



# UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

## DIVISIÓN DE DERECHO, POLÍTICA Y GOBIERNO

### TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN PÚBLICA.

#### *“ESTRATEGIA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LAS LLANTAS DE DESECHO EN LA CIUDAD DE LEÓN, GUANAJUATO; UNA PROPUESTA SUSTENTABLE PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL”*

*PRESENTA*

*JUAN PABLO ARCE VELASCO*

*DIRECTOR ACADÉMICO  
DRA. LORENA EUGENIA SÁNCHEZ CADENA*

GUANAJUATO, GUANAJUATO

AGOSTO 2013

# *A g r a d e c i m i e n t o s*

*"El agradecimiento es la memoria del corazón."*

– Lao-tse

Ante todo le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobretodo felicidad.

De sobremanera quiero agradecer a mi familia, a mi hermano y a mis papás porque su apoyo, cariño y sobretodo confianza me hacen seguir adelante día a día.

A la Universidad de Guanajuato por darme un voto de confianza durante esta etapa de mi vida y por brindarme la oportunidad de egresar de esta institución de alto prestigio, a la cual todos sus egresados estamos seguros de poder regresar porque es un lugar que siempre nos recibirá con las puerta abiertas.

A mi directora de tesis, Dra. Lorena Eugenia Sánchez Cadena, quien fue mi guía durante todo el proceso de la tesis. Sin su ejemplo y sus palabras no hubiera logrado esta investigación. Muchas gracias por su compromiso y por compartir sus conocimientos sin reparos.

Agradezco a todos los profesores que siguen confiando en el capital humano de esta institución y que día a día han trabajado por hacer de los programas académicos de Ciencia Política y Administración Pública una realidad, con calidad y calidez, gracias a todos ellos por permitir a más personas el estudiar en esta universidad haciendo mejores políticos y gobernantes para hacer de este un país mejor, a todos ellos gracias.

A mis sinodales el Licenciado Alfredo Sainez Araiza y Licenciado Dante Acal Sánchez por sus valiosas sugerencias. Gracias por todo su tiempo invertido en la revisión de esta tesis.

A mis compañeros y amigos Juan Pablo Quiroz Muñoz , Diego Ramírez Olmos, Josué Hernández Gaona, Jose Manuel Quintana Delgado, Mario Alvarado Lara, José Hernández Arzola, Paz Sánchez Cadena, Katia Carolina Exiga, Emma Christina Zavala, Daniela Rangel Flores, Gabriela Medina, Natalia Almanza Hernández, y muchas otras personas mas y que no me alcanzarían las palabras para agradecerles toda su amistad y los momentos que hemos compartido juntos, los verdaderos amigos son aquellos que al final del tiempo te han convertido en una mejor persona, agradezco su invaluable tiempo y afecto.

Igualmente agradezco muy profundamente a todos los organismos, archivos, facultades y personas naturales que hicieron posible la realización de este trabajo.

# INDICE

## AGRADECIMIENTOS

|                        |      |
|------------------------|------|
| INDICE DE FIGURAS..... | VII  |
| INDICE DE TABLAS.....  | VIII |
| INDICE DE CUADROS..... | VIII |
| ABREVIATURAS.....      | IX   |

## INTRODUCCION

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LA TESIS..... | 2 |
| MARCO TEÓRICO .....                        | 3 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....           | 5 |
| OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....        | 7 |
| HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....           | 7 |
| HIPÓTESIS DEL CASO PARTICULAR .....        | 7 |
| METODOLOGÍA.....                           | 9 |

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO DE LA POLÍTICA AMBIENTAL Y SU FORMULACIÓN EN EL ESTADO MEXICANO

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Antecedentes</i> .....                                             | 11 |
| <i>Tipo de política ambiental</i> .....                               | 11 |
| <i>El desarrollo sustentable</i> .....                                | 12 |
| LA POLÍTICA AMBIENTAL EN MÉXICO .....                                 | 13 |
| <i>Antecedentes</i> .....                                             | 13 |
| <i>Formulación de la política ambiental</i> .....                     | 17 |
| <i>Instrumentos para la aplicación de la política ambiental</i> ..... | 21 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| POLÍTICA AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS .....                                                 | 22 |
| <i>Instrumentos de la política para el manejo integral de residuos sólidos</i><br>..... | 22 |
| LA POLÍTICA AMBIENTAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO .....                                    | 23 |
| CONCLUSIONES.....                                                                       | 25 |

## **CAPITULO II. LA GESTIÓN LOCAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Antecedentes</i> .....                                                | 26 |
| <i>Concepto de los residuos sólidos urbano</i> .....                     | 27 |
| <i>Clasificación de residuos sólidos urbanos</i> .....                   | 27 |
| <i>Composición de los Residuos sólidos urbanos</i> .....                 | 28 |
| EL MANEJO Y LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS<br>..... | 29 |
| <i>Gestión Integral de los Residuos</i> .....                            | 29 |
| <i>Manejo Integral de los Residuos</i> .....                             | 29 |
| <i>Etapas del manejo integral de residuos solidos</i> .....              | 30 |
| LA GESTIÓN LOCAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MÉXICO .....                 | 31 |
| LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO .....          | 35 |
| CONCLUSIONES.....                                                        | 36 |

## **CAPITULO III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL QUE PRESENTA EL MUNICIPIO DE LEÓN EN RELACIÓN AL MANEJO DE SUS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LEÓN..... | 37 |
| <i>Historia</i> .....                                    | 38 |
| <i>Localización</i> .....                                | 39 |

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Condiciones físicas del municipio.....</i>                                                                           | 40 |
| <i>Condiciones socio-demográficas del municipio.....</i>                                                                | 41 |
| <i>Localidades del municipio.....</i>                                                                                   | 43 |
| <i>Principales Actividades Económicas .....</i>                                                                         | 44 |
| DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA CIUDAD DE LEÓN EN MATERIA DE<br>RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.....                             | 48 |
| CIFRAS CUANTITATIVAS DE LA CIUDAD DE LEÓN EN MATERIA DE TRANSPORTE<br>.....                                             | 50 |
| PLANES Y PROGRAMAS IMPLEMENTADOS POR LA CIUDAD DE LEÓN PARA EL<br>MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS ..... | 54 |
| <i>El Sistema Integral de Aseo Público de León.....</i>                                                                 | 54 |
| <i>Programa “basura que no es basura” en el municipio de León.....</i>                                                  | 59 |
| <i>Programa León Ponte las Pilas!.....</i>                                                                              | 62 |
| <i>Programa “TEKNOTRIKES” .....</i>                                                                                     | 63 |
| CONCLUSIONES.....                                                                                                       | 65 |

#### **CAPITULO IV. EXPERIENCIAS LOCALES E INTERNACIONALES EN LA GESTION INTEGRAL Y MANEJO DE RSU, CASO DE LLANTAS USADAS**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| BRASIL (SAO PAULO) .....                                                  | 66 |
| PERÚ (LIMA) .....                                                         | 68 |
| ARGENTINA (BUENOS AIRES).....                                             | 70 |
| CASO FRONTERA NORTE DE MÉXICO (CIUDAD JUÁREZ, MEXICALI, TIJUANA)<br>..... | 71 |
| CONCLUSIONES.....                                                         | 74 |

## CAPITULO V. PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA AYUDAR A SOLUCIONAR EL PROBLEMA DEL MANEJO DE LAS LLANTAS DE DESECHO

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                 | 75  |
| MANEJO ACTUAL DEL RECICLAJE DE LAS LLANTAS USADAS EN MÉXICO.....                                  | 75  |
| <i>Características y composición de los neumáticos.....</i>                                       | 77  |
| <i>Métodos más utilizados para el reciclaje de los neumáticos.....</i>                            | 78  |
| PROPUESTA TECNOLÓGICA DE RECICLAJE .....                                                          | 81  |
| <i>Objetivos de la propuesta.....</i>                                                             | 81  |
| <i>Características del calzado .....</i>                                                          | 81  |
| <i>Proceso de fabricación de las suelas de zapato a base de Policloruro de Vinilo (PVC) .....</i> | 82  |
| <i>Datos cuantitativos de la producción de calzado en la ciudad de León. ....</i>                 | 83  |
| DISEÑO DEL EXPERIMENTO .....                                                                      | 86  |
| <i>Introducción .....</i>                                                                         | 86  |
| <i>Materiales y metodología .....</i>                                                             | 86  |
| <i>Metodología.....</i>                                                                           | 87  |
| <i>Procedimiento de la prueba .....</i>                                                           | 87  |
| RESULTADOS DEL EXPERIMENTO .....                                                                  | 90  |
| <i>Análisis del material .....</i>                                                                | 90  |
| <i>Resultados obtenidos .....</i>                                                                 | 96  |
| CONCLUSIONES FINALES .....                                                                        | 97  |
| REFERENCIAS.....                                                                                  | 100 |
| ANEXOS .....                                                                                      | 103 |

## **INDICE DE FIGURAS**

- Figura 1.1 Disposición final de los residuos solidos urbanos
- Figura 1.2 Localización del municipio de León
- Figura 1.3 Centro histórico de la ciudad de León
- Figura1.4 Principales localidades del municipio de León
- Figura 1.5 Fabricación de calzado en la ciudad
- Figura 1.6 Publicidad del programa “basura que no es basura”
- Figura 1.7 Publicidad del programa “León ponte las pilas”
- Figura 1.8 Publicidad del programa “teknotrikes”
- Figura 1.9 Proceso de separación de los componentes de la llanta a través de una trituradora
- Figura 2.0 Proceso de rencauche de neumático usado
- Figura 2.1 Planta de reciclaje de llantas usadas
- Figura 2.2 Limpieza de sitios contaminados por las llantas de desecho
- Figura 2.3 Porcentaje de llantas que son recicladas, reutilizadas y/o abandonadas
- Figura 2.4 Componentes de un neumático
- Figura 2.5 Componentes de un zapato
- Figura 2.6 Numero de empresas sector cuero-calzado-proveeduría
- Figura 2.7 Producción de calzado 2010
- Figura 2.8 Distribución de la producción de calzado
- Figura 2.9 Composición por tamaño de empresa
- Figura 3.0 Generación de empleos
- Figura 3.1 Caucho granulado malla 20
- Figura 3.2 Preparación en el molde
- Figura 3.3 Calentado en horno a 140º C

Figura 3.4 Enfriamiento del molde

Figura 3.5 Desmolde de la placa

Figura 3.6 Prueba de resistencia en maquina

Figura 3.7 Elongación de la probeta

Figura 3.8 Fractura de la probeta

Figura 3.9 Resultados de las pruebas a las probetas de control

Figura 4.0 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 1% de caucho

Figura 4.1 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 2% de caucho

Figura 4.2 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 3% de caucho

Figura 4.3 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 4% de caucho

Figura 4.4 Resultados de las pruebas a las probetas

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.1 Distribución de competencias en el manejo de los residuos solidos

Tabla 1.2 Generación de basura y su disposición 2008

Tabla 1.3 Promedio de viajes realizados al día en la ciudad de León

Tabla 1.4 Promedio de kilómetros recorridos al día en la ciudad de León

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1 Composición de las llantas según el tipo de transporte

Cuadro 2 Composición química de las llantas

## ABREVIATURAS

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| CICEG    | Cámara de la Industria del Calzado del Estado de Guanajuato   |
| CNA      | Comisión Nacional del Agua                                    |
| CONAPO   | Consejo Nacional de Población                                 |
| CPEUM    | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos         |
| kN       | Kilonewtons                                                   |
| kPa      | Kilopascales                                                  |
| INE      | Instituto Nacional de Ecología                                |
| INEGI    | Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática    |
| LGEEPA   | Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente |
| LGPGIR   | Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos     |
| NOM      | Norma Oficial Mexicana                                        |
| OMU      | Observatorio de Movilidad Urbana                              |
| PAOT     | Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial         |
| PIB      | Producto Interno Bruto                                        |
| PEA      | Población económicamente activa                               |
| PROFEPA  | Procuraduría Federal de Protección al Ambiente                |
| PVC      | Policloruro de Vinilo                                         |
| RSU      | Residuos Sólidos Urbanos                                      |
| RP       | Residuos peligrosos                                           |
| RME      | Residuos de manejo especial                                   |
| RSM      | Residuos sólidos municipales                                  |
| SEDESOL  | Secretaría de Desarrollo Social                               |
| SEGOB    | Secretaría de Gobernación                                     |
| SEMARNAP | Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca      |
| SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales             |
| SSA      | Secretaría de Salubridad y Asistencia                         |
| SEDUE    | Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología                    |
| SIAP     | Sistema Integral de Aseo Público de León Guanajuato           |
| UCEM     | Unión Campesina de Emigrantes Mexicanos                       |

## INTRODUCCION

El concepto de conciencia ambiental está formado por dos palabras, la primera “conciencia” proviene del latín *conscientia*, y se define como el conocimiento que el ser humano tiene de sí mismo y de su entorno; y la segunda “ambiente o ambiental” (PAOT, 2011), se refiere al entorno, o suma total de aquello que nos rodea, afecta y condiciona. El ambiente, comprende la suma de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar o momento determinado, que influyen en la humanidad, así como en las generaciones venideras.

De este modo, la concientización del cuidado del medio ambiente significa conocer nuestro entorno para cuidarlo y que nuestros sucesores también puedan disfrutarlo.

Como resultado de esta “toma de conciencia ambiental” muchos países acordaron realizar acciones para disminuir el deterioro del planeta, entre ellas tenemos la firma de la Declaración de Río que como lo indica su nombre se llevó a cabo en Río de Janeiro, Brasil durante la Cumbre de la Tierra realizada en 1992 en donde 178 naciones se comprometieron a cooperar a través de políticas ambientales nacionales y regionales para lograr un desarrollo sustentable en cada rincón del planeta.

Nuestro desarrollo depende de la energía, de los recursos naturales y del cuidado y preservación que tengamos con ellos, por ello es de suma importancia educar a la humanidad acerca del uso sustentable de los recursos, de utilizar en mayor medida fuentes renovables y no contaminantes de energía, acciones locales para problemas globales como el utilizar el sistema de transporte público, el reciclaje de nuestros residuos y el uso y aprovechamiento racional del agua en nuestros hogares, afín de que las generaciones futuras disfruten de los recursos de este planeta tanto como nosotros.

## **Descripción del contenido de la tesis**

Este trabajo consta de cinco capítulos: el primero describe los antecedentes de la política ambiental así como su formulación y aplicación, donde destacan las vías legislativa, administrativa y de planeación las que dan cauce a la creación de la política en dicha materia, el segundo explora los tipos de residuos sólidos urbanos y analiza la gestión de los mismos en conjunto, la cual considera al manejo integral de los residuos dentro de un conjunto de actividades administrativas, normativas, financieras, de planeación, de fortalecimiento institucional, educativas, de capacitación, supervisión y evaluación.

Mientras los siguientes tres capítulos detallan primeramente la situación actual de la ciudad de León en materia de residuos sólidos urbanos y su manejo así como datos de referencia acerca de la problemática de las llantas usadas en el municipio, el siguiente refiere a estudios de caso de diversos países de América Latina en cuanto a los planes y estrategias utilizados para el manejo de las llantas usadas, asimismo exponemos el caso de la frontera norte de México haciendo énfasis en la región dado la problemática actual de la importación ilegal de llantas y su almacenamiento en grandes cantidades sin ningún control.

El quinto capítulo es la consecución de esta investigación que busca desarrollar una propuesta tecnológica que pueda ser aplicada como un nuevo método de reciclaje de las llantas usadas, y que a la vez pueda ser factible de implementarse en la industria, en este caso la industria del calzado de la ciudad de León presenta las características esenciales que pueden hacer rentable este método, dado que nos avocaremos a encontrar un material que mejore las prestaciones mecánicas de las suelas hechas tradicionalmente a base de Policloruro de Vinilo (PVC), esto con el fin de mejorar aspectos como durabilidad, calidad y economía del producto terminado

## **Marco Teórico**

La protección del ambiente es esencial para la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras. El reto radica en combinarla con un crecimiento económico continuado de manera sostenible a largo plazo.

Para Rodríguez-Becerra (2002), la política ambiental se funda en la creencia de que unas normas ambientales rigurosas estimulan las oportunidades de innovación y negocio. Existe una estrecha interrelación entre las políticas económicas, sociales y medioambientales.

Por esta razón se requiere entonces una movilización de recursos y de capacidades para fortalecer la gestión ambiental y buscar un mayor cumplimiento de las legislaciones y políticas ambientales, además de crear los mecanismos de control ambiental y de mercado que incidan en las actividades productivas en la región.

Muchas veces los países no cuentan con la voluntad política y las capacidades necesarias para formular y poner en marcha las políticas ambientales en forma eficaz y eficiente, aun cuando estén contenidas en mandatos formales explícitos.

Se parte de la premisa de que, con frecuencia o en la mayoría de los casos, existe un desconocimiento con relación a las condiciones de generación de las llantas de desecho, y de manejo integral que permita un manejo, recolección almacenamiento y disposición final en una forma eficiente (COCEF, 2008).

Las llantas de desecho son un problema ambiental en nuestro país, y más enfáticamente en la ciudad de León Guanajuato, dado el gran número de vehículos que circulan por sus calles. Las llantas de desecho se depositan en patios de casas, tiraderos clandestinos, vía pública y en centros de acopio privados.

Estas llantas son el refugio de plagas, roedores e insectos que son vectores de enfermedades, además que constituyen un riesgo para el entorno y la salud humana si se presenta la contingencia de un incendio en los sitios de acumulación.

Un incendio genera excesiva contaminación en el aire, el agua y la tierra. Las llantas desechadas también crean problemas de contaminación visual y usurpan el espacio vital de la naturaleza (COCEF, 2008).

Una forma de intentar mejorar la problemática de la llanta de desecho es generar planes y propuestas, como la presente, que guíen a las autoridades municipales para mejorar su capacidad para manejar llanta de desecho.

La ausencia de controles, planificación integral, normatividad, leyes y reglamentos que ordenen los factores de esta problemática en los municipios, ha traído como consecuencia un descontrol para el manejo específico de este residuo. Las propuestas de solución aplicables son variadas, existen diversos métodos para el aprovechamiento de los materiales que conforman los neumáticos, pero en México no está implementado a nivel federal.

Mediante esta propuesta, se pretende cambiar el enfoque, para que las acciones de manejo de las llantas de desecho partan de una perspectiva integral; para eso se ha tomado como base el modelo de la vida de una llanta desde que esta es fabricada hasta que llega a la condición de desecho, momento en el cual nos enfocamos a darle un nuevo uso a los materiales que la componen a través de métodos de reciclaje que puedan utilizar dichos compuestos en materias primas útiles para otras industrias.

## Planteamiento del problema

El manejo inadecuado de cualquier tipo de residuo genera impactos ambientales negativos.

Existen diferentes tipos de residuos sólidos, que van desde los residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y los de manejo especial. Dentro de los residuos de manejo especial tenemos un caso particular que son las llantas en desuso, ya que éstas se acumulan en lugares como baldíos, provocando serios problemas ambientales tales como la proliferación de fauna nociva como dengue, producción de lixiviados de metales pesados e infiltraciones hacia los mantos friáticos, de la misma manera causando un deterioro de la imagen urbana y el fomento de la delincuencia al albergar a bandas criminales en los baldíos.

Se dice que es un caso particular, el de las llantas ya que otro tipo de residuos de manejo especial si se confinan adecuadamente, son los residuos de la industria nuclear o los biológico-infecciosos.

Las llantas se generan en gran volumen, todo público tiene acceso a ellas, y no existe realmente un marco regulatorio para el control, transporte y disposición final en nuestro país.

No se tienen datos precisos de generación de llantas pero se estima que en el país se desechan unos 25 millones de llantas al año, con un peso aproximado de 250,000 toneladas. Este valor equivale a un cuarto de llanta por habitante por año. Como comparación, en Estados Unidos se desecha una llanta por habitante por año.

Las llantas usadas en nuestro país terminan, en su mayor parte, diseminadas en terrenos baldíos, tiraderos y, excepcionalmente en rellenos sanitarios. Algunas ciudades han instalado centros de acopio donde se acumulan los neumáticos en espera de un fin definitivo (SEMARNAT, 2010).

En países desarrollados, la llanta de desecho que se produce anualmente puede ser eliminada hasta en un 80%. En México, teniendo una infraestructura industrial que no se compara a la del mundo desarrollado, la eliminación o reutilización no llega mas allá del 20 %, siendo el destino final como energético una cantidad entre el 5 al 15% y como hule reciclado entre el 2 al 5%, el resto, cerca del 80% se acumula de forma controlada o no controlada (COCEF, 2006).

Lo anterior se debe a un enfoque, en cuanto al manejo y resolución de problemáticas de llantas de desecho, implica el desarrollo de procedimientos de recolección, almacenamiento y de disposición final, reutilización o aprovechamiento con base en la existencia de tecnologías y mercados debidamente estructurados, ya que en países desarrollados la infraestructura industrial es amplia y suficiente para absorber el residuo y aprovecharlo como un subproducto con alto valor agregado (COCEF, 2008).

También, en nuestro país aun existe una indefinición acerca de la llanta de desecho al no clasificarla definitivamente o como un desecho o como un producto, esto no ha permitido establecer las estrategias de resolución adecuadas.

Aunado a lo anterior, las tecnologías y mercados para un aprovechamiento mas intenso de estos materiales aún no cuentan con un grado apropiado de desarrollo en México, por lo que la reincorporación de los materiales constitutivos de las llantas de desecho a las cadenas productivas y de consumo se ven severamente limitadas, es por ello que este trabajo busca ampliar el margen de aprovechamiento de los materiales de la llanta a través de nuevos métodos de reciclaje los cuales buscan incorporar mayormente el caucho de la llanta a la producción industrial en un mercado de fabricación y venta de cuero-calzado como lo es la ciudad de León.

## **Objetivos de la investigación**

El propósito de esta investigación es analizar diversas estrategias para el manejo adecuado de las llantas de desecho, a la vez que diseñaremos una propuesta tecnológica de recuperación y reutilización del caucho del neumático orientado hacia procesos industriales.

Con ello deseamos responder a la necesidad del control de las llantas en desuso que se encuentran en la ciudad de León constituyéndose como un riesgo sanitario y ambiental para la población así como la degradación de la imagen pública de la ciudad.

## **Hipótesis de investigación**

La falta de un mercado estable y desarrollado que demande el uso de los materiales de las llantas de desecho para incorporarlos a nuevos procesos productivos ha traído como consecuencia que hasta el momento exista una indefinición acerca si esta debe manejarse como un desecho o como un producto, razón por la cual no existe una estrategia clara para su aprovechamiento y disposición final en nuestro país y de manera mas específica en el Municipio de León, en el cual hasta el momento solo se cuenta con el servicio de recolección y traslado pero aun no se tienen estrategias para su disposición final y posible aprovechamiento.

## **Hipótesis del caso particular**

Abordaremos esta investigación buscando si es posible implementar un método de reciclaje tecnológicamente viable que permita que el material recuperado en este caso el caucho de la llanta en forma granulada pueda ser reintroducido en nuevos procesos productivos y como consecuencia estableciéndolo en un mercado que demande el material.

Nos enfocaremos a encontrar el mercado probable para su implementación en la industria del calzado de la ciudad de León, industria para la cual se intentara desarrollar un material reforzado a partir del Policloruro de Vinilo comercialmente llamado “PVC” utilizado para fabricar suelas de zapato, ello con el fin de mejorar aspectos tales como la calidad, durabilidad e innovación del producto, es decir darle valor agregado al calzado a través de un subproducto que antes se consideraba residuo y ahora resultaría en un material útil.

Con base en lo anterior, al poder desarrollar un material mejorado para las suelas de zapato las llantas usadas se convertirían por consecuencia en un elemento con posibilidades de reuso al cual se le puede definir y clasificar como un residuo apto para ser reciclado.

Con ello se lograría completar el ciclo del manejo integral comenzando desde que la llanta es fabricada, utilizada y desechada, después recolectada y transportada, siguiendo ahora por su aprovechamiento y disposición final que será el reciclaje de los materiales que la componen teniendo ya un mercado que los demande o en todo caso almacenándose de forma segura en lugares adecuados para utilizarse con posterioridad.

De esta manera se pueden desarrollar programas y estrategias para su manejo integral al igual que sucede con algunos otros residuos de manejo especial, por ende las acciones encaminadas al control y disminución de este residuo radican en su aprovechamiento y disposición final.

## Metodología

Los métodos a usar para realizar esta investigación son:

### Método Hipotético-Deductivo

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que seguiremos para el estudio del caso propuesto, este método tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

Este método nos obliga a combinar la reflexión racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).

Igualmente nuestro trabajo se apoya por distintos métodos de investigación a lo largo del proceso de realización ello con el fin de contar con la mayor información posible así como certeza en los resultados a obtener.

*Investigación de laboratorio:* se sustentaran nuevos métodos de reciclaje de neumáticos mediante la experimentación de estos en laboratorio específico para dichas pruebas.

*Investigación documental:* Se buscará información sobre el problema de contaminación provocado por la quema de llantas en fuentes electrónicas, en revistas y en bibliotecas del Campus Guanajuato.

*Análisis comparativo:* de acuerdo a la información existente de los diversos casos presentados en México y en el mundo se hará una comparación de acuerdo a los diversos programas y métodos existentes en cada uno para llevar acabo la gestión integral de las llantas usadas.

## **CAPITULO I. MARCO TEÓRICO DE LA POLÍTICA AMBIENTAL Y SU FORMULACIÓN EN EL ESTADO MEXICANO**

Este primer capítulo tiene como objetivo el revisar y contextualizar los antecedentes que han dado forma a la política ambiental en México, de manera puntual analizaremos como se formula la política ambiental del país y los diversos instrumentos para su aplicación, asimismo este capítulo busca brindar al lector un conocimiento amplio del tema en cuestión que será útil para entender más adelante como la aparición de la política ambiental en el ámbito internacional están relacionadas con el desarrollo de políticas nacionales en torno al manejo integral de los residuos sólidos que sea parte fundamental para lograr una gestión ecológicamente sustentable de los mismos.

### **Que es la Política Ambiental**

Las políticas ambientales las podemos definir como el conjunto de objetivos, principios, criterios y orientaciones generales para la protección del medio ambiente de una sociedad en particular. Las políticas ambientales tiene como objetivo no solo lograr la ordenación ambiental a través del fortalecimiento del marco normativo existente, sino agrupan diversas acciones tales como la protección de un determinado ecosistema ya sea acuático, forestal, de flora o fauna etc., impulsan el desarrollo de nuevos procesos y tecnologías más amigables con el ambiente en el ámbito de la producción industrial tanto de bienes y servicios que utilizamos día con día.

Así como desarrollar nuevas formas de relación del hombre con la naturaleza a través de la educación y el conocimiento de las especies y los ecosistemas siendo la meta fundamental la concientización de las personas sobre el respeto y cuidado que debemos tener hacia el medio ambiente, la naturaleza y todas las especies que habitan en ella.

## **Antecedentes**

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, llevada a cabo en Estocolmo en 1972, por primera vez recogió las principales ideas y planteamientos poco aceptada por los países industrializados y por casi ninguno de los países en desarrollo acerca de los diversos problemas medioambientales persistentes en el mundo , en ella se reconocieron muchos de estos problemas ambientales y se examinó su relación con las políticas económicas y de desarrollo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 realizada en Río de Janeiro , adoptó el desarrollo sostenible como la meta hacia la cual se deben dirigir todas las naciones, un concepto que aborda el tema del desarrollo a partir de una visión integradora de las dimensiones económica, social y ambiental.

Ambas conferencias contribuyeron a incrementar la conciencia ambiental y a formar nuevas perspectivas acerca del manejo sustentable del medio ambiente, estas conferencias también dieron lugar a diversos convenios multilaterales entre las naciones y detonaron una creciente respuesta de los sectores gubernamentales y sociales de nuestra región que se han traducido en muchos avances en las legislaciones vigentes de los países de América Latina y el Caribe en torno a la gestión y la protección de medio ambiente.

## **Tipo de política ambiental**

Las políticas ambientales pueden ser explícitas o implícitas. Se consideran como políticas explícitas aquellas que son formuladas y publicadas a través de documentos oficiales aprobados o expedidas formalmente por los organismos del Estado y que tienen como objetivo la protección ambiental. Las políticas ambientales explícitas se encuentran en las constituciones y las leyes que emanan de ellas así como de los tratados internacionales aceptados y ratificados por los países firmantes así como todos los decretos y reglamentos existentes que traten sobre esta materia.

La políticas ambientales explícitas representan las acciones concretas que promueven los gobiernos a través de la legislación para atender diversos problemas ambientales entre otros podríamos mencionar la prevención y el control de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, la declaración de áreas protegidas naturales, la atención a emergencias causadas por desastres naturales y la educación para el cuidado del medio ambiente.

Para Rodríguez–Becerra (2002) las políticas implícitas que son aquellas decisiones que se toman en otros ámbitos de la política entre los actores no gubernamentales tales como los sectores productivos y que influyen en la transformación del medio ambiente. Ellas pueden formar parte de acuerdos multilaterales o de políticas y legislaciones económicas y sociales de carácter general o sectorial sin que sus impactos ambientales hubiesen sido previstos o debidamente tomados en cuenta. Son políticas que pueden tener tanto consecuencias negativas como positivas para la protección ambiental, siendo el primero de los casos el más común.

## **El desarrollo sustentable**

Se reconoce que la política ambiental ya no se puede concebir de manera aislada sino que forma parte de uno de los tres pilares del desarrollo sustentable junto con el bienestar social y el bienestar económico.

El concepto de desarrollo sustentable nace en 1987 por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland), este documento también conocido como el Informe Brundtland dio la primera definición, esta fue luego adoptada como el Principio 3 de la Declaración de Río, la cual siguió a la famosa Cumbre de la Tierra realizada en 1992 en Río de Janeiro (Brasil). Allí se definió como desarrollo sostenible “aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.

Tuvo un gran éxito ya que durante la cumbre 178 Naciones se comprometieron al suscribirse la Declaración de Río y las convenciones sobre Biodiversidad y sobre Cambio Climático, y aprobarse la Agenda 21, que contiene recomendaciones tanto para la cooperación internacional como para las políticas ambientales nacionales y regionales.

En esencia, el desarrollo sustentable supone una política a largo plazo que, tanto en el papel de la economía , los gobiernos y la participación ciudadana, deberá atender a las necesidades de las generaciones futuras en función de los recursos disponibles, protegiendo al planeta de la creciente degradación de los recursos naturales y revirtiendo el deterioro ambiental presente en todos los continentes, con menos contaminación de suelos, aguas y atmósfera, y atendiendo al mejoramiento del hábitat humano, tanto rural como urbano. El desarrollo sustentable deberá ser tanto global como regional, y debe basarse en principios de equidad distributiva (Bruntland, 1987).

## **La política ambiental en México**

### **Antecedentes**

Los primeros antecedentes de la política ambiental en México suceden en la década del cuarenta, con la promulgación de la Ley de Conservación de Suelo y Agua, al inicio de los años setenta, se promulgó la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental dicha ley se crea para atender a los “compromisos” asumidos por México en la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, celebrada el 16 de junio de 1972 en Estocolmo, Suecia también conocida como Cumbre de Estocolmo , dicha cumbre fue el primer acuerdo internacional de acción conjunta en materia de protección ambiental.

En 1972, se instituye la Subsecretaría para el mejoramiento del ambiente en la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) con el fin de enfrentar los problemas ambientales del desarrollo desde un enfoque eminentemente sanitario.

No fue sino hasta 1982, cuando la política ambiental mexicana comenzó a adquirir un enfoque más integral al instituir reformas a la Constitución Política que permitieron la creación y establecimiento de instituciones para la protección del ambiente, en ese mismo año fue creada la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), para garantizar el cumplimiento de las Leyes y reorientar la política ambiental del país, de manera importante se promulgó la Ley Federal de Protección al Ambiente.

En 1987, se facultó al Congreso de la Unión para legislar en términos de la concurrencia a los tres órdenes de gobierno, en materia de protección al ambiente, de esta manera fue que para 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2012), misma que hasta la actualidad ha sido la base de la política ambiental del país.

Al año siguiente se crea la Comisión Nacional del Agua (CNA) la cual tiene la autoridad federal en materia de administración del agua, la protección de las cuencas hidrológicas y la vigilancia y cumplimiento de las normas sobre descargas y tratamiento de aguas residuales.

En virtud de los nuevos compromisos adquiridos derivados de la Cumbre de Río en 1992 se transforma la SEDUE en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y se crean la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y el Instituto Nacional de Ecología (INE).

En Diciembre de 1994, se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Dicha secretaria se crea a partir de la necesidad de planear el manejo de los recursos naturales y las políticas

ambientales en nuestro país desde un punto de vista integral, articulando los objetivos económicos, sociales y ambientales.

En el año 2000, se modifica la Ley de la Administración Pública Federal y con ello se crea la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el objetivo es lograr una gestión funcional que permita impulsar una política nacional de protección ambiental que de respuesta a la creciente demanda nacional para proteger los recursos naturales y por ende lograr incidir en las causas de la contaminación y de la pérdida de ecosistemas y de biodiversidad.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de México promulgada en 1988 y posteriormente modificada en 1996, es una de las leyes generales más importantes de América Latina. Su introducción representa un avance significativo respecto de las leyes que la precedieron, porque esta ley, ya no solo se limita a regular el tema de la contaminación ambiental, sino que dedica la mayor parte de sus reglas a tratar los temas de la protección del ambiente en su conjunto y de la protección de los recursos naturales, es el primer ordenamiento jurídico que reguló íntegramente la protección del medio ambiente en nuestro país (SEMARNAT, 2011).

Los fenómenos que provocaron la aparición de la ley son la rápida modernización de la economía y un crecimiento acelerado de la población. Durante este periodo se consideró que con la urbanización y la industrialización mejoraría automáticamente la calidad de vida de la población, sin advertir el impacto que tendrían tanto la expansión de las nuevas actividades económicas como la concentración de la población en grandes ciudades.

Se puede decir que la Ley se estructura alrededor de cuatro conceptos básicos: política ecológica, manejo de recursos naturales, protección al ambiente y participación social, que se fundamentan en el sistema de concurrencias, el sistema nacional de áreas naturales protegidas y las medidas de control, de seguridad y el régimen de sanciones.

En las disposiciones generales de esta Ley se establecen los principios para la formulación de la política ambiental de México, así como los instrumentos para su ejecución. Entre los mecanismos específicos de la política ambiental se incluyen los siguientes:

- 1) la planeación ecológica;
- 2) el ordenamiento ecológico;
- 3) la evaluación del impacto ambiental;
- 4) las normas técnicas ecológicas;
- 5) las medidas de protección de áreas naturales;
- 6) la investigación y educación ecológicas;
- 7) la información y vigilancia.

A los estados y municipios les compete conforme al Artículo 6º la política ecológica local; la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de su jurisdicción; la regulación de actividades no consideradas como riesgosas; el manejo de parques urbanos y zonas de conservación ecológica; la prevención y control de la contaminación atmosférica, de las aguas y por ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, olores en bienes y zonas de su jurisdicción; el ordenamiento ecológico local; la regulación con fines ecológicos del aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación.

En los centros de población, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en relación con los efectos derivados por la prestación de servicios de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte; el manejo y disposición de residuos sólidos que no sean peligrosos, entre otros.

## **Formulación de la política ambiental**

Para el destacado autor Raúl Brañes (2000), la política ambiental puede ser formulada a través de tres vías, y es precisamente en la manera en que esta se formule que derivara en el alcance de la misma. La formulación de la política ambiental procede de alguna de las siguientes vías:

- La vía legislativa
- La vía administrativa
- La vía de la planeación

### **La vía legislativa**

Es aquella que se formula mediante el proceso legislativo de una nación previsto para la elaboración de leyes. Es el instrumento jurídico que concentra las principales políticas ambientales, son todas aquellas leyes y reglamentos que se emiten mediante esta vía y que tratan de la materia en particular así como de los diversos tratados internacionales de los que un país es firmante y por ende obliga a su cumplimiento.

En nuestro país esta es la vía principal para la elaboración de las políticas ambientales, la fuente más importante y en la que se encuentra plasmada los principios de la política ambiental de México es la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2012); dichos principios son vinculantes tanto para el ejecutivo federal, así como para las entidades federativas y los municipios.

De dicha observación encontramos que el Artículo 15 de esta Ley establece:

“Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios.”

Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país.

- La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto de las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones.
- La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.
- La coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública y entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas.
- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar estos derechos.

Aunque podemos afirmar que en dicha ley no se encuentran implícitas todas las reglas de la política ambiental, existen otras leyes en el mismo sentido que tienen relevancia ambiental.

En el Artículo 16 de la misma ley, se dispone:

“Las entidades federativas y los municipios en el ámbito de sus competencias, observarán y aplicarán los principios a que se refieren las fracciones I al XV” y de las cuales se encuentran plasmadas en el Artículo 15 de la misma ley.

La mayoría de estos principios no se destinan a particulares sino a las mismas autoridades públicas.

## **La vía administrativa**

La gestión ambiental es elaborada por las autoridades correspondientes que han sido facultadas para llevar a cabo dicha tarea y solo están obligadas a cumplir por lo dispuesto en la legislación correspondiente al tema, en resumen esta vía se refiere a las facultades de las autoridades administrativas en cuanto al ejercicio de sus atribuciones dispuestas en el marco de la ley.

En nuestro país la dependencia que está facultada por la legislación federal para la formulación y aplicación de la política ambiental es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, su fundamento lo encontramos en el Artículo 32-bis Fracción II de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Asimismo, con relación al Artículo anterior, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Artículo 5 otorga dichas facultades a la Federación a través de la SEMARNAT.

En este mismo tenor, el Artículo 54 Fracción I del Reglamento Interior de la SEMARNAT establece que compete al órgano desconcentrado de dicha dependencia, el llamado Instituto Nacional de Ecología (INE):

“Formular, conducir y evaluar la política y protección del medio ambiente, para asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas, así como su aprovechamiento y desarrollo sustentable.”

La política ambiental también implica la elaboración y establecimiento de normas oficiales mexicanas (NOM) y de criterios generales. La SEMARNAT tiene competencia para emitir normas oficiales mexicanas sobre preservación y restauración de la calidad del medio ambiente, así como sobre el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sobre la descarga de aguas residuales; sobre materiales y residuos sólidos peligrosos.

Asimismo, está facultada para participar en la adopción de instrumentos económicos dirigidos a la protección, restauración y conservación del medio ambiente, tales como estímulos fiscales y financieros. La política ambiental constituida a través de la vía administrativa, es obligatoria sólo para la administración pública federal, los gobiernos estatales y municipales bajo los términos del Artículo 6 Fracción I de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

### **La vía de la planeación**

Esta vía obliga en la medida en que los planes gubernamentales rigen la creación de las políticas públicas necesarias para resolver los problemas prioritarios de la agenda nacional.

Las bases jurídicas para la planeación en México se encuentran en la Constitución en los Artículos 25 y 26, los cuales se reglamentan en la Ley de Planeación la cual establece las bases de un Sistema Nacional de Planeación Democrática, sin embargo el instrumento fundamental de la planeación será el Plan Nacional de Desarrollo al cual según su Artículo 26 se subordinan los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que se formulen por la administración pública.

Anteriormente la política ambiental se encontraba dentro del Sistema de Planeación Nacional para el Desarrollo, en la actualidad la encontramos en el Artículo 17 de la LGEEPA, una de las bases de la planeación nacional, en la cual se incluye la política ambiental y el ordenamiento ecológico, así como las competencias y atribuciones del Gobierno Federal y las entidades de la Administración Pública Federal.

## **Instrumentos para la aplicación de la política ambiental**

La legislación mexicana establece en materia ambiental los mecanismos para la aplicación de la política ambiental. La LGEEPA establece dentro de sus Artículos 17 al 41 una serie de instrumentos preventivos y correctivos mediante los cuales dará curso a la aplicación de la política ambiental (Brañes, 2000).

### **Instrumentos preventivos**

Dentro de esta clasificación se encuentran: la planeación ambiental, el ordenamiento ecológico del territorio, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, los instrumentos económicos dispuestos, la regulación ambiental de los asentamientos humanos; la evaluación del impacto en el medio ambiente, la autorregulación y las auditorías ambientales; las medidas de protección de áreas naturales y la investigación y educación ecológicas.

### **Instrumentos correctivos**

Estos son los llamados instrumentos de control que tienen como finalidad el que se cumpla con la aplicación de la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, dentro de estos instrumentos se encuentran: las medidas de inspección y vigilancia; las medidas de seguridad; las sanciones administrativas; las sanciones penales y las sanciones civiles.

A su vez estos instrumentos se pueden dividir en mecanismos de comando-control y económicos; los mecanismos de comando-control se pueden definir como: “conjunto de regulaciones que prescriben conductas apropiadas para la consecución de los fines de la política ambientales, así como los mecanismos establecidos en esas regulaciones para su aplicación, incluso de una manera coactiva.”

Dentro de estos mecanismos se encuentran las medidas de inspección, vigilancia y las medidas de seguridad.

Los mecanismos económicos los podemos definir como el conjunto de “regulaciones que buscan valerse de los intereses de los agentes económicos para fines propios de la política ambiental” así encontramos a las sanciones administrativas; sanciones penales y civiles.

## **Política ambiental sobre residuos**

La política ambiental en materia de residuos de toda índole (sólidos orgánicos e inorgánicos, industriales no peligrosos y peligrosos), identifica como primera opción la prevención de su generación, como segunda la reutilización y como tercera el tratamiento ya sea para recuperar los materiales con valor económico o para destruirlos o reducir su volumen y peligrosidad, mediante tecnologías que incluyan la destrucción térmica con recuperación de energía, y como último recurso su disposición final en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados de residuos industriales no peligrosos (LGEEPA, 2012).

## **Instrumentos de la política para el manejo integral de residuos sólidos**

Los instrumentos de la política para el manejo integral de residuos sólidos comprenden, entre otros:

Planes, programas y proyectos piloto para el manejo integral de residuos sólidos municipales.

- Capacitación técnica y profesional.
- Incentivos y desincentivos económicos.
- Divulgación de información confiable.
- Monitoreo e inspección.
- Sanciones disciplinarias y compensatorias.

- Apoyo técnico y financiero a los estados y municipios.
- Educación ambiental constante y consistente.
- Condiciones para el mercado de material reciclado, composta y biogas.
- Disposiciones legales.

## **La política ambiental del Estado de Guanajuato**

El Estado de Guanajuato actualmente cuenta con su propia Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato la cual fue publicada en el Periódico Oficial el 8 de febrero del año 2000 y con una ultima modificación el 28 de octubre de 2009, y es en ella donde se plasman los principios constitucionales de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar ; así también como de proteger la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y demás recursos naturales con que cuenta la entidad (LPPAEG, 2009).

El capítulo cuarto de dicha ley nos habla de la política ambiental del Estado siendo esta la que dicta los principios tanto para el ejecutivo y los municipios que deben de seguir cuando se formulen los instrumentos y conduzca la política ambiental guiados en principios tales como:

- Las actividades que se lleven a cabo dentro del territorio estatal, no afectarán el equilibrio ecológico de otras entidades o de zonas de jurisdicción federal.
- La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de vida de las futuras generaciones.
- Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

- El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población.

Para llevar a cabo dichas acciones esta ley cuenta con diversos instrumentos para atender la política ambiental entre los que se encuentran:

- De la Planeación Ambiental en el cual se prevea que para la elaboración de los programas estatales y municipales se deberá contar con la participación de los distintos grupos sociales así como de la asesoría de los consejos consultivos ambientales de la entidad en el caso de los municipios.

- Del Ordenamiento Ecológico en el cual se formularan los programas de ordenamiento ecológico tanto del gobierno estatal así como de los municipios y a nivel regional, con ello siempre cuidando el equilibrio ecológico que debe existir entre las zonas naturales y los asentamientos humanos para evitar en la medida de lo posible la perturbación de los primeros.

- De los Instrumentos Económicos los cuales buscan incentivar el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, otorgando incentivos a quien realice acciones para fomentar la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico y multas de carácter económico a quienes no respeten dicho ordenamiento y su conducta perjudique el equilibrio ecológico de la zona.

## Conclusiones

Este capítulo nos ha permitido profundizar en los conceptos generales que integran la política ambiental, sus orígenes a partir del reconocimiento de los problemas ambientales provocados por la industrialización de los países desarrollados y la falta de normatividad ambiental en los países en vías de desarrollo.

Hemos revisado los tipos de política ambiental que existen y en el caso de México esta se presenta de manera explícita bajo la premisa de la vía legislativa, la cual es la vía principal para la elaboración de las políticas ambientales en nuestro país tanto para las leyes de carácter federal así como también de las leyes y reglamentos que establecen los Estados y los municipios de manera independiente las cuales buscan prevenir, conservar y en todo caso resarcir al medio ambiente los daños que pudiera sufrir producto de la actividad humana y de su desarrollo.

Igualmente hicimos un breve repaso de los antecedentes que dieron paso a la creación de la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente la cual establece los principios para la formulación de la política ambiental de México, así como los instrumentos para su ejecución.

Cabe destacar que esta ley es el inicio de una tendencia dentro del derecho administrativo en nuestro país; es el fundamento de lo que podemos llamar la legislación ambiental mexicana, que se integrará por: esta Ley, las treinta y un leyes estatales de ecología, los reglamentos de estas leyes, las normas técnicas, y los reglamentos y bandos municipales.

En este mismo capítulo damos un vistazo a lo que se presenta mas adelante que es el manejo de los residuos urbanos de toda índole a través de una política al respecto la cual identifica la importancia de la prevención en las cantidades que se generan día con día, el reciclaje y reutilización de todo aquel material que pueda reintegrarse a procesos productivos y no menos

importantes la disposición final de estos que causen el menor impacto al medio ambiente.

Sin embargo, toda esta estructura no será eficaz sin la difusión y divulgación de sus principios y sin la acción estatal y participación social para crear una conciencia ecológica que sea la que sustente la exigencia de su cumplimiento. La aplicación de la legislación ambiental significa un reto en todos los sentidos y pone en dura prueba la eficacia del Estado, ya que de ello depende nuestra supervivencia.

## **CAPITULO II. LA GESTIÓN LOCAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS**

Este capítulo tiene como objetivo revisar y analizar los antecedentes, conceptos y etapas del manejo integral de los residuos sólidos urbanos, asimismo a detallar el marco normativo existente en la federación y a nivel local para el manejo de este tipo de residuos, todo ello con la finalidad de resaltar los espacios de acción disponibles para los gobiernos estatales y municipales en cuanto a la gestión de los RSU y la manera como los han aprovechado a partir de su capacidad institucional existente.

### **Antecedentes**

Lo que se conoce como manejo integral de los residuos sólidos se refiere únicamente a las actividades de reducción, separación, aprovechamiento, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos. La gestión integral de los residuos sólidos, a diferencia del primero, considera al manejo integral de los residuos dentro de un conjunto de actividades administrativas, normativas, financieras, de planeación, de fortalecimiento institucional, educativas, de capacitación, supervisión y evaluación, por lo tanto es solo un componente de una red que integra todo un proceso que va desde la fuente hasta el reciclado total o parcial del residuo.

## **Concepto de los residuos sólidos urbano**

Toda actividad que el hombre realiza en su vida diaria genera residuos de diversas características; en nuestro caso tales residuos se han denominado basura.

Para la ley en la materia (LGPGIR, 2003) se conciben a los residuos sólidos urbanos como:

“Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole; “

## **Clasificación de residuos sólidos urbanos**

Dentro de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003). Los residuos se clasifican en:

### ***Residuos Peligrosos (RP)***

Son aquellos que poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contienen agentes infecciosos. Son responsabilidad de la Federación con excepción de microgeneradores.

### ***Residuos Sólidos Urbanos (RSU)***

Los residuos sólidos urbanos son los generados en las casas habitación, así como los residuos que provienen de cualquier otra actividad con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. Son responsabilidad de los municipios.

### ***Residuos de Manejo Especial (RME)***

Son producidos por grandes generadores, sin que tengan características de peligrosidad o ser RSU. Son responsabilidad de las entidades federativas y de los municipios. Los tres tipos de residuos son contaminantes y requieren diferentes medidas de manejo para prevenir y evitar riesgos a la salud y al ambiente. De acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003, los residuos que están prohibidos para su ingreso a los rellenos sanitarios son únicamente los peligrosos.

### **Composición de los Residuos sólidos urbanos**

Conocidos como “basura”, son aquellos desechos generados en hogares, comercios, o en la vía pública, tales como envases, empaques, restos de comida o lo que resulta de la limpieza de las calles y lugares públicos.

A este tipo de desechos de acuerdo a diversas normativas también se les conoce como “residuos sólidos municipales” (RSM), y al igual que el desecho urbano es el que proviene de las actividades normales que se desarrollan en casas habitación y que su generación no excede de 25 kilogramos por evento de recolección por vivienda. También se consideran los generados en sitios y vías públicas y en los mercados municipales.

# **El manejo y la gestión integral de los residuos solidos urbanos**

## **Gestión Integral de los Residuos**

Son todas las acciones que desarrollan un ente público o privado para manejar y gestionar adecuadamente los RSU y RME de su comunidad. Por ejemplo: expedición de reglamentos de limpia, estímulos para la reducción de la basura, promoción de centros de acopio, gestión de recursos y apoyos, capacitación, etc.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003) define a la gestión integral de los residuos como:

“El conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región”.

## **Manejo Integral de los Residuos**

Es la parte técnica de la gestión integral e incluye a todos los aspectos relacionados con las RSU y RME, desde la generación, almacenamiento, barrido, recolección, traslado, tratamiento, aprovechamiento de materiales y disposición final.

## **Etapas del manejo integral de residuos solidos**

### ***Recolección de residuos sólidos***

La recolección incluye acopiar los residuos sólidos de diversos orígenes y transportarlos hasta el centro de reciclaje, o cualquier sitio de disposición final. La recolección es una de las actividades más costosas dentro del manejo integral de los residuos, ya que esta etapa comprende el uso de vehículos, personal y costos de transportación desde las rutas hacia el destino final del residuo.

### ***Rutas de recolección de residuos sólidos***

Son los recorridos específicos que realizan los vehículos con el fin de recolectar los residuos generados en la mejor forma. Para el diseño de rutas debe tomarse en cuenta, por lo menos, los siguientes parámetros: volumen de los residuos generados, condiciones de los residuos, métodos de recolección, infraestructura con la que se cuente, distancias de recorrido en la recolección, tipos de vías locales, topografía y clima. Rutas mal diseñadas atraen graves problemas como una deficiente operación y funcionamiento de las unidades recolectoras, desperdicio de personal, reducción de la cobertura del servicio, y por ende proliferación de tiraderos clandestinos.

### ***Aprovechamiento de residuos sólidos***

Esta etapa tiene como finalidad maximizar el uso de los residuos sólidos urbanos antes de enviarlos a disposición final, es decir, se reutilizan y separan a fin de aprovechar los materiales potencialmente reciclables, siempre y cuando sea adecuado y factible en términos ambientales y económicos.

### ***Disposición Final de los Residuos***

Es la última etapa del ciclo de vida de los RSU y RME. Se define como la acción de depositar permanentemente los residuos en sitios, instalaciones, cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas.

### **La gestión local de los residuos sólidos en México**

En México se recolecta sólo el 88 por ciento del total de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados, y se depositan diariamente, por lo menos, 25 mil toneladas en tiraderos a cielo abierto o en cualquier otro sitio sin control (Gutiérrez, 2006).

Esto sucede porque al igual que en otros países, el servicio de recolección de basura sigue siendo muy básico, en la práctica, son pocos los gobiernos municipales que conocen la cantidad y tipo de residuos que se generan en su territorio, y en la mayoría carecen de registro de los mismos, según datos de la propia SEMARNAT se sabe que sólo un 5% de los municipios cuenta con una cobertura completa del servicio de recolección y disponen todos sus residuos en rellenos sanitarios o sitios controlados .

Hasta el año 2005, en el país existían 95 rellenos sanitarios, un número muy reducido considerando que cada uno de los 2,439 municipios existentes debiera disponer sus residuos en una instalación de este tipo. Se estima que del total de municipios con menos de 50 mil habitantes sólo 22 de ellos disponen los residuos en un relleno sanitario o sitio controlado (INEGI, 2007).

En la siguiente figura se muestra como en México se han ido desarrollando y utilizando los distintos tipos de sitios para la disposición final de RSU tanto los denominados controlados, No controlados, así como los rellenos sanitarios comenzando del año 1995 hasta el año 2009, donde prácticamente se da una vuelta a la cantidad de rellenos sanitarios en este ultimo año a

comparación de la cantidad de sitios no controlados existentes en el primer año de evaluación.

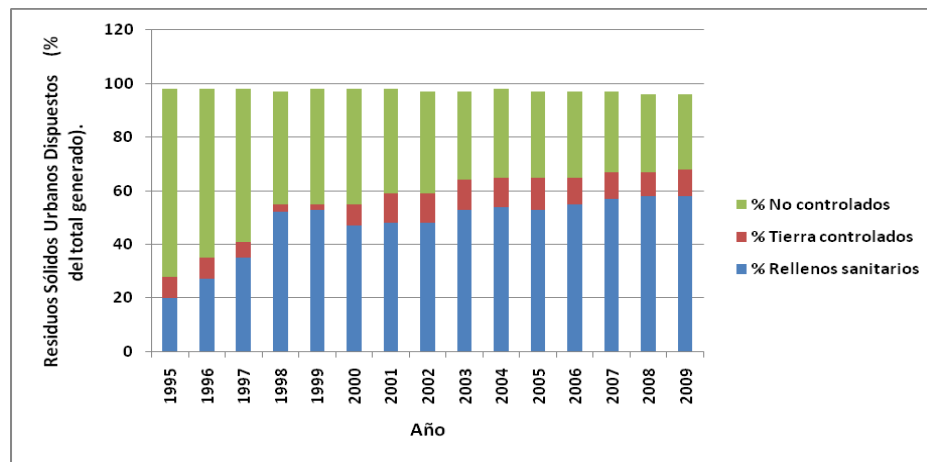


Figura 1.1 Disposición final de residuos sólidos urbanos

Al margen de dicho crecimiento en cuanto a sitios de disposición final para los RSU, nuestro país sigue siendo de los pocos en que no se cobra por la prestación del servicio de recolección y disposición final de los desechos, esto hace que financieramente los municipios tengan grandes deficiencias para atender los requerimientos de la población.

Es decir, que la falta de recursos propios junto al limitado desarrollo institucional de los municipios y la insuficiencia de personal capacitado para esta gestión entre otras, determinan las precarias condiciones en que operan estos servicios.

México cuenta con un compendio muy interesante de leyes en relación a la gestión integral de los residuos que se producen en el territorio, es importante notar que como se indica más adelante la definición de los tipos de desecho en este caso el residuo sólido urbano es materia obligatoria para el municipio en cuanto a su recolección, manejo y disposición final, y es que al ser el municipio la instancia donde se realizan todas las actividades comerciales, productivas, y de la vida diaria de sus habitantes es en este donde se produce la mayor cantidad sino es que la totalidad de residuos sólidos meramente urbanos.

En este orden de ideas es la propia Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2009) la que especifica, en los Artículos 8 y 137, que el municipio es el encargado de la aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos no peligrosos, así como de emitir las autorizaciones para realizar cada una de estas actividades.

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003) la cual define como manejo integral a las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, ya sea se realicen de manera individual o combinadas de manera apropiada, es decir, ajustadas a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Con la entrada en vigor de esta ley se inició todo un proceso de clasificación de los tipos de residuos ya sean urbanos, de manejo especial y los residuos peligrosos, y de esta manera identificar las fuentes de producción, los riesgos a la salud y su disposición final. Esta clasificación sirvió para delimitar competencias y responsabilidades entre los tres órdenes de gobierno, esta misma divide las atribuciones de estos tres órdenes de gobierno y la coordinación entre dependencias las cuales tienen como atribuciones las presentadas en la siguiente tabla (tabla 1.1):

| Tipo de residuo | Orden de Gobierno     | Atribuciones marcadas en LGPGIR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RSU             | Municipios            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autorizar y llevar el control de los RP de microgeneradores</li> <li>• Promover la creación de infraestructura para el manejo integral de los RSU y RME.</li> <li>• Promover programas municipales para la Prevención y gestión integral de RME y RSU.</li> <li>• Coadyuvar con la Federación a la integración de un sistema de información nacional sobre la gestión de residuos</li> <li>• Regular y establecer las bases para el cobro de la prestación del servicio de manejo integral de RME.</li> <li>• Someter a consideración de la SEMARNAT los programas para el establecimiento de sistemas de gestión integral de RME, así como la construcción y operación de rellenos sanitarios cuando se requiera de asistencia técnica de la Secretaría.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| RME             | Entidades federativas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar los programas estatales en materia de RME.</li> <li>• Expedir los ordenamientos jurídicos en materia de manejo.</li> <li>• Autorizar el manejo integral de RME dentro de su territorio que puedan estar sujetos a planes de manejo.</li> <li>• Elaborar el listado de generadores de RME.</li> <li>• Verificar el cumplimiento de la ley, imponer sanciones y medidas de seguridad en materia de RME.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| RP              | Federación            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (para RP, RME y RSU).</li> <li>• Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y otras disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los RP, RME y RSU.</li> <li>• Expedir normas oficiales mexicanas para establecer cuáles residuos estarán sujetos a planes de manejo</li> <li>• Regulación y control de Residuos peligrosos.</li> <li>• Regular aspectos ambientales referentes al transporte de RP, importación o exportación de los mismos en territorio nacional.</li> <li>• Verificar el cumplimiento de la normatividad, imponer medidas de seguridad y sanciones.</li> <li>• Celebrar convenios con Entidades federativas para autorizar y controlar los RP de microgeneradores y brindar asistencia técnica-</li> <li>• Autorizar el manejo integral de los Residuos peligrosos</li> <li>• Establecer y operar el Sistema Nacional de protección Civil, en coordinación con Entidades federativas y Municipios para la prevención y control de contingencias y emergencias ambientales relacionadas con los RP.</li> </ul> |

Tabla 1.1 Distribución de competencias el manejo de los residuos sólidos

## **La gestión de residuos sólidos en el Estado de Guanajuato**

El Estado de Guanajuato cuenta con su propia legislación en materia de residuos sólidos a través de la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato publicada en el Periódico Oficial el 10 de mayo de 2005, la cual tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable de la entidad por medio de la regulación en materia de la generación y sobretodo la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial (LGIREMG, 2005).

Actualmente el Estado de Guanajuato cuenta con un Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el cual para nuestros fines de interés presenta diversos lineamientos aplicables a la gestión integral del desecho como son:

- El adoptar medidas para la reducción de la generación de residuos, su separación en la fuente de origen, así como su adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final.
- Prever la liberación de los residuos que puedan causar daños al ambiente o a la salud humana y la transferencia de contaminantes de un medio a otro.
- Prever la infraestructura necesaria para asegurar que los residuos se manejen de manera ambientalmente adecuada.
- Promover medidas para evitar el acopio de residuos en áreas o en condiciones no autorizados por la autoridad competente.
- Establecer las medidas adecuadas para reincorporar al ciclo productivo residuos reutilizables o reciclables, así como promover el desarrollo de mercados de subproductos para la valorización de los residuos.

## Conclusiones

Se denomina residuos sólidos urbanos a aquellos que se generan en las casas habitación, los que provienen de cualquier otra actividad con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (LGPGIR, 2003). Un punto importante en esta investigación es distinguir claramente entre gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos.

El manejo de los residuos sólidos se refiere tradicionalmente a las actividades de generación, almacenamiento y procesamiento en origen, recolección, transferencia y transporte, separación, procesamiento y transformación, así como disposición.

La gestión integral de los residuos, en cambio, incluye tanto equipamiento como actividades administrativas (capacitación de personal y fortalecimiento institucional), financieras, legales, de planeación y de ingeniería, así como la participación ciudadana.

Como bien se menciona para llevar a cabo una gestión integral se requiere de procesos continuos de planeación, operación, monitoreo y ajuste porque el problema es dinámico, tanto como las administraciones gubernamentales, y por tanto se espera que los factores institucionales (entendidos como instrumentos legales, organización administrativa, recursos financieros y participación ciudadana) mejoren el manejo integral de los RSU.

Los gobiernos municipales son la última instancia responsable de proveer el servicio público de manejo integral de los residuos sólidos que se compone de las facetas de reducción de la fuente, separación, reciclaje, almacenamiento, transporte, disposición final de residuos, entre otras actividades. El manejo de los residuos es quizá el eslabón más sensible que vincula a la población con las autoridades municipales, pues las fallas constantes en este servicio ocasionan un impacto ambiental y de salud pública perceptible por la ciudadanía generando críticas en contra del municipio.

El siguiente capítulo detalla de manera amplia la situación actual que presenta el municipio de León en términos del manejo de los residuos sólidos que se producen diariamente en su territorio, de igual manera revisamos cuales son las estrategias aplicadas a través de planes y programas para llevar a cabo una gestión integral de dichos residuos, por lo cual este capítulo ha sido de vital importancia para comprender mas adelante como las estrategias implementadas por los gobiernos locales para el manejo de los RSU como es el caso de la ciudad de León pueden ayudar a prevenir y controlar la generación de basura así como de la degradación paulatina del medio ambiente.

### **CAPITULO III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL QUE PRESENTA EL MUNICIPIO DE LEÓN EN RELACIÓN AL MANEJO DE SUS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Este capítulo también tiene como propósito servir como referencia unificadora para comprender la situación actual de la ciudad en materia de RSU, la problemática asociada a las llantas como parte de este tipo de desechos y en capítulos siguientes indagar en las diferentes estrategias que han seguido varios países para el manejo y control de las llantas usadas.

#### **La gestión de residuos sólidos en la Ciudad de León**

El crecimiento sostenido de las grandes urbes demanda más y mejores servicios, la premisa es clara, el crecimiento de una ciudad debe implicar la planeación de cada aspecto de su desarrollo, una mayor población exige mayores recursos tanto energéticos como alimenticios, de transporte etc.

Todo lo que se consume al final de la cadena genera algún tipo de residuo desde bióxido de carbono hasta basura orgánica e inorgánica, industrial y casera, de ahí la necesidad de abordar el tema de los residuos como parte de un problema ambiental que requiere una política integral para lograr su adecuada gestión.

Ciudades como León presentan una tasa de crecimiento tanto poblacional como territorialmente mayor que cualquier otro municipio del Estado, este auge implica un mayor número de consumidores de servicios como lo es el caso del transporte, esto ya que las distancias cada vez son mayores para sus habitantes por lo cual el número de vehículos se ha incrementado de manera considerable, tanto así que casi la mitad de las familias en la ciudad cuentan por lo menos con un automóvil aunque las estadísticas nos dicen que se trata de dos unidades o más.

## **Historia**

Los primeros pobladores del municipio del León, fueron la culturas chupícuaro, teotihuacana y tolteca. Posteriormente en el siglo XIII grupos procedentes de lo que ahora conocemos como San Luis Potosí grupos nómadas chichimecas. La primera expedición española a lo que ahora conocemos como León se realizó en 1530, pero hasta 1546 se dio propiamente la colonización agrícola y ganadera.

Posteriormente debido a los constantes enfrentamientos con los pueblos chichimecas, los colonizadores de la zona pidieron a las autoridades virreinales de esa época la fundación de un poblado mayor a fin de encontrar resguardo y así es como se funda la villa de León en 1576. En 1830 fue cuando recibió el título de ciudad con el nombre de León de los Aldama, en honor de los insurgentes Ignacio y Juan Aldama.

Debido al desarrollo de una red importante ferroviaria que comunicaba con México, Guadalajara y Ciudad Juárez, en el siglo XIX, León ya era una ciudad dinámica e industrial, con un potencial importante y destacado para el comercio, lo cual lo colocaba como una metrópoli de vanguardia al ser la primera en donde se instaló una planta eléctrica en 1879, la cual fue muy útil y fundamental para la industria textil, y además como el segundo centro urbano más importante al ser la segunda ciudad más habitada del país .

## Localización

La ciudad de León de los Aldama, Guanajuato, se encuentra situada a los 101°40'50" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a los 21°07'11" Latitud Norte y a 1800 m sobre el nivel del mar. El área del territorio municipal comprende 1,183.20 km<sup>2</sup>, equivalentes al 3.99% de la superficie total del estado de Guanajuato. El municipio limita geográficamente: al Norte con el municipio de San Felipe; al Este con los de Guanajuato y Silao; al Sur con los de Silao, Romita, y San Francisco del Rincón y; al Oeste con el de Purísima y los municipios de Lagos de Moreno y La Unión de San Antonio del Estado de Jalisco. (Ruel S.A., 2011). En la Figura 3.1 se muestra el mapa de la localización geográfica y su colindancia del municipio de León, Guanajuato:



Figura 1.2 Localización del Municipio de León

Su extensión territorial representa el municipio más grande y con el mayor número de población en el Estado de Guanajuato, mientras que a nivel ocupa el quinto lugar entre las ciudades más grandes del país.

## Condiciones físicas del municipio

- **Clima:** Posee un clima predominantemente semiseco- semicálido. Con una temperatura media anual de 19.2°C, la temperatura máxima es de 35.3°C y la mínima de 0°C. La precipitación pluvial media es de 697.6 milímetros.
- **Hidrografía:** casi en su totalidad la hidrografía del municipio pertenece al sistema hidrográfico del río Lerma-Santiago.
- **Presas:** Los Castillos (3 420 000 m3), Duarte (4 466 000 m3), Echeveste (3, 000,000 m3), El Barrial (50, 000,000 m3). Después de almacenarse por horas, las aguas fluyen en los cauces del municipio o, son almacenadas en la Presa del Palote (9,300 ,000 m3) en la parte norte de la ciudad.
- **Orografía:** A medida que se camina hacia el norte de la ciudad, el terreno es cada vez más montañoso hasta encontrar la Sierra de Comanja o de Ibarra, en los confines con los municipios de Ocampo y San Felipe. Hacia el noreste está el Cerro del Gigante (2,884 metros), la mayor elevación en el distrito. El noroeste es también montañoso. El centro del municipio, el suroeste, sur y sureste, son parte de la llanura de El Bajío que se ve sembrada de maíz, cebada, papa y otros cultivos. Al sur-suroeste se hallan vallados, especialmente en Santa Rosa, Los Sapos, San Pedro del Monte, La Sandía y Santa Ana del Conde (INAFED, 2009). Destacan dentro de sus recursos geológicos grava y arena
- **Áreas protegidas:** Existen dos áreas naturales protegidas las cuales son: la Sierra de Lobos y el Parque Metropolitano.
- **Uso de suelo:** El uso del suelo es en un 43.05% se destina para la agricultura, el 12.41% es pastizal, 4.11% representa el porcentaje de bosque en el municipio, 0.47% es matorral, 29.79% corresponde a la

vegetación secundaria, 0.82% son cuerpos de agua y áreas urbanas equivale al 9.35% del total de la superficie del municipio de León.

- Flora: En cuanto a las especies forrajeras, en el municipio hay zacatón, triguillo, navajitas, liendrilla, mezquite, pata de gallo, popotillo plateado, de amor, flechilla, búfalo, retorcido moreno, tres barbas, lanudo, tempranero, colorado, etc. Entre las especies forestales se encuentran encino y mezquite, pingüica, sotol, nopales, huisache, gatuño, cazahuate, garambullo, entre los más relevantes.
- Fauna: Águila Real, Armadillo, Ardilla de tierra, Cascabel de Cola Negra, Chivo prieto, Chicuite, Chuparrosa o Colibrí, Ciervo, Codorniz, Conejo, Coyote, Cuervo, Cuitlacoche, Gavilán, Golondrina, Gorrión, Mapache, Onza Mustela, Paloma Bellotera, Rata de maguey, Ratón, Tejón, Tlacuache, Tuza, Zorra, Zorrillo (Ruelsa, 2011).

### **Condiciones socio-demográficas del municipio**

En este apartado revisaremos el Censo y Conteo de Vivienda y Población correspondientes al 2000, 2005, 2010 respectivamente. Para de este modo analizar los cambios sufridos por el municipio.

En el Censo de Vivienda y Población del año 2000, la población es predominantemente urbana, pero también cuenta con un número importante de localidades de índole rural, las cuales se encuentran dispersas dentro de su territorio. Contaba con una población de 1, 134,842 habitantes de los cuales 554,690 son hombres y 580,152 son mujeres.

Por su parte Conteo de Vivienda y Población para el año 2005, muestra una población predominantemente urbana (94% en el año 2005), pero también cuenta con un número importante de localidades de índole rural, la cabecera municipal cuenta con más de 850 colonias asentadas.

La población del municipio de León representa el 26.182 % de la población del Estado, ocupando este municipio el primer lugar poblacional del Estado. De las cuales el 6.06% habita en localidades inferiores a 2,499 habitantes, lo cual es considerado población rural, siendo el restante 93.94% población urbana.

Según cifras el último Censo de Vivienda y Población 2010 (INEGI, 2011), realizado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI, el municipio de León cuenta, con una población total de 1, 436,480 habitantes, correspondientes a 734,699 mujeres y 701,781 hombres, abarcando una extensión de territorio que comprende 122,350 hectáreas, los cuales representan el 3.99% del de la superficie estatal, ocupando así el sexto lugar en extensión territorial del estado.

Cuenta con una red carretera de 711.1 km, de las cuales el 28.8% corresponde a carreteras estatales alimentadoras, el 61.6% con caminos rurales y un 2.8% son carreteras troncales federales.

Por último resulta importante lo señalado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) ya que estima que para el 2030 el Municipio de León tendrá una tasa de crecimiento de 2.1% promedio anual. Siendo así uno de los municipios mas grandes del Estado.



Figura 1.3 Centro histórico de la ciudad de León

## Localidades del municipio

El municipio de León cuenta con 609 localidades activas, siendo las más importantes las siguientes: León de los Aldama, La Joya, Medina, La Ermita, Duarte, Santa Rosa Plan de Ayala, Santa Ana del Conde, Izoa de los Padres. Dentro de las cuales 134 presenta una alta marginación, siendo un factor importante. El municipio presenta un grado de marginación, así como un grado de rezago social considerado como “Muy bajo”.

En la siguiente figura (Figura 3.3) realizado por el Instituto de Información para el Desarrollo de Guanajuato 2005 muestra los límites del municipio, las localidades mayores de 2500 habitantes, siendo estas las más destacadas de municipio de León:



Figura 1.4 Principales localidades del municipio de León.

## Principales Actividades Económicas

### Economía y Empleo



Figura 1.5 Fabricación de calzado en la ciudad

El Producto Interno Bruto (PIB) de León durante el 2006, de acuerdo a estimaciones del Centro de Estudios Económicos y Sociales de Banamex, ascendió a \$112 mil 801 millones de pesos, representando el 35.5% del total estatal y 1.2% del nacional. La inflación anualizada mensual registrada en León durante el mes de febrero de 2010 fue de 4.72%, de acuerdo al reporte de INEGI.

De acuerdo al mismo informe, durante el cuarto trimestre del 2009, la población económicamente activa (PEA) fue de 612,802 personas. El salario mínimo de la llamada “zona C” a partir del mes de enero de 2012 se mantiene en 59.08 pesos diarios, el cual demuestra una variación notable ya que para el año 2003 era de \$ 40.30 pesos diarios.

### ***Sector Empresarial***

El municipio de León cuenta con 5,761 empresas, las cuales se encuentran divididas en Industria (47.24%), Comercio (27.61%) y Servicios (25.13%). (Dirección General de Economía del municipio de León, 2010).

## ***Industria***

Esta actividad es de suma importancia para el municipio, y principalmente se orienta a la curtiduría de pieles y procesamiento de cuero y a la fabricación de calzado y artículos de piel. También cuenta con industrias extractivas en su mayoría para materiales para la industria de la construcción, además de industrias de productos alimenticios y manufactureros

## ***Comercio***

La actividad comercial del municipio, se constituye en las industrias del calzado, textil y alimenticia, aunado al autoconsumo de bienes básicos.

Principales artesanías son: la elaboración de trabajos de herrería y cuchillería, talabartería como cinturones, zapatos, bolsas, carteras, valijas, ropa y ornamentación para la charrería.

## ***Turismo***

El desarrollo de esta actividad económica tuvo un incremento considerable en los últimos tiempos, lo anterior se debió en su mayoría a la realización de eventos como la Feria de León la cual es la segunda más grande e importante a nivel nacional, la feria de Asociación Nacional de Proveedores para la Industria del Calzado ANPIC y eventos de entretenimiento como foros y conciertos, esto son solo algunas de las medidas de promoción turística.

De acuerdo con la Dirección de Información y Análisis de SEDETUR en el año 2010 la ciudad de León recibió 1.3 millones de visitantes de los cuales el 48% viajaron a la ciudad con motivo de visitar la Feria de León 2010. La derrama económica que registro fue \$ 2,716 millones de pesos y de los cuáles \$ 1,312 millones de pesos fue la derrama directa del evento dentro y fuera de la feria, incluyendo hoteles, restaurantes, transportes, etc. (Dirección General de Economía del municipio de León, 2010).

## **Marco jurídico para el manejo de los residuos solidos urbanos en el municipio de León**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su Artículo 115, establece como responsabilidad del municipio proveer a los ciudadanos del servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos, sin embargo, sólo reconoce la responsabilidad del gobierno local para prestar el servicio, mas no implica acciones de prevención o minimización de los impactos de los residuos sobre el ambiente o la salud.

Bajo el sustento del Artículo 117 Fracción III Inciso “C” de la Constitución Política para el Estado de Guanajuato, y 141 fracción III de la Ley Orgánica Municipal para el Estado de Guanajuato, el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos, constituye un servicio público, cuya prestación se encuentra a cargo de los Ayuntamientos.

La Ciudad de León cuenta con su propio reglamento de aseo público municipal desde 1992, este reglamento confiere la obligación como tal el manejo de los residuos sólidos de la ciudad, pero este aun no comprende la gestión integral de los residuos sólidos;

ARTÍCULO 2.- En este ordenamiento se aceptan y acatan las disposiciones y competencias en materia de Aseo Público, delegadas al Ayuntamiento por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley de Ecología para el Estado de Guanajuato, la Ley Orgánica Municipal y el Reglamento para el Control de la Calidad Ambiental de León, Gto.

ARTÍCULO 14.- El servicio de limpia comprende:

- I.- El barrido de vías públicas y áreas de uso común;
- II.- La recolección de residuos sólidos; y,
- III.- El diseño, instrumentación y operación de sistemas de almacenamiento, transporte, reusó, tratamiento y disposición de dichos residuos.

Se entiende lo anterior dada la antigüedad de dicho reglamento ya que la primera instancia en hacer referencia al manejo integral de residuos sólidos fue la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) promulgada en 1988 y de la cual el Artículo 2 del Reglamento de aseo público de León acata sus disposiciones, pero no es sino hasta 1996 que se modifica respecto a las atribuciones de las entidades federativas y los municipios, donde especifica en sus Artículos 8 y 137, que el municipio será encargado de la aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos no peligrosos, así como de emitir las autorizaciones para realizar cada una de estas actividades.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aprobada hasta el 2003, hace referencia de manera puntual acerca de la responsabilidad de los municipios en la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, aunado a lo anterior no es sino hasta el año 2005 que en el Estado de Guanajuato se expidió la “Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato”.

Sin embargo es a partir de este momento que el Estado cuenta con su propia ley específica en la materia la cual sirve de guía y sustento legal propiciando con ello las bases para un desarrollo sustentable en la entidad y para la posterior aprobación del “Reglamento para la Constitución del Sistema Integral de Aseo Público de León”, en el 2009.

Parte de la justificación de esta iniciativa tiene que ver con la falta de infraestructura para la mínima separación de los residuos sólidos; la inexistencia de una normatividad que vigile su cumplimiento; el no contar con acciones concretas para darles utilidad; y en general no contar con un programa de gestión de residuos para evitar su acumulación, generando principalmente la problemática de los residuos en la ciudad.

## **Diagnostico situacional de la ciudad de León en materia de residuos solidos urbanos**

El municipio de León presenta datos demográficos interesantes comenzando por su población la cual hasta el año 2010 asciende a 1.436,733 de este numero se desprende una predominancia de la población urbana por sobre la rural, la baja marginación y una cobertura de servicios superior al 90% de la población total.

Solo hasta el año 2006, en el municipio de León se tenia un promedio de recolección alrededor de las 1,150 toneladas diarias de residuos, con una composición promedio de un 50% de materia orgánica y otro 50% de materiales reciclables o reutilizables como papel, cartón, plástico, y metal. Los residuos generados diariamente en la ciudad representan un promedio de 1.07 kilogramos por habitante (Santos, 2009).

Cabe destacar el ritmo acelerado de crecimiento en el porcentaje de residuos que cada individuo genera diariamente, como dato en la década de 1950 la cifra de generación diaria era de 300 gramos, la cual ya para el año 2004 había ascendido a 900 gramos por habitante.

En lo que respecta al servicio de recolección de basura, se tiene una cobertura del 95% de la ciudad, dando servicio a mas de 275 mil hogares, lo que representa recorridos en un área de 14 mil 500 hectáreas. Las áreas

críticas para el servicio de limpia se sitúan en las zonas marginadas y rurales, con una cobertura limitada o inexistente de este servicio, por lo que representan las zonas de mayor riesgo ambiental y de salud.

Otra área crítica en el servicio de limpia es el incremento en los costos de operación, debido entre otros factores, a que son más grandes las distancias que se recorren en las rutas hacia el sitio de disposición final.

Lo anterior se resume en la siguiente Tabla (Tabla 3.3), donde se muestra el volumen de basura recolectada, los vehículos de motor recolectores con los que cuenta, superficie del relleno sanitario, superficie de disposición final, tanto los controlados como los no controlados y la capacidad disponible del relleno sanitario.

| <b>Municipio</b> | <b>Vol. de basura recolectada (miles de tonelada)</b> | <b>Vehículos de motor recolectores</b> | <b>Superficie de los rellenos sanitarios HAS.</b> | <b>Superficie de los sitios de disposición final controlados</b> | <b>Superficie de los sitios de disposición final no controlados</b> | <b>Capacidad disponible de los rellenos sanitarios</b> |
|------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>León</b>      | <b>1415</b>                                           | <b>138</b>                             | <b>60</b>                                         | <b>30</b>                                                        | <b>0</b>                                                            | <b>2,440,285</b>                                       |

Tabla 1.2 Generación de basura y su disposición 2008.

En el Municipio de León la eliminación de los residuos sólidos urbanos se realiza a través del Relleno Sanitario conocido como C.T.R. (Centro de Tratamiento de Residuos) “El Verde”, el cual cuenta con tecnología de punta cumpliendo satisfactoriamente con la normatividad ambiental Federal, Estatal y Municipal vigente.

El servicio de confinamiento está concesionado a una empresa particular por un periodo de 15 años, en el municipio se genera un promedio de 1,600 toneladas diarias de residuos y un promedio de 1 kilo 100 gramos diarios por habitante.

El predio cuenta con una superficie de 60 hectáreas, las cuales están distribuidas de la siguiente manera: 51.44 has. (85.73%) son destinadas a la operación; 3.72 has. (6.20%), para obras complementarias; 4.84 has. (8.06%), al área de amortiguamiento, en la periferia del predio. Se compone de 2 Macro Celdas, que a su vez se dividen en 5 celdas, cada una superficie aproximada de 5 hectáreas.

El relleno sanitario cuenta con un sistema de tratamiento de lixiviado mediante la evaporación y un sistema para la destrucción del biogás que se genera por la descomposición de los residuos.

## **Cifras cuantitativas de la ciudad de León en materia de transporte**

Un estudio reciente del Observatorio de Movilidad Urbana (OMU, 2011) para América Latina realizado a 15 ciudades de la región entre ellas la ciudad de León, nos dice que la misma cuenta con una extensión territorial de 1.200 km<sup>2</sup>, una población cercana a los 1,5 millones habitantes y una densidad de población de 1.250 hab/km<sup>2</sup> con una tasa promedio de crecimiento del 2,1%, en términos de infraestructura vial a fines de la década pasada la ciudad contaba con cerca de 5 mil calles, con una superficie de 2,647 kilómetros de vías, 442 intersecciones con semáforos y prioridad vial de 54.3 kilómetros para ciclistas y 15 kilómetros para el transporte colectivo.

Actualmente se cuenta con una flota de 1,788 autobuses urbanos y articulados, además de 4,578 taxis concesionados, con ello el transporte colectivo se hace cargo de 32% de los viajes diarios del área. El uso del transporte individual (automóviles, motos, taxis y bicicletas) corresponde al 35% de los viajes y el 33% de los desplazamientos son hechos a pie.

El transporte colectivo se hace mediante varios tipos de vehículos. Entre los viajes motorizados, el 48% se realizan en transporte público. Asimismo datos de la Dirección de Transito nos muestran un padrón oficial de 394,821 vehículos registrados en la ciudad.

A continuación se muestra una tabla (tabla 1.3) con la representación promedio de los kilómetros recorridos que realizan diariamente diversos vehículos tanto particulares así como de transporte publico y vehículos no motorizados como bicicletas y personas a pie, siendo la cifra de vehículos particulares, transporte publico en autobús y movilización a pie los que ocupan el mayor numero de viajes realizados diariamente ubicándose por encima del rango de los 500 mil viajes/día cada uno.

**Promedio de viajes realizados por día en la ciudad de León**

|                       |            |                      |           |
|-----------------------|------------|----------------------|-----------|
| Transporte individual |            | Automóviles          | 693,790   |
|                       |            | Motos                | 16,710    |
|                       |            | Taxis                | 48,477    |
|                       |            | Bicicletas           | 150,000   |
|                       |            | Moto-taxis           |           |
|                       |            | Total                | 908,977   |
| Transporte colectivo  | Neumáticos | Taxis colectivo      |           |
|                       |            | Jeeps                |           |
|                       |            | Combies/Vans         |           |
|                       |            | Microbuses           |           |
|                       |            | Minibuses            |           |
|                       |            | Buses estándar       | 737,940   |
|                       |            | Buses articulados    | 104,411   |
|                       |            | Buses bi-articulados |           |
|                       |            | Subtotal             | 842,351   |
|                       | Rieles     | Trenes               |           |
|                       |            | Metros               |           |
|                       |            | Tranvías             |           |
|                       |            | Subtotal             |           |
|                       | Barcos     |                      |           |
|                       | Total      |                      | 842,351   |
| A pie                 |            |                      | 880,782   |
| Otros                 |            |                      |           |
| Total General         |            |                      | 2,632,110 |

Tabla 1.3 Fuente: Informe "Observatorio de Movilidad Urbana - CAF", 2009.

Asimismo en la tabla siguiente se muestra el promedio de kilómetros recorridos diariamente por los distintos tipos de vehículos automotores a través de las calles de dicha ciudad siendo los vehículos particulares y el transporte publico de taxis quienes se ubican con las mayores cifras de kilometraje cercana a los 4 millones km/día. (Tabla 1.4)

**Promedio de kilómetros recorridos por día en la ciudad de León**

|                       |            |                      |           |
|-----------------------|------------|----------------------|-----------|
| Transporte individual |            | Automóviles          | 2,461,186 |
|                       |            | Motos                | 200,039   |
|                       |            | Taxis                | 1,101,750 |
|                       |            | Moto-taxis           |           |
|                       |            | Total                | 3,762,975 |
| Transporte colectivo  | Neumáticos | Taxis colectivo      |           |
|                       |            | Jeeps                |           |
|                       |            | Combies/Vans         |           |
|                       |            | Microbuses           |           |
|                       |            | Minibuses            |           |
|                       |            | Buses estándar       | 325,134   |
|                       |            | Buses articulados    | 11,688    |
|                       |            | Buses bi-articulados |           |
|                       | Subtotal   | 336,822              |           |
|                       | Rieles     | Trenes               |           |
|                       |            | Metros               |           |
|                       |            | Tranvías             |           |
|                       |            | Subtotal             |           |
|                       | Barcos     |                      |           |
|                       | Total      |                      | 336,822   |
| Total general         |            |                      | 4,099,797 |

Tabla 1.4 Fuente: Informe "Observatorio de Movilidad Urbana - CAF", 2009.

Algunos datos del censo efectuado en el año 2010 por el INEGI nos revelan cifras importantes ya que se tienen contabilizados mas automóviles en el padrón de transito municipal que el numero de hogares registrados por dicho censo, según estos datos en León existen 327 mil 174 familias contabilizadas, mientras que en el año 2012 existían en el padrón 394,821 vehículos registrados.

A esta cifra que representa solo el numero de vehículos que circulan de manera oficial en la ciudad, le añadimos al menos 9 mil vehículos con placas extranjeras, adheridos a organizaciones populares tales como la Unión Campesina de Emigrantes Mexicanos (UCEM), y donde además de esta existen al menos otras dos agrupaciones que buscan regularizar un número similar de vehículos, por lo tanto estaríamos hablando de un universo cercano a los 27 mil vehículos más con lo cual llegaríamos a una cifra de casi 430 mil automóviles en circulación.

Gracias a este censo también se sabe que el 47.3% de las familias leonesas posee automóvil, lo que equivaldría a 154 mil 753 familias que concentran los 394,821 vehículos registrados oficialmente, es decir, hay en promedio 2.5 coches por cada familia que tiene automóvil.

Con la información anterior podemos emitir una cifra de referencia del número de llantas desechadas en base al total de la población lo cual ascendería alrededor de las 385,000 llantas al año, cifra probable si contamos al menos los 1.6 millones de neumáticos en el total de vehículos que participan de las vías publicas de la ciudad y los 1,3 millones de habitantes actualmente, si contamos que la generación de llanta de desecho en países industrializados es aproximadamente a una llanta de automóvil por habitante al año.

Así mismo factores como las distancias a recorrer que ahora son mayores que en el pasado, la calidad de la infraestructura vial así como las buenas prácticas y mantenimiento adecuado de las llantas por parte de los conductores alargaran o acortaran la vida media de una llanta.

## Planes y Programas implementados por la Ciudad de León para el manejo integral de los residuos solidos urbanos



### El Sistema Integral de Aseo Público de León

El Sistema Integral de Aseo Público de León Guanajuato, (SIAP-LEÓN), es un organismo constituido como público descentralizado a través del “Reglamento para la Constitución del Sistema Integral de Aseo Público de León”, se enfoca única y exclusivamente a la prestación del servicio de limpia y al manejo integral de los residuos sólidos, dicho sistema como su nombre lo indica, unifica la prestación del servicio de recolección y el de disposición final, haciendo de este un proceso integral más eficiente y oportuno para atender el problema de los desechos urbanos en la ciudad; de acuerdo al tema que nos corresponde podemos citar algunas atribuciones específicas dentro del Artículo 5 de dicho reglamento con las que cuenta este sistema:

- Prestar el servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos;
- Aplicar y vigilar el cumplimiento de los reglamentos, normas, criterios y programas en materia de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos
- Gestionar, fomentar y controlar la venta y aprovechamiento de residuos a través de la valorización de productos y subproductos generados por la separación y tratamiento;
- Promover mediante el principio de responsabilidad compartida, la participación de los sectores productivos y de la sociedad en la prevención de generación de residuos, fomentar la valorización y llevar a cabo la gestión integral de residuos;
- Formular los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, impulsando la conciencia y participación en la reducción, reutilización y reciclado de residuos;
- Proponer al H. Ayuntamiento a través de la Comisión respectiva, las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos ;
- Someter a la consideración de la Comisión del H. Ayuntamiento respectiva, las tarifas aplicables al pago de derechos por la prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos;

Asimismo dicho organismo cuenta con una estructura organizacional que cumple las funciones anteriormente citadas a través de direcciones que cubren tanto las áreas operativas así como administrativas, financieras y educativas para llevar a cabo la tarea de la gestión integral de los residuos sólidos de la ciudad (León, 2006), las cuales se detallan a continuación:

### ***Dirección de Limpia, Recolección y Traslado***

De entre las funciones que destacan en el mismo reglamento Artículo 32, se encuentran:

- Diseñar y planear, las acciones necesarias a efecto de instrumentar los sistemas más adecuados para la prestación de los servicios públicos de limpia, recolección y traslado de residuos;
- Prestar los servicios de recolección a los establecimientos comerciales, industriales, de servicios o similares, que lo soliciten al SIAP-LEÓN.
- Coadyuvar en la prevención de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos y su remediación. Instalar en la vía pública contenedores con las medidas y dimensiones apropiados que fomenten el depósito y la separación de los residuos;

### ***Dirección de Tratamiento y Disposición de RSU***

De acuerdo con el Artículo 33 del mismo reglamento, entre las atribuciones de esta dependencia se encuentran:

- Planear y diseñar con la tecnología adecuada las acciones necesarias para la instalación y operación de plantas procesadoras de residuos de todo tipo, para el manejo integral Supervisar el funcionamiento de los sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos,
- Planear y diseñar con la tecnología adecuada las acciones necesarias para el aprovechamiento de energía para el autoconsumo de las instalaciones de la administración pública municipal.
- Coadyuvar en la vigilancia del cumplimiento de las condiciones establecidas en los títulos concesión otorgados por el ayuntamiento por la prestación del servicio público tratamiento y disposición final en materia de residuos de competencia municipal.

### ***Dirección de Comercialización***

El Artículo 34 del reglamento para la constitución del Sistema Integral de Aseo Público del municipio de León, Guanajuato, señala que son atribuciones para ésta dependencia:

- Planear y diseñar con base en la oferta y la demanda; la venta y aprovechamiento a través de la valorización de productos y subproductos generados por la separación y tratamiento de residuos que requiera el mercado;
- Promover la contratación del servicio de recolección a los establecimientos comerciales, industriales, de servicios o similares, previo pago de la tarifa que para el efecto establezca el Ayuntamiento.

### ***Dirección de Jurídico y Supervisión***

Algunas de sus atribuciones establecidas en el Artículo 35 de dicho reglamento son:

- Instaurar, sustanciar y resolver los procedimientos administrativos derivados de la denuncia ciudadana u ordenados de oficio por violaciones a la normatividad en materia de residuos;
- Calificar las multas impuestas por violaciones a la normatividad aplicable en materia de residuos;
- Dirigir y vigilar la ejecución de las acciones encaminadas a fin de evitar los tiraderos a cielo abierto o sitios no controlados de residuos.
- Supervisar que los establecimientos comerciales, industriales, de servicios o similares, cumplan con sus obligaciones en materia de recolección, transportación y disposición de residuos.

### ***Dirección de Educación Ciudadana y Comunicación***

El Artículo 36 del reglamento para la constitución del Sistema Integral de Aseo Público del municipio de León, señala que son atribuciones de esta dirección:

- Desarrollar los planes, programas y publicaciones para fomentar en los habitantes y los sectores productivos del municipio, la cultura de la reducción, reutilización, separación y reciclaje de residuos para lograr una gestión integral y ambientalmente adecuada;
- Promover la implementación de sistemas de manejo integral de residuos dentro de las dependencias y entidades de la administración pública municipal.
- Atender y comunicar a todos los sectores de la población los planes y programas de trabajo que realiza el SIAP-LEÓN.

### ***Dirección de Planeación y Desarrollo***

El reglamento citado con anterioridad señala en su Artículo 37 las atribuciones de ésta dependencia de entre las cuales se destacan:

- Proporcionar los elementos de planeación, evaluación y control de objetivos, programas y metas para el SIAP-LEÓN;
- Elaborar los manuales de políticas y estrategias, privilegiando la planeación a mediano y largo plazo, que permita promover proyectos social y económicamente rentables.

### ***Dirección de Administración y finanzas***

Algunas de las atribuciones de esta dirección se presentan a continuación, estas se encuentran señaladas en el Artículo 38 del reglamento para la constitución del Sistema Integral de Aseo Público del municipio de León:

- Planear, organizar y controlar las acciones y actividades

necesarias para proporcionar a las diversas áreas del SIAP-LEÓN, los recursos humanos, financieros y materiales para cumplir con su objeto;

- Coordinar la ejecución de los programas administrativos y financieros del SIAP-LEÓN estableciendo los sistemas que permitan aprovechar más racionalmente los recursos;
- Realizar la contabilidad general del SIAP-LEÓN, así como el control del ejercicio presupuestal.

### **Programa “basura que no es basura” en el municipio de León.**



Figura 1.6 Publicidad del programa

### **Objetivo**

El objetivo de este programa es promover una cultura de la separación y reciclaje de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) desde su origen, ello para lograr reducir el volumen de los mismos que se encuentran confinados en el relleno sanitario, acción que propiciaría la ampliación de la vida útil del mismo. Logrando además beneficios de gran impacto ambiental (Santos, 2009).

Para la ejecución de dicho programa se tomaron las siguientes acciones divididas en 4 grupos:

### ***Acción de regulación***

- Se estableció una modificación del Reglamento Municipal de Aseo Público para consolidar como obligatorio la separación de residuos, así como establecer sanciones ante su incumplimiento.
- Dicha modificación al reglamento citado indica que la basura es propiedad municipal, con lo que se pretendía aplicar esta disposición a los recolectores de basura y de esta manera controlar la pepena de basura.
- Se plantea la vigilancia a las empresas concesionarias, ello en el sentido del cumplimiento con lo establecido en los títulos de concesión relacionados con la separación y aprovechamiento de los RSU.

### ***Operatividad del programa***

La operatividad del programa consiste en la separación de los desechos reciclables desde el origen en los domicilios particulares y negocios, de esta manera los ciudadanos pueden llevar sus residuos a los Centros de Acopio ubicados en algunas colonias y en centros comerciales, o bien a través del camión recolector que recoge los materiales no reciclables dos días a la semana.

- Para la recolección de tipo acera y traslado de residuos sólidos urbanos se ejecutaba mediante 152 rutas concesionadas y 25 municipales, logrando así una cobertura del servicio del 95% de la mancha urbana.
- Dos días de la semana se llevaba a cabo la recolección únicamente de los materiales que pueden ser reciclados como lo son; el papel, cartón, madera, plástico, vidrio y metal.

- Se contaba con 14 centros de acopio ubicados en colonias, parques, y centros comerciales en los cuales se lograron recuperar hasta 50,649 toneladas al año de desechos reciclables.
- El total del material reciclable recuperado representó alrededor del 3% de del total de RSU que ingresaron al relleno sanitario, durante dicha administración.

### ***Estrategia de comunicación***

El programa se apoyó en las siguientes acciones:

- Presencia informativa en los medios electrónicos; radio, televisión e internet, así como en medios impresos; periódicos. Lo anterior mediante spots o inserciones y anuncios pagados.
- Inmersión y participación en eventos especiales como la Feria Ecológica, La Feria de león, Feria del Libro, ello a través del uso de módulos informativos.
- En los centros educativos públicos y privados se ejecuto el programa denominado Eco Reto, el cual promueve la recuperación de materiales de PET (Polietileno Tereftalato), además de la realización de talleres ecológicos para el reciclado de papel y arte con basura.

### ***Seguimiento y medición de impacto social***

Para el seguimiento de esta estrategia se aplicó de manera periódica una encuesta, por medio de la cual se logro determinar el impacto de los mensajes transmitidos. Los resultados de dicha encuesta coadyuvaron a la mejora del programa.

## Programa León Ponte las Pilas!



Figura 1.7 Publicidad de programa

### **Objetivo**

Establecer un programa para el acopio, recopilación, almacenamiento temporal y traslado de las pilas al sitio para su reciclaje, con la participación de la iniciativa privada e instituciones gubernamentales, a fin de darles un tratamiento adecuado conforme a la normatividad ambiental vigente aplicable.

Este programa ha mantenido un promedio mensual de 1,100 kilogramos de recuperación de estos residuos.

### **Supervisión y Vigilancia del acopio de Pilas**

Se realizan supervisiones de los sitios de acopio de pilas a fin de verificar la cantidad de pilas recolectadas y el impacto que se tiene hacia la ciudadanía mediante este Programa.

### ***Supervisión del Mantenimiento de materiales para el acopio de pilas***

Se verifica el estado de los contenedores a fin de que estos se encuentren en buenas condiciones.

### **Programa “TEKNOTRIKES”**



Figura 1.8 publicidad del programa

### ***Objetivo***

Establecer un programa para el acopio, recopilación, almacenamiento temporal y traslado de los residuos provenientes de partes tecnológicas de la industria de la informática y electrónica para su reciclaje, con la participación del municipio y la ciudadanía, a fin de darles un tratamiento adecuado conforme a la normatividad ambiental vigente aplicable.

### ***Supervisión y Vigilancia del acopio de “TEKNOTRIKES”***

Se realizan supervisiones de los sitios de acopio de TEKNOTRIKES a fin de verificar la cantidad de producto recolectado y el impacto que se tiene hacia la ciudadanía mediante este Programa.

### ***Supervisión del Mantenimiento de materiales y sitios de Acopio***

Se verifica el estado de los sitios de Acopio y contenedores a fin de que estos se encuentren en buenas condiciones.

### ***Sitios de acopio de del Programa “TEKNOTRIKES”***

- Parque Metropolitano
- Parque Cárcamos
- Soriana Maravillas
- Soriana Malecón
- Walmart Torres Landa
- Soriana Satélite

El SIAP continúa dando seguimiento al programa “TEKNOTRIKES” con el acopio de partes tecnológicas de la industria de la informática y electrónica, debido que estos de manera común se disponían como residuos sólidos urbanos y se confinaban en el relleno sanitario, además de ser tirados clandestinamente en lotes baldíos, arroyos, etc. Este programa ha mantenido un promedio mensual de 3 mil kilogramos de recuperación de estos residuos.

## Conclusiones

Podemos concluir en que la ciudad de León ha presentado diversos avances en materia de manejo de los residuos urbanos y más importante es que a partir de la creación de la normatividad federal y posteriormente estatal que sirve como guía hacia la gestión integral de los residuos urbanos, las administraciones municipales han puesto especial atención a las demandas de la ciudadanía por mejorar los servicios públicos de limpieza.

Todo ello a través de las últimas disposiciones en materia de la gestión integral de residuos, siendo la creación del Sistema Integral de Aseo Público de la ciudad el medio por el cual se puede llevar a cabo una real gestión integral de los residuos desde el ámbito del mismo servicio de recolección, manejo y disposición final así como la vigilancia y cumplimiento de las normas, la formulación de los programas, la promoción de la participación ciudadana, la supervisión y evaluación entre otros los cuales constituyen el conjunto de acciones que determinan una correcta gestión de los residuos de la ciudad atendiendo así las demandas ciudadanas y haciendo con ello mucho más eficiente el proceso de limpieza y sustentabilidad ambiental en la ciudad.

Asimismo indagamos que el municipio de León aun no cuenta con un plan formal en el manejo integral de las llantas usadas ya que solo se tiene la recolección y el acopio de las mismas, servicio que tiene un costo de \$1.05 por kilogramo, por la recolección de llantas, incluyendo la operación y el confinamiento.

Lo anterior quizá por factores como el hecho de que este tipo de residuo no sea representativo en el porcentaje de cantidad de basura que anualmente debe de procesar la ciudad, no por ello es menos importante ya que este residuo tiene un acumulativo histórico sin control, es importante entonces contar con un manejo integral, que garantice la eliminación de las llantas dispersas o acumuladas por ser fuentes de problemas de salud y ambientales, de manera

eficiente y continua a través del tiempo.

En el siguiente capítulo daremos paso a conocer de manera específica casos latinoamericanos de éxito en cuanto a las estrategias adoptadas para el manejo integral de las llantas de desecho en países como Brasil, Argentina, Perú y México.

## **CAPITULO IV. EXPERIENCIAS LOCALES E INTERNACIONALES EN LA GESTION INTEGRAL Y MANEJO DE RSU, CASO DE LLANTAS USADAS**

Este capítulo tiene la finalidad de estudiar las estrategias que fueron aplicadas para el manejo integral de las llantas de desecho en ciudades de América, en este caso los países seleccionados presentan condiciones políticas similares a México en cuanto al nivel de organización y puesta en marcha de políticas públicas, así mismo con niveles de desarrollo económico y social acordes a nosotros, de esta manera se intentara comprender como algunos países no muy distintos al nuestro han encontrado soluciones a esta problematica y como son aplicadas estas mismas.

### **Brasil (Sao paulo)**

Brasil desecha cada año cerca de 20 millones de llantas de todo tipo de vehículo: para tractor, camión, automóvil, carroza, moto, avión y bicicleta, entre otros.

La ciudad de Sao Paulo es un ejemplo de éxito en relación a la aplicación de las tecnologías renovables que existen y otras que se están desarrollando para el reciclaje y control de las llantas en desuso que se encuentran en su territorio. A partir de 1999 las normas gubernamentales en materia ambiental permitieron a la industria destinar sus residuos de

producción en hornos utilizados para la fabricación de cemento, cabe destacar que no todos los hornos cementeros se encontraban adaptados para procesar las llantas usadas, esto ocasiono alteraciones en la calidad del cemento producido y a su vez provoco emisiones que contenían contaminantes carcinogénicos los cuales se encontraban fuera de los límites establecidos por los organismos ambientales (Cantanhede, 2002).

Para resolver este dilema en la misma década surgió en Brasil una tecnología novedosa, la cual utiliza solventes orgánicos para separar el caucho del armazón metálico y del nylon de las llantas, posibilitando su recuperación y reciclaje. Esta tecnología fue aplicada de manera experimental en la ciudad de Sao Paulo por la empresa Midas Elastómeros la cual inició el proceso de reciclaje de llantas.

Dos años más tarde y tras el éxito obtenido la fábrica empezó a gran escala, comenzando a reciclar anualmente de 5 a 6 millones de llantas y otros residuos de caucho, el resultado de este proceso permite que el acero sea vendido a las siderúrgicas, el caucho pueda ser comercializado para fábricas de tapetes, suelas de calzados, llantas y otros artefactos y el nylon pueda ser transformado en productos textiles, como tapetes y vestuario entre otros.

De la misma manera surgieron otras alternativas sustentables desde la vía legislativa como lo fue la aprobación de una resolución en el año 2002 según la cual de cada cuatro llantas producidas o importadas por el país, al menos una deberá ser reciclada. Para el año 2005 el Consejo Nacional Medioambiental dispuso que para cada cuatro llantas, entre fabricadas localmente e importadas, cinco deberán tener un nuevo uso después de desechadas.



Figura 1.9 Proceso de separación de los componentes de la llanta a través de una trituradora.

## **Perú (Lima)**

Al igual que el caso de la frontera norte de México la nación peruana tenía el grave problema de la importación de llantas usadas a su territorio tanto de manera legal como ilícita ingresaban a su territorio miles de llantas con una vida útil insignificante lo cual provocó serios problemas de acumulamiento masivo de este residuo por lo cual Perú a través de un decreto supremo suspendió la importación de llantas usadas.

Motivado por importantes razones de sanidad, seguridad vial y protección del medio ambiente. Esta norma legal expresa que las llantas usadas constituyen medios adecuados para el desplazamiento y proliferación de vectores que prosperan en lugares oscuros y húmedos para sobrevivir; pudiendo convertir en endémicas determinadas zonas a nivel nacional por ser transmisores vinculados con las condiciones ambientales del país.

También se tuvo en cuenta que la corta duración de las llantas usadas constituye un peligro para la seguridad vial ya que el riesgo de sufrir accidentes por el uso de llantas en pésimo estado aumenta de manera considerable así mismo se tomó en cuenta la protección del medio ambiente; ya que, por no ser biodegradables, son frecuentemente incineradas, lo que aumenta la contaminación atmosférica y atenta contra la salud de la población.

Ante esta situación en la ciudad de Lima se implementó el método de rencauche de las llantas usadas el cual es un proceso eficiente para la reutilización de las llantas y bastante más económico que la compra de piezas nuevas, en la ciudad se encuentra la planta Rencauchadora El Sol empresa constituida para la reparación y reconstrucción de neumáticos, donde se hace el rencauche al frío y se atiende a los diversos sectores de la economía: Transporte urbano, interurbano, de carga, Construcción, Minería de Cielo Abierto y Subterránea y llantas Industriales (Cantanhede, 2002).



Figura 2.0 Proceso de reencauche de neumático usado.

## **Argentina (Buenos Aires)**

La generación de neumáticos usados en Argentina se calculó en base a los volúmenes de producción destinada al mercado interno y a las importaciones en cifras las cuales superan las 100,000 toneladas anuales, de las cuales 38,000 únicamente corresponden a la Ciudad de Buenos Aires.

Teniendo en cuenta los datos acerca de los volúmenes de neumáticos desechados en la capital, la autoridad ambiental elaboró una propuesta de gestión integral de este residuo. En ella, se evaluaron las condiciones en esta zona geográfica en cuanto a la disponibilidad de recursos y se evaluó la necesidad de construir un centro de acopio de neumáticos usados para su posterior transformación y transferencia.

Esta propuesta de gestión integral contempla la logística de recolección de los neumáticos en desuso (en forma separada del resto de los residuos) provenientes tanto de usuarios particulares como de empresas de transporte, talleres automotrices, entre otros. Luego, los neumáticos usados serán transformados, en una planta industrial, en trozos de goma, con la granulometría adecuada para su utilización posterior.

Este procedimiento permite tener una ocupación más eficiente de los terrenos sanitarios, mayor seguridad y control del mismo, su principal valor se encuentra en la aplicación de los triturados, por ejemplo, como combustible alternativo al gas en los hornos cementeros, como ingrediente en la mezcla de asfaltos para caminos, como aditivo del piso de canchas de césped sintético o para la fabricación de otros productos a partir del polvo de goma, con ello se buscó impulsar un modelo tecnológico económicamente viable para después extender la gestión a todo el país.

Como se puede observar, la puesta en práctica de toda la propuesta de gestión sostenible supone el ordenamiento de las distintas etapas que implican el manejo de cualquier residuo, partiendo desde la generación, acumulación, recolección, transporte y almacenamiento, hasta llegar a su tratamiento para reciclado o reutilización, o para su disposición final. Su aplicación facilitaría no sólo el manejo responsable de los desechos para eliminarlos del paisaje urbano en la ciudad, sino también ayudaría a acelerar su proceso de reciclaje (Cantanhede, 2002).



Figura 2.1 Planta de reciclaje de llantas usadas

### **Caso Frontera Norte de México (Ciudad Juárez, Mexicali, Tijuana)**

El caso de la Frontera Norte es especial porque involucra un grupo de variables ya antes analizadas en los distintos casos internacionales presentados las cuales iremos detallando iniciando por la importación ilegal de llantas a lo largo de la franja fronteriza, la proliferación de lugares inadecuados para su almacenamiento y hasta hace poco tiempo la falta de estrategias para combatir el problema desde la recolección hasta su disposición final.

En primer lugar se encuentra la importación ilegal de llantas que vienen desde los Estados Unidos, si bien existe una importación permitida por las autoridades de las cuales se calcula ingresan 600 mil llantas anualmente su contraparte de contrabando supera por mucho esta cifra.

Según datos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, se considera que en los tiraderos controlados en la región fronteriza existe un rezago acumulado, hasta el año 2008 de entre 6 millones 285 mil llantas y 6 millones 415 mil, pero de la llanta acumulada en los espacios no controlados, no se sabe casi nada. Este tipo de llantas introducidas ilegalmente podrían representar un problema semejante o mucho mayor que la llanta acumulada en los tiraderos bajo control en una proporción que va entre 1:1 (6 millones vs 6 millones 400 mil) hasta 4:1 (24 millones vs 6 millones 400 mil).

En segundo lugar se encuentra la proliferación de sitios contaminados por llantas de desecho a lo largo de toda la franja fronteriza, entre los más importantes se encuentran Mexicali por citar alguno “El centinela” el cual tenía un pasivo de más de un 1 millón 900 mil llantas, Ciudad Juárez con la increíble cantidad calculada de 4 millones y medio de llantas y Nogales con pasivos calculados también en los 2 millones de llantas desechadas.

Este tipo de cifras nos dan una idea de la problemática a la cual se enfrentan las autoridades locales de los Estados Fronterizos y de la urgente necesidad de crear estrategias para detener la proliferación de sitios como los mencionados.

Los programas de limpieza de sitios contaminados propiciados por el Programa Frontera 2012 han logrado reducir en 1.5 millones las llantas depositadas en los sitios de disposición final, al disminuir entre los años 2005 a 2007 de 8 millones a 6.5 millones las unidades existentes en estos sitios.

Por último actualmente la región fronteriza se encuentra en marcha el Programa Frontera Norte 2012 el cual es una iniciativa bilateral entre México y Estados Unidos, entre sus objetivos destacan la instrumentación de un plan de acción para evitar la importación ilegal de llantas a México a través de proveedores norteamericanos, la limpieza y la prevención de sitios contaminados entre ellos los tres más grandes que hemos citado anteriormente, fomentar el desarrollo y la implementación de una variedad de mercados que sean aceptados ambientalmente y que sean económicamente viables para incrementar el reciclaje y reusó de las llantas de desecho, entre otras propuestas.

Sin embargo, a pesar de la implementación de este tipo de programas se ha llegado a considerar que la sobreacumulación de llanta de desecho en la región fronteriza ha rebasado la capacidad de gobiernos y sociedad para manejarla, limitando la viabilidad de una solución permanente de su problemática y sus consecuencias (SEMARNAT, 2006).



Figura 2.2 Limpieza de sitios contaminados por las llantas de desecho

## Conclusiones

A lo largo del capítulo se han identificado similitudes entre los países analizados, comenzando porque cada uno toma el caso en cuestión como un problema de salud pública en dos vertientes, la proliferación de vectores y la contaminación ambiental, asimismo la mayoría de ellos han implementado planes integrales para el manejo de las llantas usadas en las principales ciudades del país enfocándose principalmente en su disposición final desde la trituración y el almacenamiento para su posterior uso en algunos subproductos como es el caso argentino, el reencauche de llantas principalmente en el sector industrial y de transporte como lo marca el caso peruano y uno de los que nos parecen mas completos ya que involucra la reutilización del total de materiales de la llanta usando solventes para la recuperación del mismo actualmente utilizado en Brasil con resultados exitosos.

No menos importante esta en mencionar el caso mexicano el cual ha enfocado sus recursos en la prevención, en este caso ha tenido una labor intensa en trabajos bilaterales con los Estados Unidos para impedir la entrada ilegal de millones de neumáticos usados porveninetes de aquel país, ayudando en alguna medida a evitar crezca el problema a niveles casi imposibles de solucionar en el corto y largo plazo a costos razonables y con niveles de detrimento ambiental aun posibles de solucionar.

A partir de lo anterior podemos comenzar a definir un marco de viabilidad para nuestra propuesta de la cual hablaremos en el siguiente capítulo pero la cual no seria posible si no contáramos con un marco normativo específico producto de la vía legislativa para el manejo de los residuos sólidos urbanos, la cual a su vez desprende a través de la vía administrativa con programas como “basura que no es basura” para cumplir con lo dispuesto en la legislación correspondiente cumpliendo con acciones de regulación aplicando instrumentos correctivos en el caso de las sanciones, y mas importante aun a través de instrumentos preventivos como es una estrategia de comunicación enfocado a

la prevención vía la educación en materia de reciclaje y separación de la basura.

## **CAPITULO V. PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA AYUDAR A SOLUCIONAR EL PROBLEMA DEL MANEJO DE LAS LLANTAS DE DESECHO**

### **Introducción**

Este capítulo tiene como propósito fundamental encontrar soluciones a partir de esfuerzos locales entre sociedad y gobierno para mejorar la calidad tanto del medio ambiente como de la salud de la población en la ciudad de León a través de acciones concretas que involucren el uso de nuevas tecnologías aplicadas y otras ya existentes, en este caso el enfoque será el de desarrollar una propuesta tecnológica como método de reciclaje de las llantas usadas así como de estudiar diversos métodos de recuperación y reutilización del caucho del neumático orientado hacia procesos industriales propios de la Ciudad de León.

### **Manejo actual del reciclaje de las llantas usadas en México**

En México se recicla menos del 1% de los residuos sólidos que se generan. Solo en la Ciudad de México se generan 12 mil toneladas diarias de residuos sólidos. Se ha coincidido que la disposición inadecuada de las llantas de desecho ha originado un deterioro pasivo ambiental y social de especial relevancia, debido a las características propias de este tipo de residuos como a su lenta degradación.

En nuestro país anualmente son desechadas cerca de 25 millones de llantas usadas, de las cuales 9 de cada 10 terminan abandonadas en tiraderos a cielo abierto o depósitos clandestinos, según informes presentados por la Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas (ANDELLAC).

Igualmente en la Ciudad de México se genera el 20 por ciento del total de llantas usadas, es decir, alrededor de 5 millones al año. De estos 25 millones de llantas que se tiran anualmente, el 91 por ciento es abandonado, el 5 por ciento es renovado, 2 por ciento se deposita en centros autorizados de acopio y 2 por ciento es reutilizado en hornos industriales (COCEF, 2008).

Del total de llantas desechadas en la Republica Mexicana se estima que:

- 5% es renovado.
- 2% se utiliza en la generación de energía.
- 2% se deposita en centros de acopio autorizados.
- 91% se abandonan o utilizan sin control.

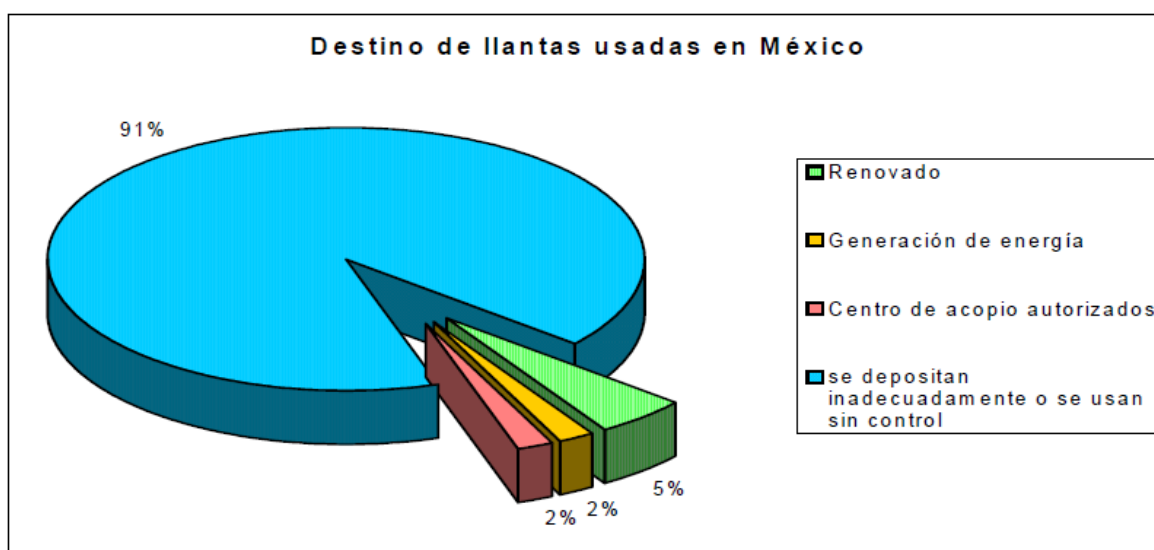


Figura 2.3 Porcentaje de llantas usadas que son recicladas, reutilizadas y/o abandonadas.

Tomando en cuenta que los países industrializados tienen un enfoque distinto en cuanto al manejo y resolución de esta problemática, ya que esta implica el desarrollo de procedimientos de recolección, almacenamiento y de disposición final así como la reutilización o aprovechamiento con base en la existencia de tecnologías y mercados asiduos a su consumo, y es que en esos países la infraestructura industrial es amplia y lo suficientemente grande para absorber el residuo y aprovecharlo como un subproducto con alto valor agregado, es por ello la llanta de desecho que se genera anualmente puede ser eliminada hasta en un 80 % de inmediato.

### **Características y composición de los neumáticos**

La llanta es un producto de alta ingeniería y su proceso de fabricación se compone de mucho más que caucho; y materiales tales como, fibras, telas y cables de acero integran el revestimiento interior, las capas del cuerpo, los cinturones, las aras y la banda de rodadura, razón por la cual la fabricación de este producto requiere de tecnología de punta, equipos pesados, equipos especializados, instrumentos de precisión y por ende mano de obra calificada.

Un neumático esta compuesto principalmente por caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil (Cuadro 1). Por otro lado, los elementos químicos que componen una llanta se muestran en el Cuadro 2.

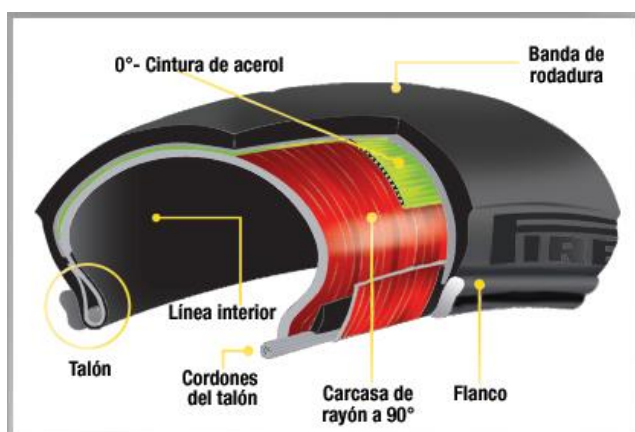


Figura 2.4 Componentes de un neumático

**Cuadro 1. Composición de las Llantas Según el Tipo de Transporte**

| <i>Material de la llanta</i> | <i>Llanta de autos</i> | <i>Llantas de camiones y microbuses</i> |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|
| Caucho natural               | 14 %                   | 27%                                     |
| Caucho sintético             | 27%                    | 14%                                     |
| Negro de humo (carbono)      | 28%                    | 28%                                     |
| Acero                        | 14-15%                 | 14-15%                                  |
| Otros Aditivos               | 16-17%                 | 16-17%                                  |
| Peso promedio (óxidos, etc.) | 8.6Kg                  | 45.4 Kg                                 |

**Cuadro 2. Composición Química de las Llantas**

| <i>Elemento o compuesto</i>            | <i>Porcentaje</i> |
|----------------------------------------|-------------------|
| Carbono (C)                            | 70                |
| Hidrogeno (H)                          | 7                 |
| Azufre (S)                             | 1.3               |
| Cloro (Cl)                             | 0.2 – 0.6         |
| Hierro (Fe)                            | 15                |
| Oxido de Zinc (ZnO)                    | 2                 |
| Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> ) | 5                 |
| Cromo (Cr)                             | 97 ppm            |
| Niquel (Ni)                            | 77 ppm            |
| Plomo (Pb)                             | 60 – 760 ppm      |
| Cadmio (Cd)                            | 5 – 10 ppm        |
| Talio (Tl)                             | 0.2 – 0.3 ppm     |

(Bogotá, 2006)

### **Métodos más utilizados para el reciclaje de los neumáticos**

El reciclar es la acción de volver a introducir en el ciclo de producción y consumo, por ejemplo, reciclar una llanta usada significa que sus partes o las materias primas que forman sus componentes vuelven a emplearse en la industria de transformación y son introducidos a la cadena productiva.

El beneficio primario de reciclaje es la conservación de los recursos naturales y la rehabilitación del espacio de suelo; sin embargo, la recolección y el transporte de materiales requiere de cantidades substanciales de energía y esfuerzo. Por lo tanto reciclar es la manera más económica, amigable con el ambiente, y socialmente aceptable para erradicar los desechos de neumáticos usados.

Hay una amplia variedad de usos y experiencias de éxito en el reciclaje de llantas desechadas. Entre ellas las más importantes son: el renovado de llantas, uso para pisos y alfombras, refuerzo de asfalto, durmientes de tren, auto partes, canchas artificiales de soccer, entre otros. Estas opciones están siendo implementadas en muchas partes del mundo dando excelentes resultados (Bogotá, 2006).

El reciclaje involucra tres etapas distintas, representadas por las tres flechas del símbolo tradicional de reciclaje:

- La recolección y el procesamiento de los materiales reciclables,
- La manufactura del material en nuevos productos y
- La compra y el uso de productos reciclables.

El reciclaje de los materiales que se encuentren en los desechos sólidos de las ciudades involucra en realidad cuatro fases:

- La recuperación de materiales del torrente de desechos,
- Procesos intermedios, como la clasificación y la compactación,
- Transportación y
- Procesamiento final, para proveer materia prima para manufactura o producto final.

**Reciclado de sus materiales.-** Existen una serie de procesos de recuperación del hule, las cuerdas de acero y las cuerdas de nylon. En uno de los procesos, las llantas se trituran y se separa el acero del hule. El primero se vende a las fundidoras mientras que el segundo se pulveriza dándole diferentes usos como los expresados con anterioridad.

**Rencauche.**- El rencauche es una método importante para extender la vida de una llanta, el cual consiste en renovar la banda de rodamiento de las llantas gastadas y con las paredes de esta en buen estado, con el fin de permitir su uso en aplicaciones normales por dos o tres veces como máximo, lo cual mejora los costos de movilización, especialmente en el transporte de carga y de pasajeros. Los beneficios de una llanta rencauchada se pueden estimar en que ofrecen un rendimiento similar en cuanto a kilómetros recorridos frente a las llantas nuevas, asimismo el costo de la llanta rencauchada es entre 30 y 50% menor que la nueva.

**Uso como relleno.**- En algunos países, principalmente Estados Unidos, se han utilizado llantas trituradas como relleno de taludes en carreteras y puentes. Asimismo puede funcionar para dar soporte a las zonas propensas a desgajamientos por las lluvias.

**Aprovechamiento energético.**- Desde el punto de vista de la composición del hule de las llantas, se puede decir que éstas constituyen piezas de combustible sólido, ya que están constituidas mayormente por hidrocarburos.

Entre sus usos como combustible pueden alimentarse a plantas generadoras de energía, hornos de fundición y otras aplicaciones similares. De estos uno de los procesos ideales para este fin son los hornos de las plantas cementeras, donde se queman a temperaturas del orden de 1450 grados centígrados lo cual produce una combustión completa sin generación de hollín ni otros contaminantes, este uso tiene la enorme ventaja de que permite ahorrar combustibles fósiles como el gas y el combustóleo generando mucho menos dióxido de azufre que este último.

Según Las Naciones Unidas estas son las mejores opciones para el reusó de las llantas; pero a nivel mundial se ha mencionado en repetidas ocasiones que el rencauche y reusó para materiales de construcción representa la mejor opción.

## **Propuesta tecnológica de reciclaje**

### **Objetivos de la propuesta**

Esta investigación tiene como objetivo encontrar nuevos métodos de reciclaje de las llantas usadas que puedan ser técnicamente viables para la industria del calzado, de la misma manera se trata de crear una conciencia ambiental vía la innovación científica disponible en nuestra época que ayude a mejorar el medio ambiente.

Al existir un mercado como el de la manufactura de calzado en la ciudad de León y que pudiera utilizar este material que son las llantas usadas para granular, y dado que estas tienen un costo demasiado bajo y se encuentran en gran cantidad las hace altamente factible para implementar en el proceso de manufactura de las suelas de PVC integrando al caucho pulverizado como un refuerzo para mejorar sus propiedades mecánicas y por tanto de durabilidad con lo cual se incrementa la calidad del producto a un costo muy por debajo de otros procesos mas complicados y que requieren distinta maquinaria para fabricarse.

Además de lo anterior el implementar al proceso de fabricación dicho material se contribuiría a reducir la cantidad de llantas usadas depositadas en las vías públicas y basureros el cual es el fin de este proyecto.

### **Características del calzado**

Un calzado está formado por varias partes, comenzando por la parte superior que es la que recubre el pie y que se puede fabricar de diferentes formas, colores y texturas. La plantilla es la parte que hace que el pie se apoye en el suelo, debiendo ser ésta confortable y a la vez anatómica. La base es la parte que evita notar los materiales de la zapatilla y también del terreno.

La suela es el elemento que se coloca en la parte inferior del calzado ya sea masculino o femenino, es un elemento muy importante en un calzado ya

que asegura la tracción y la durabilidad de la zapatilla, además de ser la amortiguación del zapato y el elemento que determina la calidad de un calzado.

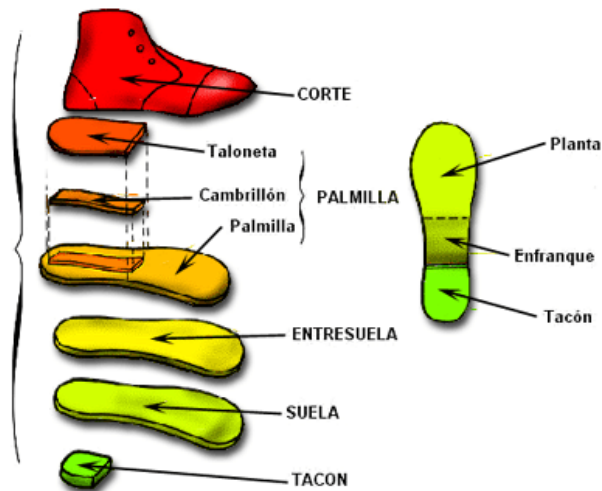


Figura 2.5 Componentes de un zapato

### **Proceso de fabricación de las suelas de zapato a base de Policloruro de Vinilo (PVC)**

El PVC es un polímero (plástico) termoestable y al igual que todos los plásticos, el PVC se elabora a partir del acetileno y del ácido clorhídrico que se obtienen de la nafta, uno de los derivados del petróleo al igual que puede ser el gasóleo o la gasolina.

Una vez obtenido el PVC y transformado en gránulos se utiliza el método de conformación llamado prensado para crear la suela de zapatilla. Se coloca el material granulado sobre el molde adecuado. Una vez aplicado el cierre, se calienta a temperaturas cercanas a 170 centígrados y se prensa de modo que el plástico se adapta a los huecos del molde. Una vez enfriada la pieza se saca.

Otro proceso de fabricación consiste en la inyección del material directamente en los moldes, para ello primero se eligen las cantidades apropiadas de colorantes y formadores que son añadidos al PVC y mezclados hasta obtener una textura consistente. Luego, esta mezcla es colocada en el

tanque de almacenamiento de la máquina moldeadora de inyección directa. Seguidamente se sujetan los moldes en la máquina de inyección directa. Después, la máquina calienta, mezcla e inyecta la mezcla de PVC en la cavidad del molde en forma automática. Una vez solidificados, se abren los moldes y se desalojan los calzados o las suelas.

Para nuestro experimento hemos optado por realizar las plantillas de suela a través del proceso de moldeo tradicional ya que utilizaremos un solo material como refuerzo por lo cual la mezcla se puede realizar de manera manual sin necesidad de usar un extrusor para homogeneizar varios materiales en el PVC.

### **Datos cuantitativos de la producción de calzado en la ciudad de León**

Según datos presentados por la cámara de la industria del calzado del Estado de Guanajuato, hasta el año 2010 a nivel nacional, la cadena productiva de calzado contaba con 11 mil 538 empresas, de las cuales 4 mil 478 se encuentran ubicadas en el Estado de Guanajuato, su producción ascendía a 244 millones de pares, para un consumo promedio anual por habitante de 2.5 pares.

| Distribución | Empresas |
|--------------|----------|
| Nacional     | 11,538   |
| Guanajuato   | 4,478    |

Figura 2.6 Numero de empresas sector cuero – calzado - proveeduría

En cuanto a exportaciones se alcanzó la cifra de 18.7 millones de pares y las importaciones contabilizaban un total 58.6 millones de pares.

| Zona                                   | % 2010                 |
|----------------------------------------|------------------------|
| Producción                             | 244 millones de pares  |
| Consumo Interno                        | 285 millones de pares  |
| Consumo Promedio Anuales por Habitante | 2.5 pares              |
| Importaciones                          | 58.6 millones de pares |
| Exportaciones                          | 18.7 millones de pares |

Figura 2.7 Producción de calzado 2010

El 70% de la producción se elabora en Guanajuato y la distribución para los demás estados queda de la siguiente manera: Jalisco sigue en importancia en cuanto a la fabricación de calzado pues cuenta con el 18%, el D.F y Zona Conurbada 11% y otros estados el 1%. Esta actividad representa un importante motor para la economía del país ya que se encuentra integrada por empresas de todos los tamaños, las micro representan el 56%, las pequeña el 33%, las medianas el 9% y las grandes el 2%.

| Zona                  | %   |
|-----------------------|-----|
| Guanajuato            | 70% |
| Jalisco               | 18% |
| D.F. y Zona Conurbada | 11% |
| Otros                 | 1%  |

Figura 2.8 Distribución de la producción de calzado

| Tamaño  | %   |
|---------|-----|
| Micro   | 56% |
| Pequeña | 33% |
| Mediana | 9%  |
| Grande  | 2%  |

Figura 2.9 Composición por tamaño de empresa

También en el 2010, la generación de empleos directos de la industria del calzado mexicano se incrementó un 14% para llegar a la cantidad 571 mil empleos directos e indirectos generados por la cadena proveeduría-cuero-calzado-comercialización.

| 2009                                                       | Nacional |
|------------------------------------------------------------|----------|
| Empleos Directos de la Industria del Calzado               | 137,885  |
| Empleos Indirectos de la Proveeduría                       | 275,770  |
| Empleos Totales de la Cadena Cuero - Proveeduría - Calzado | 413,655  |
| Empleos de Comercialización                                | 158,263  |
| Total de Empleos                                           | 571,918  |

Figura 3.0 Generación de empleos del sector cuero-calzado

## **Diseño del experimento**

### **Introducción**

En nuestro país aun no existe alguna empresa o institución educativa que haya hecho pruebas para agregar gránulos de caucho vulcanizado provenientes en este caso de las llantas usadas como agente de refuerzo en las suelas de PVC comerciales con el fin de mejorar sus propiedades de resistencia, si bien ya existen diversos métodos de reciclaje de las llantas usadas aun no se había intentado dentro del proceso de fabricación de suelas de zapato.

La experimentación va a consistir en precisamente conocer el estimado de hule de llanta que se puede utilizar mediante una muestra de PVC y tres porcentajes de gránulos de caucho en la cual se buscara la mezcla mas resistente y que presente mejor elasticidad para su utilización como suela de zapato.

Se colocaron 3 probetas de cada muestra en un aparato para pruebas universal, en este mismo se procedió realizar las pruebas de esfuerzo consistentes en la deformación y alargamiento así como de carga máxima de cada una de las probetas.

### **Materiales y metodología**

#### ***Materiales utilizados:***

- Muestra de PVC convencional para suela de zapato
- 200 gramos de caucho de llanta granulado
- Horno convencional con capacidad de temperatura de 240 grados centígrados.
- 2 moldes de acero tratado para alta temperatura de medida 20cm x 20cm

- Bascula de alta precisión
- Mascarilla para gases
- Equipo de seguridad (bata, gafas y guantes)

## **Metodología**

Para la validación de la resistencia de las suelas se va a desarrollar un diseño experimental con tres porcentajes de hule de llanta; a través de pruebas de elasticidad para medir su elongación máxima y su resistencia a la ruptura bajo la misma prueba, las pruebas varían en su numero dependiendo del porcentaje de hule de llanta que se vaya a emplear ya sea 1% hasta el 99% si existiese la posibilidad.

A través de una maquina universal de pruebas se someterán a diversos exámenes de esfuerzo consistentes en la deformación y alargamiento así como de carga máxima de las muestras que contiene diferentes porcentajes de caucho granulado.

Los resultados arrojados por estas pruebas nos permitirán conocer que tan resistente es el material que contiene el refuerzo de caucho respecto de la muestra de prueba que solo contiene PVC, y que porcentaje de granulometría presenta las mejores características de entre los materiales reforzados.

## **Procedimiento de la prueba**

La prueba consistió en hacer 4 muestras compuestas por PVC para suelas y caucho granulado de llanta, se procedió a preparar una muestra de control, una con un porcentaje del 1% de caucho pulverizado, la siguiente con un 2% de caucho y así sucesivamente con 3% de caucho la tercera muestra y 4% la cuarta muestra (figura1 y figura 2).

Se colocó en un horno precalentado a una temperatura de 140 °C durante 15 minutos, cabe destacar que se realizaron varias pruebas para conocer el tiempo y temperatura óptimos para que se produjera la fundición del PVC y pudiera unirse con el caucho granulado (figura 3).

Se retiró y se dejó enfriar a temperatura ambiente para no alterar la composición ni la dureza del material si se sometiera a un ciclo de enfriamiento repentino, se retiró del molde y se procedió a su corte en forma de probetas para posteriormente ser evaluadas en un aparato de pruebas universal (figura 4 y figura 5).

Se colocaron 3 probetas de cada muestra en un aparato para pruebas universal cortesía de la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato, en este mismo se procedió a realizar las pruebas de esfuerzo consistentes en la deformación y alargamiento así como de carga máxima de cada una de las plaquetas (figura 8 a figura 11).



Figura 3.1 Caucho granulado malla 20



Figura 3.2 Preparación en el molde



Figura 3.3 Calentado en horno a 140 °C



Figura 3.4 Enfriamiento del molde

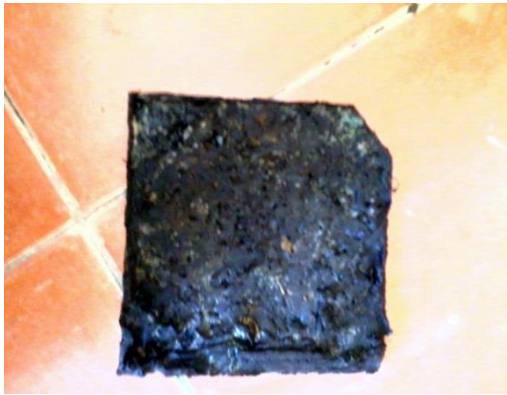


Figura 3.5 Desmolde de la placa



Figura 3.6 Prueba de resistencia.



Figura 3.7 Elongación de la probeta



Figura 3.8 Fractura de la probeta

## **Resultados del experimento**

### **Análisis del material**

Se realizaron pruebas de esfuerzo las cuales consistieron en medir la deformación máxima, el alargamiento total así como la carga máxima soportable de cada una de las plaquetas.

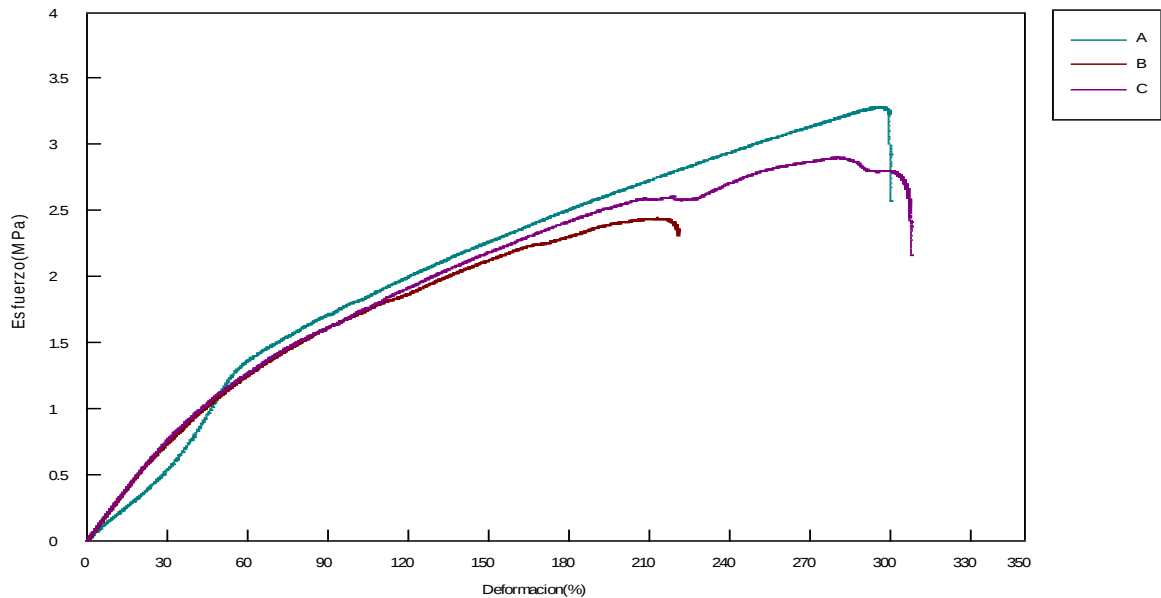
#### **Los resultados se presentan de la siguiente manera:**

Las probetas están divididas en A, B y C, y el numero 1, 2, 3 y 4 aludiendo al porcentaje contenido de caucho pulverizado en cada muestra, la muestra control que solo contiene PVC se mantiene solo con las letras A, B y C.

Los resultados muestran diversos parámetros el primero es el máximo de carga medido en kilonewtons, seguido del desplazamiento máximo de la probeta en milímetros, el esfuerzo máximo del material especificado en kilo pascuales y por ultimo el porcentaje máximo de deformación al que pueden ser sometidas.

Cada una de las muestras esta representada por una media a partir del análisis de cada probeta, cabe destacar que si bien no pareciera existir una variación muy marcada en cada muestra se debe de observar los resultados de cada probeta dado que al momento de hacer las pruebas por lo menos en cada muestra una probeta se rompió tempranamente fruto de que el material se fracturo de la base y no por la mitad donde se obtiene el resultado optimo para el registro.

### Resultados de las pruebas a las probetas de control

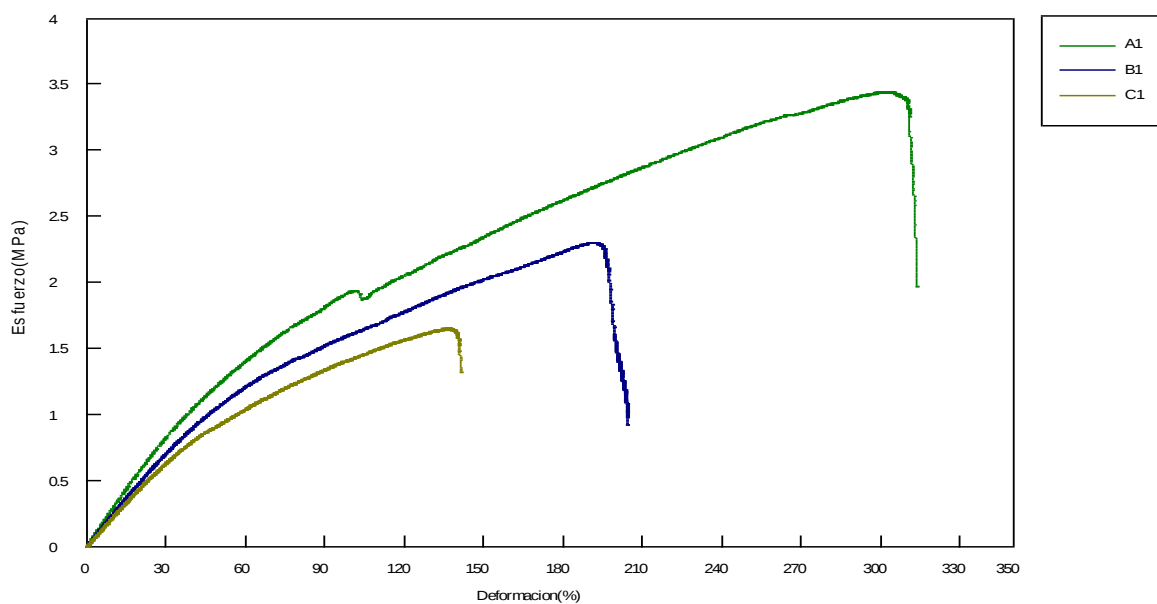


| Nombre   |            | Max. Carga | Max._Despl | Max. Esfuerzo | Max. Deformación |
|----------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| Unidades |            | kN         | mm         | kPa           | %                |
| A        | Aceptable  | 0.23565    | 168.894    | 3290.05       | 296.305          |
| B        | Aceptable  | 0.1755     | 121.354    | 2450.26       | 212.902          |
| C        | Aceptable  | 0.20845    | 159.749    | 2910.3        | 280.261          |
| Media    | Rechazable | 0.20653    | 149.999    | 2883.54       | 263.156          |

Figura 3.9 Resultados de las pruebas a las probetas de control

La probeta de control “A” presenta los datos que serán utilizados como referencia para las siguientes muestras de prueba con los diferentes porcentajes de caucho utilizados ya que esta es la que mejores resultados arrojó de las tres probetas puestas a prueba.

## Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 1% de caucho

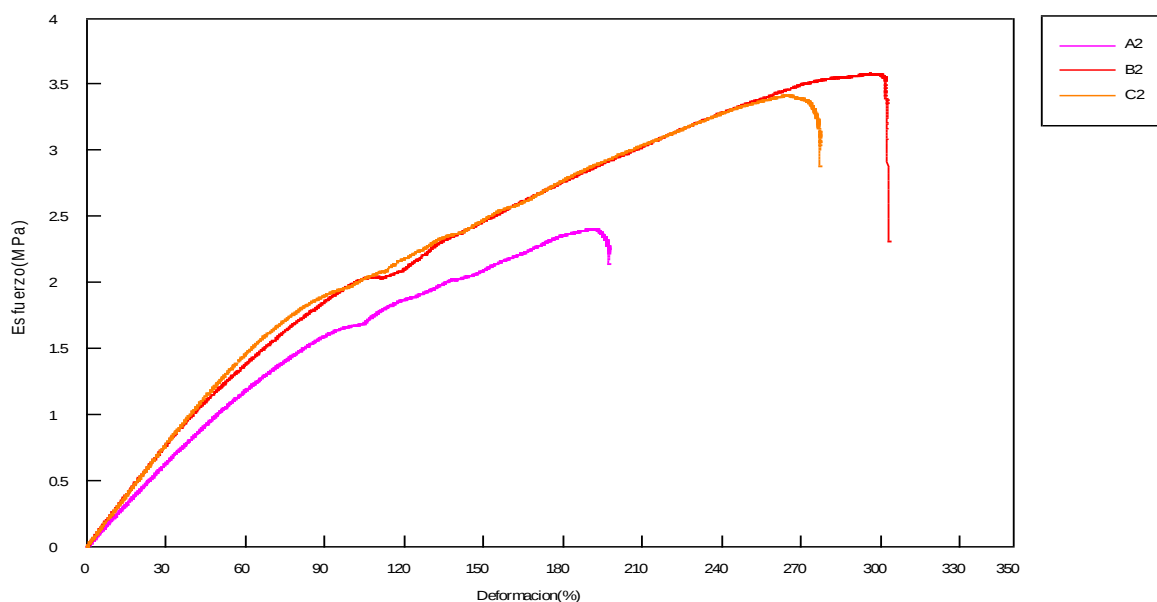


| Nombre   |            | Max. Carga | Max._Despl | Max. Esfuerzo | Max. Deformación |
|----------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| Unidades |            | kN         | mm         | kipá          | %                |
| A1       | Aceptable  | 0.2473     | 172.126    | 3452.71       | 301.975          |
| B1       | Aceptable  | 0.16555    | 109.465    | 2311.34       | 192.043          |
| C1       | Aceptable  | 0.1187     | 78.0353    | 1657.24       | 136.904          |
| Media    | Rechazable | 0.17718    | 119.875    | 2473.76       | 210.307          |

Figura 4.0 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 1% de caucho

En esta prueba la probeta “A1” muestra los mejores resultados dentro de las tres muestras, ya que esta mostro los resultados mas elevados en cada una de las pruebas realizadas.

## Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 2% de caucho

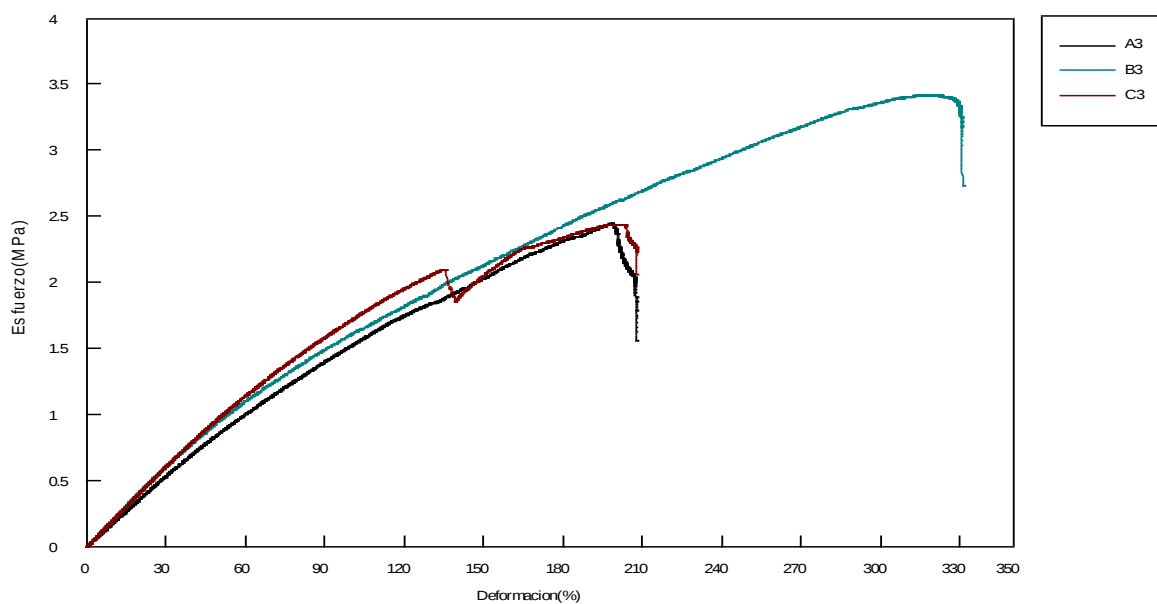


| Nombre   |            | Max. Carga | Max._Despl | Max. Esfuerzo | Max. Deformación |
|----------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| Unidades |            | kN         | mm         | kPa           | %                |
| A2       | Aceptable  | 0.17295    | 109.139    | 2414.66       | 191.471          |
| B2       | Aceptable  | 0.25715    | 168.793    | 3590.23       | 296.129          |
| C2       | Aceptable  | 0.2455     | 150.7      | 3427.57       | 264.385          |
| Media    | Rechazable | 0.2252     | 142.877    | 3144.15       | 250.662          |

Figura 4.1 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 2% de caucho

Los resultados de la probeta “B2” se muestran como los más altos en cada una de las pruebas realizadas a las tres muestras, siendo la prueba de esfuerzo máximo la que tiene un resultado mayor que el mostrado en la probeta “A1”.

## Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 3% de caucho

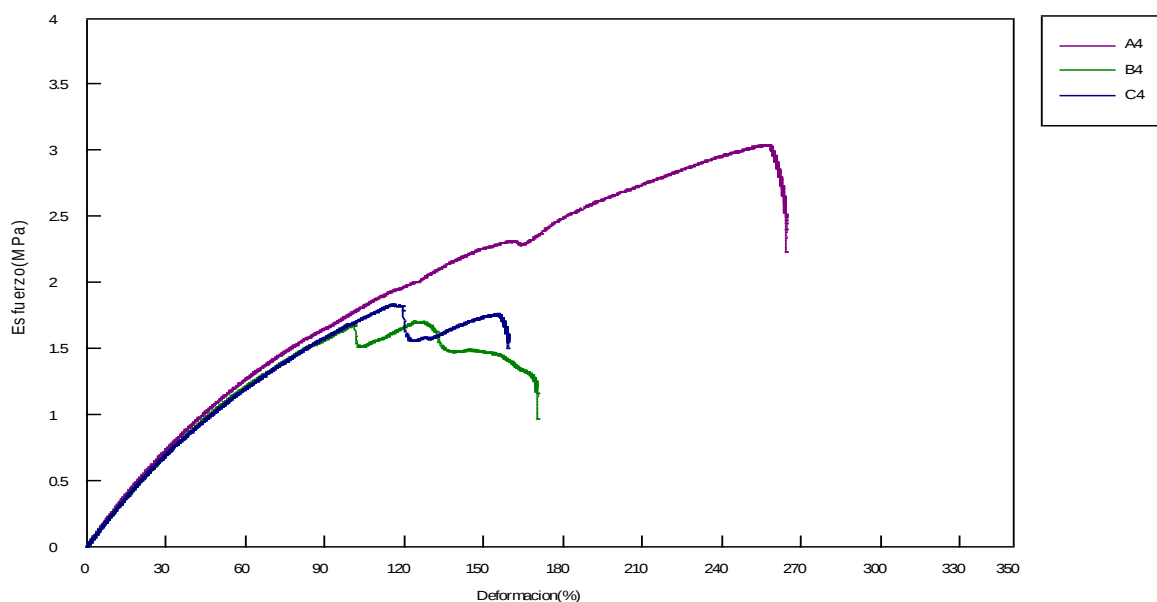


| Nombre   |            | Max. Carga | Max._Despl | Max. Esfuerzo | Max. Deformación |
|----------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| Unidades |            | kN         | mm         | kPa           | %                |
| A3       | Aceptable  | 0.1757     | 113.145    | 2453.05       | 198.501          |
| B3       | Aceptable  | 0.24555    | 181.557    | 3428.27       | 318.521          |
| C3       | Aceptable  | 0.17525    | 114.855    | 2446.77       | 201.5            |
| Media    | Rechazable | 0.19883    | 136.519    | 2776.03       | 239.507          |

Figura 4.2 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 3% de caucho

La probeta “B3” es la que muestra los mejores resultados de entre las tres probetas, presentando en las pruebas de desplazamiento máximo y deformación con mejores resultados que las probetas control “A”, “A1” y “B2”.

## Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 4% de caucho



| Nombre   |            | Max. Carga | Max. Despl | Max. Esfuerzo | Max. Deformación |
|----------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| Unidades |            | kN         | mm         | kPa           | %                |
| A4       | Aceptable  | 0.2187     | 146.437    | 3053.4        | 256.906          |
| B4       | Aceptable  | 0.12255    | 70.7572    | 1710.99       | 124.135          |
| C4       | Aceptable  | 0.1318     | 66.0825    | 1840.14       | 115.934          |
| Media    | Rechazable | 0.15768    | 94.4256    | 2201.51       | 165.658          |

Figura 4.3 Resultados de las pruebas a las probetas conteniendo el 4% de caucho

En esta prueba es la probeta “A4” la que muestra los mejores resultados de entre las demás probetas con este porcentaje de caucho, resaltando que en ninguna de las pruebas realizadas a logrado superar a la probeta de control “A”, a la probeta “A1”, la probeta “B2” y la probeta “B3”, siendo entonces la que presenta los peores resultados de todo el experimento.

## Resultados obtenidos

A continuación se muestra una tabla con las probetas mas sobresalientes del análisis donde resalta un cada de las pruebas realizadas la muestra que contienen entre un 2% y un 3% de caucho granulado aun por encima de la prueba de control que solo contiene PVC.

| Nombre   | Max. Carga | Max.Despl | Max. Esfuerzo | Max. Deformación |
|----------|------------|-----------|---------------|------------------|
| Unidades | kN         | mm        | kPa           | %                |
| Control  | 0.23565    | 168.894   | 3290.05       | 296.305          |
| 1%       | 0.2473     | 172.126   | 3452.71       | 301.975          |
| 2%       | 0.25715    | 168.793   | 3590.23       | 296.129          |
| 3%       | 0.24555    | 181.557   | 3428.27       | 318.521          |
| 4%       | 0.2187     | 146.437   | 3053.4        | 256.906          |

Figura 4.4 Resultados de las pruebas a las probetas

Por lo tanto el objetivo de nuestras pruebas se ha cumplido ya que hemos podido desarrollar un material reforzado a partir de PVC común para suelas de zapato y darle mejores propiedades mecánicas utilizando un porcentaje apropiado de caucho granulado de llanta, el cual puede ser capaz de ser utilizado por la industria del calzado ya que este material representa beneficios en términos de calidad, durabilidad e innovación de producto, asimismo el desarrollo y producción de este material no representan un costo alto dado que la investigación esta realizada y el costo del material esta muy por debajo de otras materias primas utilizadas para la producción de suelas de zapato haciendo de este material una opción en términos de innovación de producto así como de calidad del mismo.

Asimismo nuestra investigación cumple su cometido ya que se demuestra con éxito que el caucho granulado puede ser viable como un método de reciclaje no toxico dentro de los otros métodos de reciclaje demostrados y ejemplificados que varios países de América latina utilizan, además de que el

nuestro cuenta con el plus de ser desarrollado para una industria propia que es la del calzado haciendo que el caucho granulado puede reintegrarse a nuevos procesos productivos ayudando con ello a innovar y mejorar la fabricación de las suelas y al mismo tiempo también a reducir el número de llantas usadas.

## **Conclusiones finales**

Las posibles soluciones a la problemática deben verse desde una visión que propicie una solución integral, sencilla, alcanzable y limpia. Esta visión va desde que la llanta aparece como producto en el mercado hasta que desaparece del mismo, identificando los puntos de conflicto que existen a lo largo de la vida de la llanta y generando como consecuencia una estrategia completa e integral que sea congruente con la realidad.

La solución también deberá pasar por mejorar la carencia de leyes y reglamentos de uso, recolección y almacenamiento y del mismo modo terminar de resolver el debate de si la llanta puede ser vista como un recurso o solo como un desperdicio que permita la formulación de estrategias de almacenaje integrado a otras de disposición final con visión para la construcción de escenarios de corto, mediano y largo plazo.

Si bien nuestro trabajo no se presenta como una política pública ya que actualmente podemos decir que el sistema integral de aseo público de la ciudad de León (SIAP-León) cumple con el cometido de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, si lo podemos ubicar como una estrategia viable ya que al igual que otras propuestas tales como los programas “Basura que no es basura”, “León ponte las pilas!” y “Teknotrikes”, este también busca resolver el problema de un desecho de manera particular como son las llantas usadas, que si bien el sistema de recolección actual cobra una tarifa fija por kilogramo y con ello se encargan de su recolección y traslado, no lo hace con una disposición final adecuada ni cuenta con un plan de reciclaje de sus materiales.

De esta manera nos enfocamos en encontrar diversos métodos de reciclaje que puedan ser implementados para lograr un manejo integral de dicho residuo, ya contamos con la recolección y el traslado, por lo cual su aprovechamiento y disposición final ocupan esta investigación, es así que realizamos una investigación comparativa a diversos países de América latina los cuales hemos pretendido tengan las mayores similitudes con nuestro país esto para que las propuestas ejemplificadas puedan ser aplicadas con éxito en el caso expuesto.

De los métodos estudiados podemos precisar algunas opciones para nuestro caso en concreto, iniciado por la separación de materiales que seria básicamente la trituración del material y su separación en componentes tales como caucho, acero y nylon, el rencauche de las llantas donde el mayor porcentaje es ocupado por las de vehículos de servicio pesado dado que este tipo de llantas están diseñadas y construidas para poder soportar varias vidas de rodaje, asimismo la ciudad cuenta con algunos talleres y empresas en forma que se dedican a realizar dicho proceso.

De ellos el caucho granulado puede ser viable como un método de reciclaje no toxico, ya que además este material puede ser utilizado en asfaltos modificados, canchas de soccer artificial, material de aislamiento en la construcción entre otros, asimismo al ser un material granulado permite ser empacado y guardado en sacos para su utilización posterior, ahorrando espacio, y siendo mas seguro que solo tener las llantas a la intemperie en los centros de acopio y rellenos sanitarios.

De igual manera buscamos encontrar un método de reciclaje que aprovechara el material de las llantas en nuevos procesos industriales para lograr hacer de este material un recurso y no un desecho como lo es hasta el momento, por lo cual decidimos utilizar el caucho de forma granulada en una formula mezclada con Policloruro de vinilo (PVC), material utilizado para fabricar suelas de zapato con el fin de otorgarle mejores propiedades

mecánicas utilizando un porcentaje apropiado de caucho granulado de llanta.

Dicha experimentación consistió en precisamente conocer el estimado de hule de llanta que se puede utilizar mediante una muestra de PVC y tres porcentajes de gránulos de caucho en la cual se buscara la mezcla mas resistente y que presente mejor elasticidad para su utilización como suela de zapato.

El desarrollo de las pruebas se llevo acabo con éxito, consiguiendo un material reforzado a partir de PVC común para suelas de zapato para darle mejores propiedades mecánicas utilizando un porcentaje apropiado de caucho granulado de llanta, el cual puede ser capaz de ser utilizado por la industria del calzado ya que este material representa beneficios en términos de calidad, durabilidad e innovación de producto.

De esta manera nuestra hipótesis cumple su cometido ya que logramos crear un producto con valor agregado a partir del caucho de las llantas de desecho y con ello completar el ciclo del manejo integral de un residuo, en este caso las llantas usadas ya que contamos con las etapas de recolección y traslado, y hemos desarrollado su posible aprovechamiento vía el desarrollo de suelas de zapato.

Asimismo propusimos que la disposición final del residuo sea mediante la trituración y el empaquetado para ser usado posteriormente en el mercado del calzado y de ser posible ampliar el margen de aprovechamiento teniendo un material listo para ser usado en otras procesos productivos tales como los asfaltos modificados, las canchas de soccer y la industria de la construcción entre otros, con ello nuestro trabajo sienta el precedente de que las llantas usadas pueden verse como un producto con utilidad y no como un residuo sin valor permitiendo desarrollar estrategias de diversa índole para su manejo integral y de manera importante planteando mejores practicas de aprovechamiento y disposición final para el futuro.

## REFERENCIAS

Rodríguez Becerra, Manuel. Gestión ambiental en América Latina y el Caribe : evolución, tendencias y principales prácticas / Manuel Rodríguez-Becerra, Guillermo Espinoza, David Wilk, editor. 2002

Gutiérrez, Víctor. Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México 2006

Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno Federal. México 2006

Documento “Día de la Conciencia Ambiental” Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. México 2011

Propuesta de Estrategia y Política Pública para el Manejo Integral de Llantas de Desecho en la Región Fronteriza, Comisión De Cooperación Ecológica Fronteriza. México. Tijuana B.C. 2008

Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland), Nuestro futuro común, Madrid, Alianza Editorial, 1987.

Brañes, Raúl. Manual de Derecho Ambiental Mexicano. México DF, Fondo de Cultura Económica, Fundación Mexicana para la Educación Ambiental, 2da edición. 2000 p.177 a 180

Brañes, Raúl. Informe sobre el desarrollo del derecho ambiental latinoamericano y su aplicación después de diez años de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México, D.F. 2001

Santos, Zavala José. Gestión Integral de Residuos Sólidos: el caso del Programa “Basura que no es basura” León, Guanajuato. 2009

Cantanhede, Álvaro y Gladys Monge. Estado del arte del manejo de llantas usadas en las Américas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente/OPS, Lima Perú. 2002

Programa Basura que no es Basura, Dirección General de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable, Gobierno Municipal de León. 2006

Rodríguez Lepure, Ana Lucía. Gestión local e intergubernamental de los residuos sólidos urbanos. Una evaluación de las “buenas prácticas” en los municipios mexicanos, Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte, A.C., 158 pp. México 2008

Desarrollo Urbano Y Movilidad En América Latina. Observatorio de Movilidad Urbana, Corporación Andina de Fomento. 2011 p. 207 a 218

Iniciativa de Manejo Integral de Llantas de Desecho en la Frontera México-Estados Unidos, EPA, SEMARNAT, Octubre, 2006

Guía para el manejo de llantas usadas, Primera edición. Bogotá, Colombia. 2006

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 8 de Octubre de 2003. México Artículos 5 al 15

Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, última reforma publicada en el periódico oficial: 12 de noviembre del 2004. Guanajuato. Capitulo Cuarto Artículo 15 y Capitulo Quinto Artículos 16 a 25

Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato. Publicada en el Periódico Oficial, 10 de mayo de 2005. Guanajuato

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada 4 de junio de 2012. México Artículo 8 y Artículos 15 y 137

Reglamento para la Constitución del Sistema Integral de Aseo Público de León. Publicado en el Periódico Oficial de fecha 29 de mayo de 2009, León. Artículos 7 y 23

Censo de Población y Vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Gobierno Federal, México. 2010

Dirección General de Economía del municipio de León. 2010

<http://www.leonguanajuato.com/historia/>

<http://www.leongto.com.mx/secciones/historia/>

## **ANEXOS**

### **Marco normativo de la legislación ambiental en México**

Ley Orgánica de la Administración pública Federal (artículo 32 Bis)  
Reformas a la Ley Orgánica de la Administración pública Federal  
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente  
Ley General de Vida Silvestre  
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25-11-2003)  
Ley de Desarrollo Rural Sustentable, DOF 7 de diciembre de 2001  
Ley Federal de Sanidad Animal, 18 de junio de 1993 y 12 de junio de 2000  
Ley Federal de Sanidad Vegetal, OOF 5 de enero de 1994  
Ley de Pesca (DOF 2S-VI-1992)  
Ley de Aguas Nacionales  
Ley Federal del Mar (DOF 08-1-1986)  
Ley Minera (DOF 26-VI-1992)  
Ley Federal sobre Metrología y Normalización (DOF 01-VII-1992)  
Ley de Planeación (DOF 05-1-1983)  
Ley de Federal de Derechos en Materia de Agua  
Ley General de Bienes Nacionales (DOF 08-1-1982)  
Ley Federal de Procedimiento Administrativo DOF 04-VIII-1994  
Ley de Información Estadística y Geográfica (DOF 30-XII-1980 y sus reformas).  
Ley de Expropiación  
Ley General de Asentamientos Humanos (DOF 21-VII-1993)  
Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.  
Ley Federal de Turismo (DOF 31 de diciembre de 1992)  
Ley sobre la aprobación de tratados internacionales en materia económica  
Ley de Energía para el campo (30 de diciembre 2001)

## **Reglamentos**

Reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

- En Materia de Impacto Ambiental
- En Materia de Residuos Peligrosos
- En Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Reglamento en Materia de Auditoría Ambiental

Reglamento de Áreas Naturales Protegidas

- Para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias

Reglamento de la Ley Minera

Reglamento de la Ley de Pesca

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Reglamento de la Ley Forestal

Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables,

Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar

Reglamento del Registro Público de la Propiedad Federal, DOF 04-X-1999

Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,

Reglamento de la Ley Federal de Turismo

Reglamento para la Ley de Prestación del Servicio Turístico de Buceo

- Agua (Calidad del Agua Residual)
- Aire (Contaminación Atmosférica)
- Medición de Concentraciones
- Emisión de Fuentes Fijas
- Emisiones de Móviles
- Residuos Peligrosos, Sólidos Municipales y Biológico Infecciosos
- Biodiversidad (Flora y Fauna), Especies en Riesgo de Extinción y Aprovechamiento forestal
- Impacto Ambiental y Ordenamiento Ecológico