventario de emisiones de fuentes móviles, basado en transporte público, para el municipio Maracaibo del estado Zulia.
- Marland, G. (1988). The prospect of solling the CO₂. Problem Though global reforestation Washington. Departament de Energy. Estados Unidos.
- M.A.R.N. (2005). Ministerio del Ambiente. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas
- Mogas, J. y P. Riera. (2005). El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación. Consulta el 17 – 04 – 2011 de la página web: www.ucm.es/.../Copia%20de%20Riera_Valor%20fijacion%20carbon.
- Moulton, R. y K, Richards. (1990). Crost of sequestration carbon through tree planting and forest management. in the United States U.S. Departament of Agriculture forest service. general technical report Washington. Estados Unidos.

- Nadal, M. y P, Sauret. (2009). Automóvil y medio ambiente. Cuando lo verde sale a cuenta: la hora del consumidor y de la tecnología. Consulta el 05 – 02 – 2011 de la página web: <http://saladeprensa.racc.es/wp-content/uploads/2009/07/resumen-ejecutivo-automovil-y-medio-ambiente.pdf>
- Nandi, B., M. Santosh y P. Maiti. (1991). Modificación of some soil properties by Eucalyptus species. Indian. Forester. New Delhi.
- Nordhaus, W. (1991). The cost of slowing climate change. A survey. Energy journal.
- Nowak, D. (1997). Los beneficios y costos de enverdecimiento urbano. Áreas verdes urbanas en latinoamerica y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. México.
- ONU – HABITAT. (2011). Informe Mundial sobre asentamientos humanos 2011. Las ciudades y el cambio climático: Orientaciones para Políticas. Consulta el 08 - 09 – 2011 de la página web: <http://www.onuhabitat.org//index.php?option=c>
- Palella, S. y F. Martins. (2006). Metodología de la investigación cuantitativa. Segunda edición. Caracas. Venezuela.
- Pfaffenbichler, P., G. Garcia, S. Shepherd, y H. Sanchez. (2008). Análisis de las tasas sobre emisiones de CO₂ en el sector del transporte como medida de alcanzar escenarios sostenibles. Universidad Politécnica de Viena, Austria.
- Platinga, A., J. Mauldin, T. Miller, y J. Douglas. (1999). An Econometric analysis of the cost of sequestration carbon forest American journal of Agricultural Economics.
- Richards, K. (2003). Review of forest sequestration cost studies: a dozen years of resen climate change. Estados Unidos.
- Reyes, A. y J. Gutiérrez. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: Retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca, Mexico. Consulta el 15 – 10 – 2010 de la página web: <http://quivera.uaemex.mx>.
- Salusso, M. (2009). Regulación Ambiental: Los Bosques Nativos, Una Visión Económica. Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina.
- Sampson, E. (1993). Biomass Management and Energy Water, air and Soil Poll.
- SAMAT, (2009). Servicio Autónomo Municipal de Administración Tributaria. Alcaldía del municipio Libertador del estado Mérida.
- Schjetnan, M. (1984). Principios de diseño urbano ambiental. D.F. México. Consulta el 27 – 08 – 2011 de la página web: <http://www.arq.umich.mx>

- Schjetnan, M. (2004). Principios de diseño urbano ambiental. D. F. México. Consulta el 27 – 08 – 2011 de la página web: <http://www.arq.umich.mx>
- Sedjo, R. y A. Solomon, (1989). Greenhouse Warning. Abatement and Adaptation. RFF Proceedings. Estados Unidos.
- Seppänen, P. (2003). Costo de la captura de carbono en plantación de Eucalipto en el Trópico Forestal Veracruzana. Consulta el 13 – 06 – 2011 de la página web: <http://redalyc.uaemex.mx>.
- Snyder, N., J. Mostaghimi, y S. Berry. (1998). Impact of riparian forest buffers on Agricultural nonpoint. Pollution journal of the American water Resources association. Estados Unidos.
- Sohngen, B. y R. Mendelsohn. (2001). Optimal forest carbon sequestration working Paper HEDE. Department of Agricultural Environmental and Development Economics The OHIO state University. Estados Unidos
- Stavins, R. (1999). The costs of carbon sequestration a revealed-preference Approach. American Economic Review. Estados Unidos.
- ULA-PAMALBA. (2008). Documento Diagnóstico situacional actual proyecto Caso: Parque Metropolitano Albarregas. Mérida. Consulta el 17 – 07 – 2010 de la página web: www.parquealbarregas.ula.ve/modules.php?.
- Valdez. (2000). Valoración económica de la captura de CO₂ en el Parque Nacional del Desierto de los Leones. Mexico. Consulta el 17 – 03 – 2010 de la página web: <http://política.era-mx.org>.
- Van Kooten, G. (1995). Effect of carbón tax and subsidies on optimal forest. rotation. Age and supply of carbon services. American journal of Agricultural Economics. Estados Unidos.
- Welsch, D. (1991). Riparian forest Buffers: Function and design for protection and enhance enhancement of wáter resorices .report NA-PR-07-91. United States Departament of Agriculture forest. Service. Estados Unidos.
- Zimmermann, R. (1992). Impactos ambientales de las actividades Forestales. Guía FAO de conservación No 7. Roma. Italia.
- Zipperer, C., W. Jianguo, R. Pouyat, y S. Pickett. (2000). The application of ecological principles to urban and urbanizing landscapes. Ecological Applications. Consulta el 02 – 09 – 2010 de la página web: http://leml.asu.edu/jingle/Web_Pages/Wu_Pubs/PDF_Files/Zipperer_etal_2000.pdf