

Modalidad: **FINNOVA**

PROGRAMA REGIONAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS EN LA REGIÓN CAPITAL DEL ESTADO DE VERACRUZ

Modalidad:FINNOVA

1	Introducción-----	3
1.1	Planteamiento Del Problema-----	3
1.2	Justificación-----	3
2	Objetivos-----	6
	Objetivo General-----	6
	Objetivos Específicos-----	6
3	Marco De Referencia-----	7
3.1	Residuos Sólidos Urbanos-----	7
3.2	Manejo Integral De Los Residuos-----	7
	• Componentes De La Gestión Integral De Residuos-----	8
3.3	Reciclaje-----	10
3.4	Materiales Reciclables-----	11
3.4.1	Vidrio-----	11
3.4.2	Papel-----	12
3.4.3	Metales-----	13
3.4.4	Plásticos-----	13
3.4.5	Residuos Orgánicos-----	15
3.5	Marco Jurídico-----	15
3.5.1	Internacional-----	15
3.5.2	Nacional-----	15
3.5.3	Estatad-----	17
3.6	Experiencias En El Manejo De Residuos Sólidos Urbanos-----	18
3.6.1	Internacionales-----	18
3.6.2	Nacionales-----	20
3.7	Locales-----	20
4	Programa Regional De Aprovechamiento De Residuos Sólidos Urbanos-----	22
4.1	Presentación-----	22
4.2	Objetivo-----	22
4.3	Información General De Los Municipios-----	24
4.3.1	Banderilla-----	24
4.3.2	Coatepec-----	26
4.3.3	Emiliano Zapata-----	28
4.3.4	Perote-----	30
4.3.5	Xalapa-----	32
4.4	Diagnóstico Regional-----	34
4.4.1	Coatepec-----	35
4.4.2	Banderilla-----	35
4.4.3	Xalapa-----	36
4.4.4	Perote-----	36
4.4.5	Emiliano Zapata-----	37
4.5	Disposición Final De Los Residuos Sólidos Urbanos En La Región-----	37
4.6	Mercado De Materiales Reciclables En La Región-----	40
4.7	Estrategias Para Fomentar El Reciclaje Y La Separación De Los Residuos-----	42
5	Conclusiones-----	46
6	Bibliografía-----	47

Modalidad: **FINNOVA**

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Actualmente el modelo de desarrollo del país está basado en el uso desmedido de los recursos con un criterio de rentabilidad inmediata, provocando la destrucción de los recursos (Escobar, 2008) lo anterior se intensifica por el crecimiento demográfico que se ha experimentado en los últimos años, estimaciones realizadas por el INEGI indican que la población del país se ha quintuplicado en los últimos 60 años de 25.8 millones de personas en 1950 a 112.5 millones en el año 2010, colocando al estado de Veracruz en el tercer estado más poblado del país con 7.7 millones de habitantes, antecediéndole el Distrito Federal y el Estado de México.

En México, el creciente volumen de residuos sólidos generados, la dificultad para su recolección, el agotamiento rápido de la vida de los rellenos sanitarios y el desperdicio de materiales dotados de valor, han hecho necesario el establecimiento de mecanismos para fomentar el reciclaje y compartir la responsabilidad del manejo de los residuos entre los sectores involucrados directa o indirectamente en su generación. (SEMARNAT, 2014)

Por otra parte, la gran cantidad de residuos que se generan es ya un problema a escala mundial que debe ser tratado a través de estrategias locales; Actualmente en la región centro del estado de Veracruz existen dos rellenos sanitarios formalmente establecidos y cuya vida media está alcanzando su límite; Generalmente los sistemas de gestión integral están enfocados a obtener un máximo aprovechamiento de los residuos, lo que sugiere el envío a disposición final de aquellos materiales que no pueden ser recuperados e integrados a ciclos productivos; sin embargo, son muy pocas las medidas aplicadas para la separación de residuos desde su origen, todo ello se refleja en las cantidades de materiales aprovechables que son enviados a los sistemas de recolección y que no logran separarse en su totalidad, generando una saturación prematura de los rellenos sanitarios, esto, sin contar que en algunos de los casos los residuos son colocados en tiraderos a cielo abierto y causando un mayor impacto al entorno.

1.2 Justificación

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en México, durante la segunda mitad del siglo XX se ha presentado un importante crecimiento económico, acompañado por procesos de industrialización y crecimiento en los servicios, así como un rápido proceso de urbanización (PND, 2010), siendo éstos dos factores algunos de los más importantes en la generación de los residuos sólidos; Según datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), en 2004 la generación de residuos sólidos urbanos fue de 94,800 toneladas diarias, equivalentes a 34.6 millones de toneladas anuales en todo el país. Proyecciones de la SEDESOL indican que para el 2020, la generación será de 1,060 gr/día; (Gobierno-Federal) cabe mencionar que estos valores sólo

Modalidad: **FINNOVA**

presentan un panorama general respecto a la generación de los residuos puesto que ésta varía dependiendo en gran parte por las zonas económicas del país.

La composición de los residuos sólidos urbanos en el año 2004, en el país el 53% de los residuos eran de tipo orgánico, en tanto que el 28% eran potencialmente reciclables como el papel y el cartón (14%), vidrio (6%), plásticos (4%), hojalata (3%) y textiles (1%), mientras que el 19% correspondía a la madera, cuero hule, trapo y fibras diversas (Gutiérrez, 2006); a partir de esta información, un 81% de los residuos presentan cierto potencial para ser introducidos nuevamente a cadenas productivas, permitiendo un mayor aprovechamiento de los recursos que son dispuestos para su elaboración o para ser concebidos como materia prima útil.

Las experiencias que han obtenido algunos otros países y entidades son muestra de que a través de estrategias conjuntas que incluyen la participación de los sectores gubernamentales, productivo y social logran establecer una pauta para maximizar el reciclaje de materiales y con ello reducir el impacto ambiental generado por las grandes cantidades de residuos que son enviadas a los sitios de disposición final.

La colaboración intermunicipal es considerada una herramienta de coordinación pues permite el ahorro de recursos, principalmente en la prestación de servicios a la población; la colaboración promueve la generación de economías a escala pues la prestación de un servicio a la población incrementa su costo, sin embargo, si existe una mayor demanda, el costo disminuye. Por su parte y de manera estratégica, en cuanto a la elaboración de los programas de aprovechamiento de residuos, la organización intermunicipal incrementará su poder de negociación con el sector privado para la mejora de la comercialización de los volúmenes de material acopiados, garantizando el flujo de materia prima.

Otra de las ventajas de la colaboración intermunicipal es que se crean metodologías e instrumentos que pueden ser replicados en distintas zonas del país, activando economías regionales, facilitando la planeación estratégica la mejora en la gestión de los recursos; las participaciones conjuntas se convierten en un instrumento para promover la participación ciudadana, la cual, es de gran importancia en el programa propuesto.

Como parte del seguimiento, la información generada de las actividades es de utilidad para la comunicación de logros y la divulgación de conocimientos, para crear y reconocer los bienes obtenidos mediante la aplicación de esquemas intermunicipales, así como la elaboración de mejores diagnósticos para entender las debilidades y oportunidades de la zona y de los bienes públicos compartidos a futuro.

Tanto el incremento de la generación de residuos así como la presencia de materiales que pueden ser utilizados son considerados los principales motivos para el diseño de programas que fomenten el aprovechamiento de los residuos, un esquema intermunicipal, sin duda alguna contribuye al fortalecimiento del mismo.

Modalidad: **FINNOVA**

El beneficio ambiental del reciclaje se traduce en la disminución de los residuos municipales, de la contaminación y del ahorro de recursos naturales (OPS, 2005). Además, los beneficios que se generan con la minimización de los residuos sólidos urbanos por el reciclaje y la reutilización de materiales (se refiere a la utilización de los materiales de desechos sin mayor modificación para utilizarlos nuevamente con el propósito original para el que fueron fabricados) inciden directamente en la duración y eficiencia de los confinamientos controlados, principalmente por la reducción en el volumen de los desechos que requieren de disposición final.

La separación de los residuos sólidos urbanos en sus componentes orgánicos (restos de comida, principalmente) e inorgánicos (papel, cartón, textiles, plásticos, vidrios y metales) facilita su reúso y reciclaje, lo que disminuye tanto las presiones para contar con sitios adecuados de disposición, como los impactos al ambiente y la salud que están asociados a los depósitos no adecuados. El indicador reciclaje de residuos sólidos urbanos muestra la respuesta social y permite evaluar las estrategias en la materia. Los indicadores que se refieren al reúso y reciclaje son comunes dentro de las listas de indicadores, tanto ambientales como de desarrollo sustentable, particularmente en los conjuntos de Desarrollo Sustentable de la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas, de la OCDE y de la UE. (SEMARNAT, 2014)

Modalidad: **FINNOVA**

2 OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un Programa Regional que establezca y describa las líneas de acción que fomenten el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, permitiendo la reducción de los residuos que son enviados a disposición final para obtener el máximo beneficio de los recursos contenidos en los mismos

Objetivos Específicos

- Determinar la situación actual del manejo y composición de los residuos sólidos urbanos en la región centro del estado de Veracruz.
- Conocer la composición de los residuos sólidos urbanos que es enviada a los sitios de disposición final, haciendo énfasis en aquellos materiales con potencial de aprovechamiento.
- Obtener un panorama general relacionado con la comercialización de materiales reciclables en la región.
- Establecer las líneas de acción que permitan el aprovechamiento de los residuos en los municipios.

Modalidad: **FINNOVA**

3 MARCO DE REFERENCIA

3.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los residuos sólidos representan uno de los grandes problemas para la sociedad actual, debido a todos los factores que inciden sobre su generación y que le confieren cierto grado de dificultad a su manejo y disposición. De acuerdo con la Ley General para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (LGPGIR) que fue publicada en el 2003, un residuo es “todo material, insumo, producto o subproducto generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o procesamiento, que se descarta y que puede ser susceptible de aprovechamiento o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final” (DOF, 2003).

Los residuos sólidos urbanos (RSU), conocidos comúnmente como “basura”; según la LGPGIR son “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.”

Los RSU, están conformados por residuos orgánicos (producto de la comercialización, el transporte, la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal), papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables e inorgánicos como, vidrio, plástico, metales y material inerte. (SEMARNAT, 2001)

En México se recolectaba en el año 2000 el 83% del total de los residuos generados (69,886 toneladas) y quedaban dispersas diariamente 14,314 toneladas. Del total generado, poco más del 49% se depositaba en sitios controlados, esto es, 41,258 toneladas por día, lo que significa que 42,942 toneladas se disponían diariamente a cielo abierto, en tiraderos no controlados, tiraderos clandestinos o dispersos de forma inadecuada. De seguir esa tendencia, la situación de por sí ya grave, puede adquirir un perfil crítico. (SEMARNAT, 2001)

3.2 MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

En la actualidad se entiende por gestión integral de residuos urbanos al conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos generados en una determinada zona el tratamiento global más adecuado, desde los puntos de vista ingenieril, económico, medioambiental y sanitario, de acuerdo con las características de los mismos así como de los recursos disponibles (F. Colomer, 2007).

Modalidad:FINNOVA

La gestión de los residuos sólidos urbanos, presupone la aplicación de técnicas, tecnologías y programas específicos que permitan el logro de los objetivos trazados y el cumplimiento de las metas propuestas, teniendo en cuenta, en primer lugar, las características de cada localidad en particular.

Lo anterior implica que es necesario formular la visión para el manejo de los RSU que considere los factores propios de cada zona de trabajo, para asegurar la sostenibilidad de la gestión y garantizar el alcance de los beneficios esperados, para después establecer e implementar un programa de manejo que permita lograr la visión diseñada para la localidad en cuestión. (ONUDI, 2007)

La LGPGIR define al manejo integral como “todas aquellas actividades de reducción de la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social, necesidades y circunstancias de cada localidad o región” (DOF, 2003); por lo que a través de la gestión integral son definidas las acciones que se llevarán a cabo para la disminución de la generación de los residuos.

Componentes de la gestión integral de residuos

Los seis elementos funcionales que integran un sistema de gestión de residuos incluyen a) generación de residuos, b) manipulación y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen, c) recolección, d) separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos, e) transferencia y transporte, f) disposición final. (G. Tchobanoglous, 1994)

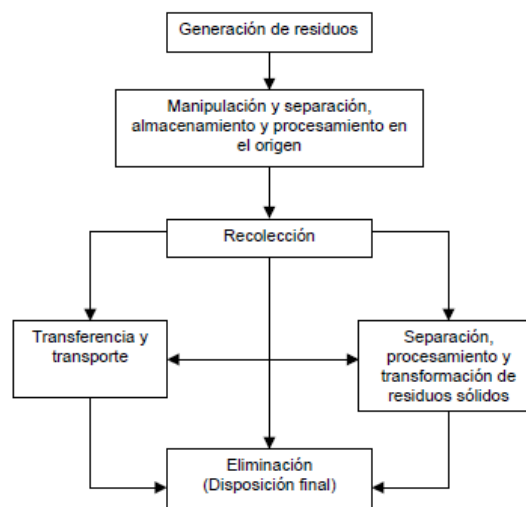


Figura 1.2. ELEMENTOS FUNCIONALES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.
Fuente: Tchobanoglous et al., 1994.

Modalidad: **FINNOVA**

La **generación de residuos** comienza cuando los usuarios ya no consideran con valor ciertos materiales y buscan deshacerse de ellos. Los factores que influyen en las cantidades generadas de residuos sólidos en una localidad son los mismos que afectan su composición. Entre estos factores destacan el tamaño de la población, el grado de urbanización de la localidad, el ingreso per cápita, etc. Mientras mayor sea el grado de urbanización de una población, mayores serán las cantidades de residuos producidas. (Rivera., 2005)

La siguiente fase se desarrolla en el sitio donde se originan los residuos, comprende la **manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento**; lo que incluye actividades previas antes de que los residuos sean recolectados desde el almacenamiento hasta la selección de productos para su venta, reutilización o compostaje en el sitio de generación.

La forma en que los residuos domiciliarios y comerciales se arreglan para la recolección tiene una fuerte influencia en el servicio de recolección y sus necesidades dependen de las necesidades previstas en la gestión de los RSU. El responsable de la disposición y recolección es el generador. (G. Tchobanoglous, 1994)

La **recolección** es la acción de retirar los residuos de la fuente que los generó y conducirlos hacia el sitio donde serán separados para su aprovechamiento o transformación, transferidos a unidades de mayor capacidad o eliminados. (Rivera., 2005)

Esta fase generalmente representa uno de los mayores impactos económicos en la gestión de los residuos. Dependiendo de las medidas generales de manejo se puede hacer una recolección de residuos mezclados o separados conforme el tipo de tratamiento posterior. La separación de materiales reciclables en el camión por el personal de la recolección reduce fuertemente la eficiencia del servicio. (Wehenpohl & Hernández, 2006)

En cuanto a la **separación, procesamiento y transformación**; este tipo de actividades ha cobrado importancia debido al mercado que existe para la recuperación de materiales. Cada fase de la gestión integral de residuos presenta varios mecanismos de acción para su desarrollo, en este sentido, la separación, el procesamiento y la transformación pueden llevarse a cabo de distintas maneras según la disponibilidad de recursos y la especialización de los procesos; Esta fase puede implementarse con actividades manuales y llegar hasta el uso de maquinaria especializada, incluso efectuarse en sitios destinados a la separación como son las plantas de aprovechamiento o reciclaje de residuos.

La finalidad de este elemento es la recuperación de productos que puedan comercializarse, obtener energía alterna o simplemente reducir el volumen y peso de los residuos que serán conducidos a disposición final. (Rivera., 2005)

La **transferencia** consiste en el traslado de los residuos provenientes de unidades de recolección pequeñas, a sitios con capacidades mayores de recolección; a ésta unidad de se le denomina

Modalidad: **FINNOVA**

estación de transferencia y es muy útil en casos en los que el sitio de disposición está lejos de la ciudad. En a ocasiones, las estaciones de transferencia tienen capacidad para recibir los residuos de varios municipios. El empleo de este mecanismo debe estar basado en un análisis costo-beneficio.

El **transporte** es el recorrido que realiza el camión sin hacer al mismo tiempo la recolección. Eso puede ser la parte del camino que corre el camión de la recolección una vez llenado con material hasta la disposición final. En otros casos es solamente el recorrido. (G. Wehenpohl, 2002)

La **disposición final** constituye la última etapa del ciclo de vida de los RSU. La aplicación de todas las medidas de reúso y reciclaje permiten depositar los restos económicamente no reaprovechables. La cuestión entonces no es de evitar el elemento de disposición en el ciclo de manejo de RSU, sino reducir su cantidad y el impacto al ambiente.

La LGPGIR define la disposición final como “la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos”. (DOF, 2003)

3.3 RECICLAJE

Debido a la situación actual del manejo de los residuos en el país, es evidente la necesidad de buscar soluciones adecuadas para solucionar esta problemática; como se mencionó anteriormente, los sistemas de gestión integral de residuos incluyen a las actividades de separación y reciclaje, éste último requiere algún tipo de procesamiento físico, biológico o químico, de modo que los materiales así obtenidos puedan ser utilizados como materia prima para nuevos productos (Medina, 1999); el beneficio primario del reciclamiento es la conservación de los recursos naturales y la rehabilitación del espacio de suelo; (SEDESOL, Manual para el establecimiento de un programa regional de reciclaje, 2001). Sin embargo, para que el flujo de los materiales asegure el funcionamiento de los programas de reciclaje y así obtener materia prima para dicho proceso, debe fomentarse separación obligatoria de materiales reciclables a nivel domiciliario e institucional. (Bolaños-Cacho, 2001).

Actualmente el reciclaje se considera a escala mundial como una importante alternativa para reducir la cantidad de basura doméstica, al mismo tiempo de disminuir los costos de tratamiento y los problemas ambientales que surgen por la acumulación de basura. (F. Colomer, 2007)

Una vez que los residuos son separados, ya sea de manera informal o desde su generación, incorpora básicamente tres instancias:

- Los centros de acopio
- Las empresas recicladoras
- Las industrias que compran los residuos de las anteriores

Modalidad: **FINNOVA**

Existen dos formas de organizar la clasificación de los RSU: Una forma de trabajar es cuando la clasificación de los residuos se realiza directamente por la población en sus hogares o en puntos donde deben ser llevados ya organizados, disponiendo para ello, en ambos casos, de los depósitos requeridos tanto en las casas como en el punto de recolección. Otra forma es realizar la clasificación directamente en los centros destinados para ello, para lo que se requiere disponer de una potente infraestructura de clasificación que incluye áreas extensas habilitadas al efecto, personal suficiente y maquinarias y mecanismos adecuados para dar abasto al trabajo manual inherente al proceso de reciclaje. (SEMARNAT, 2001)

La funcionalidad del manejo de residuos puede garantizarse a través del diseño de sistemas de manejo adecuados para cada sitio; es decir, el municipio o región debe emplear esquemas según sus necesidades y prioridades, es por ello que se presenta la diversidad de experiencias, a nivel internacional se han llevado grandes esfuerzos y se han reportado algunos casos de éxito en el aprovechamiento de los residuos mediante los procesos de reciclaje. (Bolaños-Cacho, 2001)

Proceso en el que se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas, entre ellas: (Idarra, 2012)

- a) procesos de tecnologías limpias
- b) reconversión industrial
- c) separación;
- d) recolección selectiva acopio;
- e) reutilización
- f) transformación
- g) comercialización

La segregación temprana de residuos domiciliarios es básica, ya que es la forma más efectiva de contribuir a que éstos se asemejen a los residuos industriales, lo cual se requiere que las autoridades establezcan la recolección separada de los residuos clasificados (SEMARNAT, 2001)

3.4 MATERIALES RECICLABLES

3.4.1 VIDRIO

El vidrio es un material que por sus características es 100% reciclable, ya que a partir de un envase utilizado puede fabricarse uno nuevo que puede tener las mismas características del primero. (F. Colomer, 2007)

Los envases que pueden reciclarse son los siguientes: envases de refrescos y cervezas no retornables, medicamentos, alimentos, vinos y licores en general. Antes de entregarlos a los centros de recolección deben quitarse las tapas o arcos de metal o plástico. Los materiales que no

Modalidad: **FINNOVA**

pueden ser reciclados son los siguientes: cerámica, cristal, arcilla, espejos y vidrios planos, bombillos, ampolletas. (F. Colomer, 2007)

Existe un ahorro energético muy importante, pues la recogida y el tratamiento de los residuos de vidrio son procesos más baratos que los correspondientes a la extracción de las materias primas y su posterior transporte. Reciclando una botella se ahorra energía suficiente para mantener una bombilla de 100 vatios encendida durante una hora. Se ahorra energía debido a que la temperatura necesaria para fundir el calcín es menor a la requerida para fundir las materias primas originales, para hacer una tonelada de vidrio basta con una tonelada de calcín, mientras que para hacer vidrio con materias primas originales necesitamos 1.2 toneladas. (Ramos, 2005)

Por cada tonelada de residuos de vidrio que sea recuperada, se ahorran 1.200 kilogramos de materias primas además de conseguir que menos residuos vayan al vertedero, ya que, por cada 3000 botellas recicladas son 1000 kilos menos de residuos. (Ramos, 2005)

La reducción de la contaminación del aire es otra de las cosas que se ganan reciclando vidrio, esta se reduce hasta un 20% ya que se quema menos combustible para fabricar nuevos envases y, además, se reduce la producción de gases procedentes de las materias primas en la fundición. La cantidad de agua contaminada en los procesos de fabricación de vidrio a partir de los residuos es un 50% menor. (Ramos, 2005)

3.4.2 PAPEL

El papel reciclado requiere del 10% del agua y el 55% de la energía necesaria para obtener papel a partir de pasta virgen, generando además una cuarta parte de la contaminación.

El papel reciclado es aquel que en su fabricación entra exclusivamente como materia prima el papel usado y recuperado de periódicos, revistas, cartones, impresos, etc. Por su parte el papel ecológico es aquel que no ha sido blanqueado mediante productos químicos basados en cloro. (F. Colomer, 2007)

Aún cuando está sujeto a variaciones estacionales y de otras menos predecibles, originadas en cambios de modalidades del consumo, el mercado final tradicional del papel y el cartón mantiene una estructura de precios relativos básicamente conectada con su composición y grado de contaminación. (Otero, 2010).

La cámara del papel en México, tiene definidos los tipos de papel, los cuales se relacionan con la operación de reciclaje. La regla general es que un tipo de papel requiere en principio el residuo adecuado para su fabricación, de tal forma que para generar nuevas cajas de cartón corrugado, se necesitan cajas de cartón corrugado usadas y para papel de impresión blanco, se necesita papel de impresión blanco. Por ello se ha establecido un esquema de acopio por calidades, estableciéndose tres grandes familias: blancos, café y grises. (Cámara del Papel, 2012)

Modalidad: **FINNOVA**

3.4.3 METALES

La fracción metálica está formada básicamente por metales férricos (latas y acero) y no férricos (aluminio). La recuperación del aluminio resulta muy rentable económicamente debido a su elevando precio por lo que supone un gran ahorro energético y ambiental. (Otero, 2010)

Los metales férricos, son los residuos originados en el proceso de producción, transformación y uso del acero. Son muy valorados para el reciclaje ya que ahorran el 62% de energía respecto a la producción con mineral de hierro, además de gran cantidad de agua. (F. Colomer, 2007). Este tipo de metales provienen del automóvil, electrodomésticos, mobiliario, envases.

Metales no ferrosos, son el resto de metales que se encuentran en los residuos como resultado de las actividades domésticas. Suelen ser metales de alto valor como el aluminio, cobre, plomo y el oro o el platino de los equipos electrónicos. Por esto se realiza un gran esfuerzo en su recuperación, ya que ahorra grandes cantidades de materias primas muy caras y difíciles de extraer además de ahorros energéticos que pueden llegar al 96% para el caso del aluminio.

La gran ventaja del reciclaje de los metales es la de evitar los gastos de la fase de reducción del mineral a metal. Esa fase implica un gran gasto de energía, exige el transporte de grandes volúmenes de mineral e instalaciones costosas, destinadas a la producción en gran escala. Aunque sea mayor el interés por reciclar materiales no ferrosos, debido al mayor valor de su chatarra, es muy grande la demanda de chatarra de hierro y de acero, inclusive por parte de las grandes plantas siderúrgicas y fundiciones. La chatarra puede, sin mayores problemas, ser reciclada inclusive cuando está oxidada. Su reciclaje se simplifica por la facilidad de identificarla y separarla, principalmente en el caso de la chatarra ferrosa, para la cual se emplean imanes, debido a sus propiedades magnéticas. Mediante este procedimiento se puede retirar hasta un 90 % del material ferroso presente en los residuos sólidos. (El Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos , 1998)

Materiales férreos

Para las latas de acero, contienen un recubrimiento de estaño para controlar la corrosión; normalmente son enviadas a plantas de desteñimiento.

Por otra parte, los metales que se encuentran en electrodomésticos, automóviles y chatarra son procesados primeramente por los comerciantes, mismos que separan los materiales útiles y peligrosos; éste tipo de chatarra es triturada

3.4.4 PLÁSTICOS

El polímero por su composición química y propiedades físicas se comporta como un material no biodegradable en una escala temporal a muy largo tiempo, el cual no permite realizar algún tipo de reciclaje de sus elementos. Entre los polímeros más utilizados por la industria y sectores productivos se encuentra el polietileno, poliestireno, poliuretano, poliéster, entre otros¹².

Modalidad: **FINNOVA**

(Idarraga, Diseño de la cadena de valor de reciclaje del plástico en la ciudad de Cali. Tesis de Licenciatura., 2012)

Los plásticos hacen parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros y están conformados por cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno. El plástico se obtiene mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural.

La principal materia prima para la producción de plásticos, además del gas natural, es el petróleo y se estima que sólo el 5% del petróleo extraído se utiliza para la fabricación de plásticos (Idarraga, 2012).

La Sociedad de Industrias del Plástico (SPI) estableció a nivel internacional, un método de clasificación para los plásticos que consiste en los números del 1 al 7 que aparece generalmente en la parte inferior de estos materiales. Esta clasificación sirve para facilitar la separación de los diferentes materiales y de esta forma maximizar el número de veces que pueden ser reciclados, pues la calidad de un plástico se deteriora rápidamente al combinarlo con otro diferente. En la Tabla 1 se presenta la clasificación internacional de los plásticos. (FONAM, 2008)

Nombre	Abreviatura (opcional)	N° identificación
Polietilentereftalato	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o Vinilo	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Otros	7

Dentro de la fracción denominada como OTROS se incluyen, además de los plásticos termoestables, materiales como:

- Policarbonato (PC)
- Acrilonitrilo Butadieno Estireno
- (ABS)
- Estireno Acrilonitrilo (SAN)
- Poliamida (PA)
- Nylon
- Acetales
- Poliuretano

Modalidad: **FINNOVA**

3.4.5 RESIDUOS ORGÁNICOS

La fracción orgánica de los residuos comprendida por comida, papeles, cartón, textiles, cuero, madera y residuos de jardín (F. Colomer, 2007) puede ser tratada a través de transformaciones de tipo biológico, en las que a través de la acción de organismos vivos, se modifica la composición química de la fracción orgánica; sin embargo, en la mayoría de los casos, los sistemas de reutilización de la fracción orgánica incluyen a residuos vegetales y del jardín, debido a que otro tipo de materiales pueden afectar los procesos de aprovechamiento, como lo es en el caso de la composta, la cual constituye uno de los métodos más utilizados.

Los residuos de tipo orgánico no son materiales directamente reciclables pues requieren de transformaciones mediante un proceso biológico controlado para obtener otros materiales de mayor utilidad, como el biogás y el humus de lombriz;

La valorización de la fracción orgánica de los residuos, presenta una serie de limitaciones que requieren un proceso más largo para poder ser incluidos al ciclo económico. (Otero, 2010)

Debido a su alto contenido de humedad, es un material inadecuado para su valorización energética y su eliminación en vertederos provoca emisiones de gases, generación de malos olores y la producción de lixiviados. (Otero, 2010)

3.5 MARCO JURÍDICO

3.5.1 Internacional

En la Cumbre que se llevó a cabo en Río de Janeiro en 1992, con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), se plasmaron diversos lineamientos encaminados hacia un desarrollo sostenible. Sus recomendaciones iban desde nuevos métodos educativos, hasta nuevas formas de preservar los recursos naturales, pasando por nuevos caminos para participar en el diseño de una economía sostenible. (ONU, 2014)

Uno de los principales documentos elaborados durante esta convención fue La Agenda 21, la cual es considerada uno de los instrumentos internacionales más importantes entre los estados, ya que se desarrollan lineamientos para la sostenibilidad. (Ramírez, 2010)

En la Agenda 21 se abordaron temas trascendentes con respecto al manejo de residuos plasmándose todos ellos en su capítulo 21, dejando claro que la gestión de los residuos debe ir más allá que la simple disposición final atacando de raíz los problemas fundamentales pues la generación de presenta en gran medida en la etapa de producción.

3.5.2 Nacional

De acuerdo a lo establecido por el Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es obligación de los municipios la prestación de los servicios de recolección, traslado, tratamiento y disposición final, por lo tanto, es su obligación buscar las adecuadas alternativas

Modalidad:FINNOVA

para atender los requerimientos en materia de generación de residuos sólidos urbanos. (DOF,1917)

En este sentido, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 1998), en su artículo 134 que está relacionado con la prevención y el control de la contaminación de suelos, que, “Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes”, lo que incentiva la formulación de programas que coordinen las actividades de minimización de residuos.

En el artículo 137 de la LGPEEPA, se declara que corresponde a los municipios de acuerdo a la legislación pertinente “el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales” y por ello, en el artículo 138 le confiere a la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para la implantación y mejoramiento de sistemas antes mencionados ; así como la identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

En adición a lo anterior en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003) como ley reglamentaria en la materia, se establece que independientemente de las atribuciones que se confieren tanto a la federación como estados y municipios, es primordial la aplicación de principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, mediante el establecimiento de criterios y mecanismos de coordinación para la prevención de la generación y gestión integral de los residuos, señalando además que uno de los pilares para avanzar hacia el desarrollo sustentable es la producción limpia aunado a los principios ya señalados, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

En el artículo 97, se presenta a los órdenes estatal y municipal una serie de acciones para promover reducción de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, entre las acciones que fortalecen la elaboración del presente proyecto pueden mencionarse:

- Establecer programas para mejorar el desempeño ambiental de las cadenas productivas que intervienen en la segregación, acopio y preparación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su reciclaje;
- Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección, acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos;
- Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos;

Modalidad: **FINNOVA**

- Promover la integración, operación y funcionamiento de organismos consultivos en los que participen representantes de los sectores industrial, comercial y de servicios, académico, de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones profesionales y de consumidores, y redes intersectoriales relacionadas con el tema, para que tomen parte en los procesos destinados a clasificar los residuos, evaluar las tecnologías para su prevención, valorización y tratamiento, planificar el desarrollo de la infraestructura para su manejo y desarrollar las propuestas técnicas de instrumentos normativos y de otra índole que ayuden a lograr los objetivos en la materia.

3.5.3 Estatal

A nivel estatal, se encuentra la Ley número 62 de Protección Ambiental (Gaceta Oficial, 2000), cuyo objetivo, es la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como los fundamentos para el manejo y la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos.

Básicamente, en esta Ley se lleva a cabo la distribución de competencias del Estado y la Secretaría; en el capítulo sobre los instrumentos de política ambiental de la sección para la educación, la formación y la investigación ambiental, manifiesta que la secretaría de medio ambiente en conjunto con las dependencias pertinentes promoverán el reúso y reciclaje de los residuos no peligrosos.

En su artículo 175 le confiere a la Secretaría de Medio ambiente las facultades para

- La evaluación y otorgamiento de autorizaciones para la instalación y operación de centros de acopio de residuos sólidos no peligrosos para su clasificación, reúso, tratamiento y reciclaje en coordinación con las autoridades del municipio.
- La promoción de medidas técnicas y administrativas conducentes a resolver la problemática de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales de uno o más municipios

Y por su parte a las autoridades municipales les confiere las facultades para

- La promoción de la racionalización de la generación de residuos adoptarán las medidas conducentes para incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje.

En el artículo 178, promueve la celebración de convenios entre el gobierno estatal, los ayuntamientos y las instituciones correspondientes para la

- La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.
- La identificación de alternativas de minimización, reutilización, reciclaje y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

Modalidad: **FINNOVA**

Así mismo, el estado cuenta con la Ley 847 de Prevención y Gestión integral de RSU y RSM establece la distribución de competencias así como la determinación de criterios que deben considerarse en la generación, el manejo y la disposición final de los residuos ; en relación al presente programa, la ley establece las bases para facilitar la reutilización, reciclado y remanufactura de residuos, así como el desarrollo de mercados para los materiales, residuos y productos reciclables y reciclados, así como remanufacturables y remanufacturados.

En el artículo cuarto manifiesta que corresponde al ejecutivo estatal a través de la Secretaría, Promover, en coordinación con el Gobierno Federal y las autoridades correspondientes, la creación de infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos, en el Estado y en los municipios, con la participación de inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados. Con la finalidad de fomentar el apoyo de la iniciativa privada en la gestión de los residuos, la Ley les concede la participación en el diseño e instrumentación de acciones conforme a la legislación existente

En cuanto a la existencia de organismos operadores, el artículo nueve de la presente Ley promueve la formación de estos sistemas para más de un municipio. Lo que da la pauta para la elaboración de iniciativas regionales siempre y cuando exista una coordinación intermunicipal

3.6 EXPERIENCIAS EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Con la presión que se ha generado en cuanto al incremento de los residuos sólidos urbanos así como del gran impacto por los procesos de disposición final, de los gastos energéticos y de recursos naturales; en distintas entidades se han desarrollado programas de aprovechamiento de residuos, el diseño de las estrategias no puede ser generalizado debido a que cada entidad presenta condiciones muy particulares entre las cuales pueden incluirse la composición de los residuos y sus volúmenes de generación, las políticas de manejo, el mercado existente para los materiales recuperados pues en algunos casos esto define qué tipo de materiales representan un mayores facilidades para ser introducidos a los procesos de reciclaje ; por lo anterior, más que establecer un sistema basado en otras experiencias; conviene diseñar un programa en el que se consideren los aspectos locales que puedan favorecer su efectividad, es así como las experiencias que se muestran a continuación son consideradas como un marco referencial para el establecimiento de mecanismos locales que permitan el mayor aprovechamiento posible de los materiales.

3.6.1 INTERNACIONALES

Los países de América Latina han sido objeto de estudio en materia de residuos desde hace algunos años; debido al desarrollo económico y las transformaciones en los patrones de urbanización, la generación de residuos y la insuficiente recolección e inadecuada disposición final

Modalidad: **FINNOVA**

de residuos sólidos provocan contaminación de tierra, aguas y aire, y presenta riesgos a la salud humana, lo cual se considera como uno de los grandes problemas para las administraciones locales.

A pesar de la deseabilidad social de promover el reciclaje, la mayoría de las ciudades latinoamericanas carecen de políticas y programas que lo estimulen. Sin embargo, esto no significa que el reciclaje de materiales no exista en la región. Al contrario, existe un dinámico sector informal que los recupera para ser reciclado (Medina, Reciclaje de los Residuos Sólidos en América Latina, 1999). Sin embargo; en algunos de los casos de éxito que a continuación se mencionan, es debido a la organización estratégica de éste sector, que se han establecido programas y cadenas de reciclaje en algunas regiones de América Latina.

En Colombia, las actividades informales de recolección, cobraron fuerza desde 1980, debido a las constantes críticas de dichas actividades, a finales de esa década algunos trabajadores comenzaron a organizarse y mediante el apoyo de diversas asociaciones, las condiciones de trabajo y educación fueron fortaleciéndose, considerando también mejoras en la estructura laboral, conformando cooperativas y redes regionales de apoyo, lo anterior, se vio fortalecido por el impulso de autoridades gubernamentales al establecer las políticas que fomentaran las actividades de reciclaje. Al 2010, se tienen registradas alrededor de 11 organizaciones de recicladores que están conformadas por las cooperativas en distintas localidades. (Aluna Consultores, 2011)

Otro caso de éxito sobre los que se encontró registro fue el que se llevó a cabo en la Ciudad de Ñoñua, en Chile y que en el 2002 contaba con más de 100,000 habitantes. El programa de reciclaje municipal fue monitoreado durante cuatro años, obteniendo resultados favorables. A través del trabajo conjunto de la población y las autoridades municipales, se logró establecer un sistema de recogida selectiva adecuado a los requerimientos de la población y se implementaron campañas de concientización en distintos sectores. El proyecto consistió en fomentar la separación en origen seco/húmedo, posteriormente los residuos fueron enviados a un “ecoparque” donde los materiales aprovechables eran separados y enviados a las empresas con las que previamente se establecieron contratos de compra-venta de los materiales. Anualmente la población genera alrededor de 62,000 toneladas, logrando recuperar anualmente una tercera parte de esas cantidades; del 2003 al 2007 se alcanzó una tasa de recuperación del 10%, lo cual representa una cifra significativa, si se toma en cuenta que el programa fue realizado con la participación voluntaria de los habitantes, conformando a la comunidad de Ñoñua como un claro ejemplo del alcance que puede tener un programa de reciclaje que se encuentra bien diseñado para poblaciones específicas. (Allamand, 2008)

En algunos otros países, donde existe mayor difusión de la separación desde el origen y el políticas que le confieren obligatoriedad a dichas prácticas; se han aplicado los denominados “Puntos Verdes”, en Barcelona se han instalado equipamientos que cumplen todas las funciones

Modalidad: **FINNOVA**

propias de los centros de recuperación y reciclaje, pero están más cerca del ciudadano, lo que facilita al máximo la posibilidad de llevar materiales usados que se pueden reutilizar o reciclar.

Cada centro de recuperación y reciclaje es administrado por un gestor local que cuenta con la colaboración de un gestor logístico común, que se encarga de trasladar los materiales recogidos en los diferentes centros de recuperación y reciclaje a los centros de tratamiento especializado. El centro de recuperación y reciclaje sólo es un lugar de paso de estos residuos, que posteriormente continuarán su proceso de reciclaje. Según la ley que regula los residuos en Cataluña, todos los municipios de más de 5.000 habitantes tienen que tener un centro de recuperación y reciclaje propio. (Metrópolis, 2005).

3.6.2 NACIONALES

En el país se han documentado algunas experiencias relacionadas con programas de reciclaje de residuos, en muchos de los casos estos esfuerzos son realizados a través de las autoridades municipales o con el apoyo de iniciativa privada. En general, las campañas realizadas para la recolección de materiales, son llevadas a cabo por empresas desarrollan procesos de reciclaje de materiales específicos.

La facilidad con que se logre la reincorporación residuos a un ciclo productivo, depende en gran parte del mercado existente y de la demanda de los materiales; es por ello que algunos municipios del país han optado por el establecimiento de convenios para la recolección de materiales con empresas especializadas como por ejemplo Bio papel que cuenta con una planta en Tres Valles, Veracruz o en el caso de Tetra pack que ha desarrollado campañas de recolección de dicho material en distintos municipios.

A través de la estrategia para la prevención y gestión integral de residuos para el estado de Puebla, se han llevado a cabo distintas actividades en las que se incluye la valorización de los residuos entre las que se incluye la elaboración de planes de residuos de manejo especial así como convenios con distintos sectores económicos que contribuyen en gran medida a la generación de residuos; con la de la formulación de convenios con el sector privado se realizaron campañas de recolección de residuos y se han establecido los padrones de los centros de acopio que cuentan con las autorizaciones pertinentes, lo cual marca una pauta en la organización de las actividades de recolección y manejo de residuos. (Gobierno de Puebla, Agosto 2012)

3.7 LOCALES

Las experiencias relacionadas con el aprovechamiento y el reciclaje de materiales, hasta ahora han sido orientadas al sector educativo mediante la elaboración de programas y cursos sobre el reciclaje. En la facultad de Biología de la Universidad Veracruzana se han realizado trabajos recepcionales que documentan experiencias de educación ambiental en escuelas de distintos niveles; en este sentido, en la ciudad de Córdoba Veracruz se realizó en 2010 un curso taller a estudiantes de bachillerato, lo anterior basado en el programa de reciclaje que se implementó en el municipio en el que se trataba de recolectar los materiales y reducir la cantidad de residuos que

Modalidad: **FINNOVA**

era enviada a disposición final; la mecánica del programa consistió en canjear los materiales reciclables por productos de primera necesidad, con la finalidad de beneficiar la economía de los hogares y promover la participación ciudadana (Bertani, 2011).

Otro caso relevante en cuanto a la gestión de residuos es la experiencia del municipio de Teocelo Veracruz, que se localiza a 25 kilómetros de la ciudad de Xalapa; las problemáticas del municipio en cuanto a los volúmenes de residuos generados y la necesidad de la construcción de un relleno sanitario, así como la situación económica del municipio, constituyeron uno de los principales motivos para la elaboración del Programa Integral de Separación, Manejo, Educación, Proceso y Aprovechamiento de los Residuos Sólidos que se planteaba tres objetivos: a) Un cambio en la cultura ciudadana con respecto al manejo de los residuos sólidos; b) El funcionamiento de un módulo de compostaje para transformar los residuos orgánicos en abono y; c) La distribución del abono orgánico entre los productores; el programa presentaba un énfasis en la recolección de material principalmente orgánico para su procesamiento a través de lombricompostaje y en cuanto a la fracción inorgánica la recolección en un centro de acopio por el que se realizaba un pago por los materiales. (García,2003).

Modalidad: **FINNOVA**

4 PROGRAMA REGIONAL DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

4.1 Presentación

La importancia de la elaboración de programas, radica en que determina los mecanismos de acción así como las herramientas necesarias para el desarrollo de actividades con un fin común. En este sentido, el programa de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos, está basado en estudios elaborados en los municipios de Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Perote y Xalapa, a través de los cuales se determinó la situación actual del manejo de los residuos sólidos urbanos, la composición de los residuos que son enviados a disposición final, así como el panorama actual de la comercialización de materiales aprovechables; lo anterior, con la finalidad de obtener las bases para el establecimiento de líneas de acción que permitan un mayor aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en la región mencionada, basado en la participación activa de los principales sectores involucrados con las actividades de manejo de residuos, entre los cuales se encuentran el sector gubernamental con sus instituciones y las autoridades responsables en materia de residuos, el sector educativo, la iniciativa privada y la sociedad en general.

La coordinación entre los miembros participantes es el principal instrumento para la puesta en marcha y el funcionamiento de programas como el que a continuación se muestra, por ello, se plantean las principales líneas de acción basadas en el contexto regional del manejo de residuos sólidos urbanos además de los agentes involucrados en la realización de dichas actividades.

Modalidad: **FINNOVA**

4.2 Objetivo

Contribuir con la gestión integral de los residuos a través del máximo aprovechamiento de los residuos generados en los municipios de Coatepec, Emiliano Zapata, Banderilla y Perote

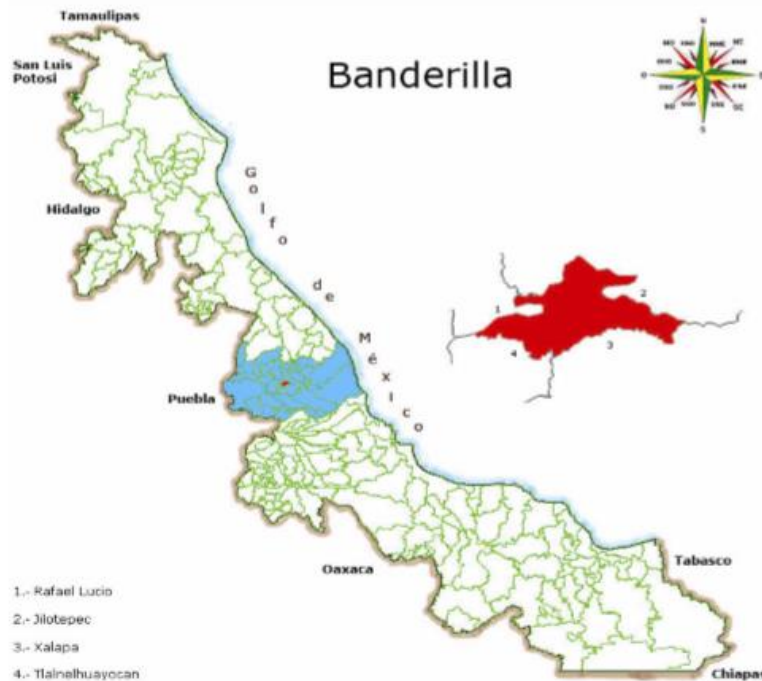
- Maximizar la valorización de subproductos contenidos en los residuos para su reincorporación como materias primas en procesos productivos.
- Promover la participación de los actores de la sociedad para lograr el manejo integral de los residuos.
- Impulsar la participación privada y las organizaciones sociales en la gestión integral y sustentable de los residuos.
- Fomentar la educación ambiental para el adecuado manejo integral de residuos.

Modalidad: **FINNOVA**

4.3 Información general de los municipios

4.3.1 BANDERILLA

Banderilla es uno de los municipios que conforman el estado de Veracruz y se ubica en la zona central del Estado en el eje neovolcánico, en las estribaciones últimas del Cofre de Perote.



- **Datos Geográficos**

La cabecera municipal recibe el nombre de Banderilla, al 2010, contaba con 24 localidades, de las cuales una es urbana y el resto son rurales. El municipio tiene una superficie de 19.8 Km² y presenta una densidad de población de 1,086.0 hab/km²

- **Orografía**

El municipio se encuentra ubicado en la zona central del Estado en el eje neovolcánico, en las estribaciones últimas del Cofre de Perote, por lo que su topografía es irregular, pero sin accidentes de importancia. El cerro de mayor consideración es el de La Martinica.

Banderilla limita al norte y noroeste con Jilotepec, al este y sur con Xalapa, al suroeste y oeste con Rafael Lucio (San Miguel del Soldado).

Su latitud es 19° 35" N, y su longitud 95° 56" O y está ubicada a 1600 msnm de altitud (máxima).

- **Hidrología**

Al municipio lo riegan pequeños ríos tributarios del río Sedeño, que a su vez es tributario del río Actopan.

- **Clima**

Modalidad: **FINNOVA**

En Banderilla encontramos un clima cuya temperatura media anual es de 18° C, en términos biogeográficos el territorio se encuentra en la confluencia de los reinos Neártico y Neotropical. En la porción central del Estado de Veracruz entre los 1000 y los 2000 msnm, coinciden la provincia florística de la Sierra Madre Oriental, perteneciente a la región Mesoamericana de Montaña, y la provincia florística de la Costa del Golfo de México, que pertenece a la región Caribe.

- **Topografía**

Su topografía es irregular, pero sin accidentes de importancia. El cerro de mayor consideración es el de La Martinica.

- **Vegetación**

Está representada en gran parte por cafetales (*Coffea arabica*) asociados con árboles de sombra característicos de ese cultivo, entre los cuales podemos mencionar: jinicuil (*Inga jinicuil*), chalahuite (*Inga spuria*), encinos (*Quercus sp.*), chinini (*Persea schiedeana*), aguacate (*Persea sp.*), ixpepe (*Threma micrantha*); así como algunos frutales: plátano (*Musa sapientum*), naranja (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*) y níspero (*Eriobotrya japonica*). Además se pueden observar algunas herbáceas entre las que se encuentran: jazmincillo (*Odontonema callystachium*), higuera (*Ricinus communis*), balsamina (*Impatiens balsamina*) y bromelia (*Tillandsia sp.*).

- **Fauna**

Entre la fauna de la reserva podemos encontrar algunos anfibios y reptiles como: sapito rugoso (*Bufo cristatus*), ranita arborícola (*Hyla mixomaculata*), sapito hojarasquero (*Eleutherodactylus decoratus*), tlaconete (*Chiroteroptriton lavae*), lagartija (*Sceloporus jalapae*), culebra negrinaranja (*Sibon sartorii*), falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*), culebrilla del bosque (*Rhadinaea forbesi*) y culebra escalera (*Thamnophis scalaris*). Entre las aves que pueden ser observadas en el Cerro se encuentran: garza ganadera (*Bubulcus ibis*), aura común (*Cathartes aura*), aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), paloma doméstica (*Columba livia*), búho café (*Strix virgata*), halcón murcielaguero (*Falco ruficularis*), loro coroniblanco (*Pionus senilis*) y tecolotito común (*Glaucidium brasilianum*). También es posible encontrar algunos mamíferos como: tlacuache (*Didelphis marsupialis*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), metorito (*Microtus quasiter*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y cacomixtle (*Bassariscus astutus*).

- **Población y principales localidades**

Al año 2010, el total de la población era de 21,546 de los cuales 47 % eran hombres y 53% mujeres.

La mayor parte de los habitantes se encuentran en la cabecera municipal, representando el 91% (19,649). Las principales localidades en cuanto a población son:

- Xaltepec con 933 habitantes que representan al 4.3%.
- La Haciendita con 629 habitantes que representan al 2.9%.
- El Boquerón con 123 habitantes con sólo el 0.5%.
- Monte Calvario 92 habitantes siendo el 0.4%
- Resto de las localidades tienen un 0.6%

Modalidad: **FINNOVA**

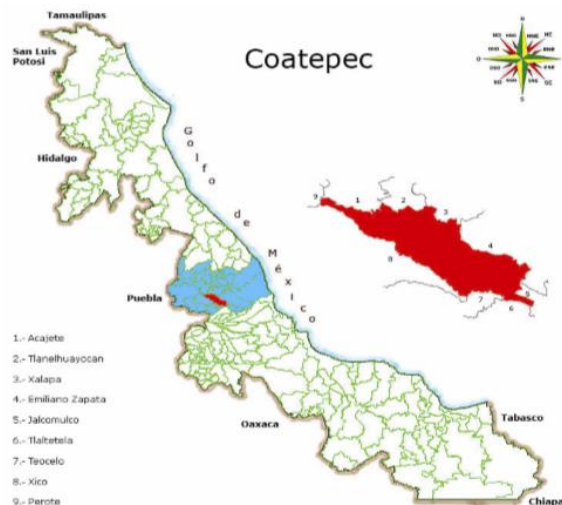
- **Uso de suelos y Vegetación**

El total de la superficie municipal el 13.6km² es utilizado para la agricultura, 4.7 km² constituye pastizales y sólo el 1.6km² está destinado para el área urbana.

4.3.2 COATEPEC

- **Aspectos generales**

Se localiza en la zona montañosa central del Estado, en las coordenadas 19° 27' latitud norte y 96° 58' longitud oeste, a una altura de 1200 metros sobre el nivel del mar. Su distancia aproximada por carretera a la capital del estado es de 10 Km



- **Orografía**

El municipio de Coatepec se encuentra en la región central del estado, a 1200 metros sobre el nivel del mar; a 8 kilómetros al Sur de la Capital Xalapa y a 20 km al este del Cofre de Perote. Su superficie total representa el 0.0034% del estado.

Coatepec limita con los municipios de Acajete, Xalapa y de Tlanelhuayocan al norte; con Teocelo, Tlaltetela y Jalcomulco al sur; con Emiliano Zapata al este y con Perote y Xico al oeste.

Su latitud es 19° 27" N, y su longitud 96° 58" O; Está ubicado a 1200 msnm de altitud. El municipio tiene una extensión de 202.4 km².

- **Hidrología**

Tiene cuatro pequeños ríos: el Pixquiac, el Pintores, el Sordo y el Hueyapan; todos ellos afluentes del río "Pescados" (también conocido como La Antigua).

- **Clima**

El clima de Coatepec es templado-húmedo, con una temperatura promedio de 19.2 °C. Es considerado un municipio muy lluvioso, ya que su precipitación pluvial media anual es de 1,926 mm.

Modalidad: **FINNOVA**

- **Topografía**

Su topografía es de lomeríos de pendientes fuertes hasta de 40°; los cerros que lo constituyen permiten la recarga de diversos manantiales, los cuales abastecen de agua a los poblados circunvecinos del municipio Coatepec.

- **Flora**

Está representada en gran parte por cafetales (*Coffea arabica*) asociados con árboles de sombra característicos de ese cultivo, entre los cuales podemos mencionar: jinicuil (*Inga jinicuil*), chalahuite (*Inga spuria*), encinos (*Quercus sp.*), chinini (*Persea schieldeana*), aguacate (*Persea sp.*), ixpepe (*Threma micrantha*); así como algunos frutales: plátano (*Musa sapientum*), naranja (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*) y níspero (*Eriobotrya japonica*). Además se pueden observar algunas herbáceas entre las que se encuentran: jazmincillo (*Odontonema callistachium*), higuera (*Ricinus communis*), balsamina (*Impatiens balsamina*) y bromelia (*Tillandsia sp.*).

- **Fauna**

Entre la fauna de la reserva podemos encontrar algunos anfibios y reptiles como: sapito rugoso (*Bufo cristatus*), ranita arborícola (*Hyla mixomaculata*), sapito hojarasquero (*Eleutherodactylus decoratus*), tlaconete (*Chiroteroptriton lavae*), lagartija (*Sceloporus jalapae*), culebra negrinaranja (*Sibon sartorii*), falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*), culebrilla del bosque (*Rhadinaea forbesi*) y culebra escalera (*Thamnophis scalaris*). Entre las aves que pueden ser observadas en el Cerro se encuentran: garza ganadera (*Bubulcus ibis*), aura común (*Cathartes aura*), aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), paloma doméstica (*Columba livia*), búho café (*Strix virgata*), halcón murcielaguero (*Falco ruficularis*), loro coroniblanco (*Pionus senilis*) y tecolotito común (*Glaucidium brasilianum*). También es posible encontrar algunos mamíferos como: tlacuache (*Didelphis marsupialis*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), metorito (*Microtus quasiter*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y cacomixtle (*Bassariscus astutus*).

- **Datos Estadísticos Generales**

Al 2010, la población del municipio era de 86 696 habitantes, de los cuales el 41 788 eran hombres y 44 908 mujeres; la municipalidad cuenta con 110 localidades de las cuales 4 son urbanas y 106 rurales; tiene una superficie de 2002. 4 km²; con una densidad de población de 428. 3 hab/ km²

Las principales localidades de acuerdo al número de habitante son:

- Coatepec 53,621
- Tuzamapan 7 522
- Pacho Viejo 4, 965
- Mahuixtlán 3,794
- Bella Esperanza 1, 618
- El resto tiene una población de 15 176

Modalidad: **FINNOVA**

- **Uso de suelo y Vegetación**

De la totalidad de la superficie del municipio 134.3 km son utilizados para agricultura, 37.7 lo constituyen pastizales, 3.9 bosques, 22.3 por vegetación secundaria y 4.3 por áreas urbanas

4.3.3 EMILIANO ZAPATA

El municipio de Emiliano Zapata se localiza en la región central del estado de Veracruz. La distancia aproximada que presenta a la Capital del Estado (Xalapa) es de unos 15 kilómetros, la Cabecera Municipal se encuentra en Dos Ríos



- **Orografía:**

Se encuentra ubicado en la zona central del Estado, Limita al Noreste con Actopan; al Sureste con Puente Nacional; al Sur con Apazapan y Jalcomulco; al Oeste con Coatepec; al Noroeste con Xalapa; al Norte con Naolinco. Su distancia aproximada por carretera a la capital del Estado es de 15 Km.

Latitud: 20°15'; Longitud: 97°24' – Altitud: 885msnm.

Tiene una superficie de 415.7km²

- **Hidrografía:**

Se encuentra regado por varios Arroyos y pequeños ríos como el del Castillo, Dos Ríos, Plan del Río, El Aguaje, Paso de la Milpa, todos ellos tributarios del río Actopan.

- **Clima:**

Su clima es templado-húmedo-regular con una temperatura promedio de 25.2° C.; su precipitación pluvial media anual es de 2,779.1 milímetros.

- **Topografía:**

Presenta conjuntos de valles, barrancas no muy profundas como las de Corral Falso y las de Cerro Gordo, la cuesta de Plan del Río y algunos cerros como el de Telégrafo y Cerro Gordo, su topografía es un plano inclinado de Occidente a Oriente, que une a la montaña con la llanura.

Su suelo es de tipo luvisol y rendzina, el primero presenta acumulación de arcilla en el subsuelo y es susceptible a la erosión; el segundo contiene una capa superficial rica en materia orgánica, es

Modalidad: **FINNOVA**

poco profundo y moderadamente susceptible a la erosión. El 75% del territorio municipal es dedicado a la agricultura, un 20% a viviendas, un 3% al comercio y un 2% es destinado a oficinas y espacios públicos.

- **Flora:**

Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de selva baja caducifolia con cedros, zapote, chichahuaxtle, mecaxtle, ceiba, laurel, acocia, lele y copal.

- **Fauna:**

Compuesta por poblaciones de tejones, coyotes, mapaches, zorras, armadillos, onzas, tlacuaches, comadrejas y aves (chachalacas, palomas moradas, tordos, perdices, torcazas, jaboneras, pecho amarillo.

- **Datos estadísticos generales**

El municipio de Emiliano Zapata tiene su cabecera en Dos Ríos, cuenta con 124 localidades de las cuales 5 son urbanas y 19 rurales. El área territorial comprende 415.7 km² con una densidad de población de 148.5 Hab/Km².

Las principales localidades en cuanto a número de habitantes son

- Jacarandas con 8,351 habitantes
- Rinconada con 8,173 habtantes
- La Estanzuela con 4,492 habitantes
- Villa Emiliano Zapata (El Carrizal) con 4,469
- Pacho Nuevo con 2,673
- Resto de localidades con 33,560

Al 2010, la población era de 51 718 habitantes de los cuales 30,300 eran hombres y 31 418 mujeres

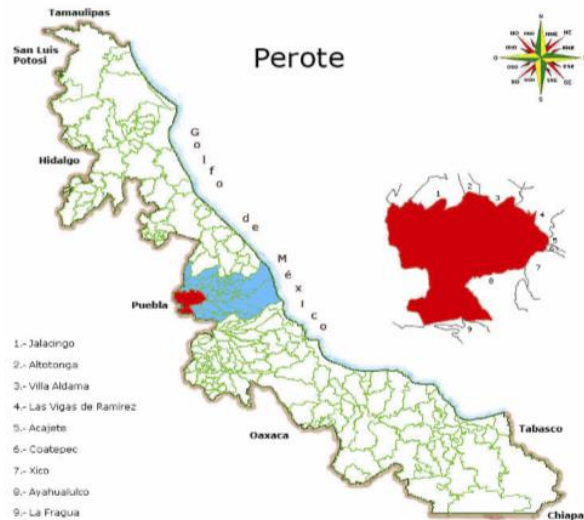
Uso de suelo y vegetación

Del total de área territorial (415.7 km²), está conformada por 233. Km para uso agrícola, 110.6 para pastizales, 8. 7 para bosques, 1.4 km para selva, 58.4 vegetación secundaria, 2.6 para área urbana y 0.3 para cuerpos de agua.

Modalidad:FINNOVA

4.3.4 PEROTE

- Aspectos generales



- Orografía:

La ciudad de Perote está asentada en la zona centro - occidental del Estado, sobre la Altiplanicie Mexicana, en las faldas del Cofre de Perote, su cumbre se encuentra al sureste; constituyendo parte de la Sierra Madre Oriental, y cuya mayor altura radica en 4.282 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente se localiza en colindancia al sur con el Estado de Puebla; al norte con los municipios de: Jalacingo, Altotonga, Villa Aldama, las Vigas de Ramírez y con el Cerro del Molinillo; al este con Acajete y Tlalnehuayocan; al oeste nuevamente con el municipio de Tepeyahualco, Puebla; al sureste con el municipio de Xico y Coatepec además del municipio de Guadalupe Victoria estado de Puebla. Ubicado a 50 minutos de la ciudad capital Xalapa. Se encuentra ubicado en las coordenadas:

19° 34" latitud norte y 97° 15" longitud oeste, a una altura 2,400 msnm

Tiene una superficie de 614.7 km², cifra que representa un 0.9 % total del Estado.

- Hidrografía:

Su hidrografía es muy importante, puesto que en el Cofre de Perote se forman tres vertientes, la de los ríos Huitzilapan y Nautla, por medio de numerosos arroyos; otros arroyos de corto caudal, como son el Coccozatlá, Tinimil, Aninilla, Obispo y el Venero de Pinaguztepec. Existen también pequeñas lagunas, entre las que destacan: Tilapa, Tecajetes, Carnestolenda, Tonaco y Negra” además de una que no es muy reconocida y que la mayoría de las personas por desconocimiento la adjudican al estado de Puebla pero que en un 75 % de su superficie corresponde al estado de Veracruz conocida como Laguna de Quechulac. La localidad carece de ríos permanentes y solo temporalmente, cuando existen grandes precipitaciones o depresiones, las hondonadas llegan a conducir agua.

Modalidad: **FINNOVA**

- **Clima**

Su clima, es frío - seco - regular, con temperatura media anual de 12 grados centígrados, con una precipitación anual de 493.6 milímetros”. Las heladas son frecuentes, al igual que pequeñas lloviznas en el invierno, en primavera y verano el clima es benigno, cálido y en ocasiones existen calores extremos. Su régimen pluviométrico es parecido al semidesértico, presentando lluvias continuas entre julio y septiembre.

- **Topografía**

Está situada en la zona centro - occidental del Estado de Veracruz, dependiendo directamente del Cofre de Perote o Nauhcampatépetl, su topografía es accidentada - quebrada, correspondiendo a una zona de transición, entre dos ámbitos muy contrastados: el trópico húmedo y el altiplano, localizado precisamente en la parte sur de la Sierra Madre Oriental, siendo la única incursión del Estado en el altiplano.

- **Flora**

La vegetación predominante es de bosques de tipo aciculípolis y de craciro -sulifolio, compuesta por pinos, oyameles, encinos y sabinos”,⁸ hay exceso de tabaquillo, el llano está cubierto frecuentemente de pastos, magueyes, matorrales con izote, matorrales espinosos, mezquites, chilacayote, sensitivas y otras muy diversas. En relación a cultivos se siembra frijol, maíz, cebada, trigo, calabaza, camote, papa, arvejón y haba. Además en las últimas dos décadas se han iniciado en tierras con riego por aspersión la siembra de todo tipo de hortalizas como zanahoria, cebolla, ajo, coliflor, lechuga.

- **Fauna**

La fauna de Perote es la misma que la tierra fría de toda la república, siendo notables a las águilas, las ardillas, también existen conejos, zorros, gatos montes, mapaches, armadillos, tlacuaches, gavilanes, palomas y lechuzas.

- **Datos estadísticos generales**

El municipio tiene cabecera en Perote, cuenta con 74 localidades de las cuales 5 son urbanas y 69 rurales. La superficie total es de 614.7 km²; tiene una densidad de población de 112.2 hab/km² .

Las localidades con mayor número de habitantes son:

- Perote 37,516
- San Antonio Tenextepec: 4,368
- San Antonio Limón (Totalco): 4,172
- Los Molinos (San José): 3,215
- La Gloria :2,510
- Resto de localidades :17,201

En el 2010, la población total era de 68 982; siendo 34 642 hombres y 34 340 mujeres.

Modalidad: **FINNOVA**

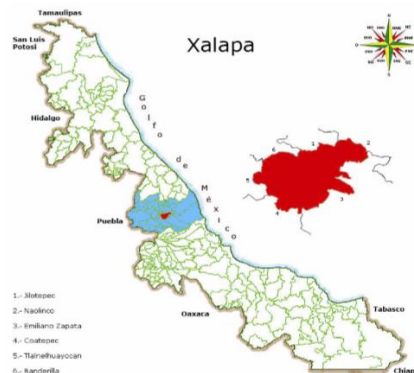
- **Uso de suelo y vegetación**

Del total de la superficie, 335 Km² son utilizados para la agricultura, los pastizales ocupan 48.3, el bosque 78.3, matorral xerófilo 101.9, vegetación secundaria 42.4, hay 2.2 sin vegetación, mientras que 6.6 son utilizados por áreas urbanas

4.3.5 XALAPA

- **Aspectos generales**

Xalapa-Enríquez, conocida comúnmente como Xalapa o Jalapa, es una ciudad mexicana, cabecera del municipio del mismo nombre y capital del estado de Veracruz



- **Orografía**

La Ciudad de Xalapa está situada en las faldas del cerro de Macuiltépetl y las estribaciones orientales del Cofre de Perote, en la zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y la planicie costera del Golfo de México. Su altura se encuentra a 1,427 metros sobre el nivel del mar colindando con los municipios de: Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, San Andrés Tlalnahuayocan, Naolinco y Jilotepec.

Xalapa – Enríquez – Latitud: 19° 32' 24" - Longitud: 96° 55' 39" – Altitud: 1427 msnm

El municipio tiene una extensión de 124,4 km²

- **Hidrografía**

En los alrededores de la Ciudad de Xalapa se encuentran los ríos: Sedeño, Carneros y la laguna del Castillo. También, existen arroyos como el de Chiltoyac y las Ánimas. Y dentro del perímetro urbano se localizan los manantiales de los Tecajetes y Xallitic.

Las lluvias son abundantes en verano y principios de otoño, siendo más ligeras en lo que resta del año, y lloviznas con niebla en invierno, esto debido a la afluencia de los vientos del norte, que provocan grandes descensos de temperatura con heladas esporádicas.

- **Clima**

El clima es húmedo y variado, teniendo una temperatura máxima de 34.3 °C y una mínima desde los 5 hasta los 10 °C por las mañanas. La altitud de la ciudad oscila desde los 1,250 msnm hasta los

Modalidad: **FINNOVA**

1,560 msnm. Tiene una temperatura media anual de 18 °C y un clima templado húmedo. Su precipitación pluvial media anual es de 1,509.1 mm. Las nevadas en invierno son comunes en Perote, Veracruz, ubicado a 35 minutos de esta Capital.

- **Topografía**

Se encuentra en una accidentada e irregular topografía, la cual hace que las calles de Xalapa sean tortuosas, estrechas y quebradas, y por ubicarse en este tipo de suelo, Xalapa luce especialmente bella, ya que permiten sus pendientes disfrutar de una gran variedad de paisajes, como lucen las cumbres señoriales del Citlaltépetl (Pico de Orizaba), siendo este el volcán más alto de la República Mexicana o el Nahcampaquépetl (Cofre de Perote) que deriva su nombre de la caprichosa forma de su cumbre. La ciudad está situada sobre las estribaciones orientales del Cofre de Perote (4282 msnm) por lo que su suelo es irregular, sin accidentes notables, siendo su altura principal el Cerro de Macuiltépetl que se eleva a 1587 msnm.

- **Flora**

En 1978 se declaró área verde Municipal protegida contra la deforestación y destinada para la recreación y educación ecológica, el predio urbano “Cerro del Macuiltépetl”.

La flora municipal nativa y naturalizada es abundante, algunos de éstos son: Árboles de liquidámbar, encino, jinicuil, aguacate, chalahuite, eucalipto, ciprés, higuera, araucaria y Jacaranda.

Frutales: durazno, limonero, naranjo, berenjena, guayabo, plátano, níspero, chirimoya. Plantas de ornato como rosas, camelias azahares, gardenias, tulipanes. Plantas medicinales: manzanilla, ruda, higuera, saúco, gordolobo, hierbabuena y raíz de Xalapa. Su vegetación más representativa son los liquidámbares, los encinos, los sauces, los álamos, así como las imponentes araucarias, localizadas en el centro de la ciudad.

- **Fauna**

Existe gran variedad de especies animales silvestres en los montes aledaños a la población, algunos son: zorrillo, coyote, tlacuache (zarigüeya), conejo, gato montés, ardilla, tuza (topo), armadillo, puercoespín, tejón y mapache. Además cuenta con algunas variedades de serpientes o culebras, así como lagartijas y ranas. Con respecto a las aves, se pueden apreciar golondrinas, chachalacas, pájaros carpinteros, loros, lechuzas, tordos, palomas, águilas y gavilanes.

- **Datos estadísticos generales**

La cabecera municipal se encuentra en Xalapa de Enríquez; el municipio cuenta con 55 localidades, de las cuales 5 son urbanas y 50 rurales. El área territorial está conformada por 124.4 km² y la densidad de población es de 3 681. 7 Hab/Km²

Las siguientes localidades son las presentan mayor número de habitantes

- Xalapa-Enríquez 424,755
- Colonia Santa Bárbara 8,617
- Lomas Verdes 6,583

Modalidad: **FINNOVA**

- El Castillo 5,154
- Fraccionamiento Las Fuentes 3,039
- Resto de localidades 9,780

Para el año 2010. La población total era de 457,928 habitantes de los que 213 571 eran hombres y 244,357 corresponde a la cantidad de mujeres

- **Uso de suelo y vegetación**

Del total de la superficie municipal, 67.3 km son utilizados con fines agrícolas, 17.9 corresponden a pastizales, 0.3 a bosques, 10 a vegetación secundaria y 28.9 a las áreas urbanas

4.4 DIAGNÓSTICO REGIONAL

La elaboración de los diagnósticos se considera una herramienta fundamental para el desarrollo de políticas públicas pues permite establecer un panorama general de las actividades que se llevan a cabo en el marco de la gestión integral de los residuos, por ello, los datos obtenidos son considerados la base para la proyección de necesidades futuras, para el establecimiento de metas y objetivos así como para la identificación de oportunidades en el diseño de los planes y programas en materia ambiental.

En este apartado, se muestra la información obtenida a través de entrevistas con las autoridades de los cinco municipios, con la finalidad de documentar las actividades desarrolladas como parte de los sistemas de gestión de los residuos sólidos urbanos desde la generación hasta la disposición final, principalmente desde la visión de las autoridades municipales.

Esta fase de la investigación fue desarrollada durante los meses de septiembre a diciembre, y está conformada por una serie de entrevistas así como muestreos aleatorios a los sitios de disposición final de cada municipio, además de una revisión bibliográfica para obtener antecedentes de investigaciones sobre los residuos sólidos urbanos de cada municipio.

La información fue recopilada a través de entrevistas con el responsable del departamento de limpia pública o del sector ambiente de cada municipio, así mismo, se desarrollaron investigaciones documentales con la finalidad de obtener antecedentes de trabajos relacionados al manejo de residuos.

Modalidad: **FINNOVA**

4.4.1 COATEPEC.

En la entrevista realizada en el 2013, las autoridades reportan un aproximado de generación de 50 a 55 toneladas al día con una cobertura del 99%; entre las principales localidades generadoras se encuentran la cabecera municipal, Tuzamapan, Mahuixtlán, Pacho Viejo, La Orduña y Bella Esperanza.

Las actividades de gestión de residuos y limpia pública se componen por el barrido manual en las calles principales, el sistema de recolección que se encarga de transportar a la estación de transferencia que se encuentra concesionada a una empresa particular en esta fase algunas personas llevan a cabo actividades de recuperación de materiales aprovechables que posteriormente son comercializados en la región. Una vez realizada la recuperación, los residuos son trasladados al relleno sanitario de Pinoltepec, propiedad de la Empresa Constructo SA DE CV. Al 2013 el municipio recibía ingresos para el servicio de limpia pública a través del sistema del pago predial realizando un cobro de 294.00 anuales.

El servicio de recolección se brindaba en dos horarios, contando con 15 rutas establecidas en las cuales se contaba con 6 unidades por turno.

El municipio cuenta con reglamento de protección ambiental en el cual se hace mención de la importancia del diseño de políticas y programas que fomenten el aprovechamiento de los residuos; por otra parte, en el reglamento de limpia pública se establecen las pautas para el establecimiento de centros de acopio y recuperación de materiales.

Hasta la fecha no se cuentan con centros de acopio por parte del municipio; sin embargo a través de recorridos realizados en el municipio se detectó la existencia de establecimientos donde se reciben materiales como cartón, PET y metales.

4.4.2 BANDERILLA

Un estudio elaborado en el 2009 determinó la generación diaria de 5 a 6 toneladas en la cabecera municipal; actualmente, las autoridades municipales estiman que la generación es de 13 toneladas al día; entre las principales localidades generadoras se encuentran la cabecera municipal y la localidad de La Haciendita

El sistema de limpia pública está conformado por el barrido manual, la recolección y posteriormente la disposición final, para la cual se tiene concesión con la empresa PROACTIVA MA, misma que tiene el relleno sanitario en la localidad del Tronconal en el municipio de Xalapa.

Se sabe de la existencia de establecimientos donde se realiza compra de materiales para su posterior comercialización, sin embargo no hay registros de los establecimientos

El municipio no realiza cobro por concepto de limpia pública sin embargo, anualmente se cuenta con un presupuesto de \$890 000.00. El departamento de limpia trabaja 6 rutas en el municipio en dos turnos con el funcionamiento de tres vehículos. En dicho municipio se cuenta con el reglamento de ecología así como el de limpia pública

Modalidad: **FINNOVA**

4.4.3 XALAPA

Debido a la cantidad de población del municipio de Xalapa, el servicio de limpia pública se encuentra mejor estructurado para dar cumplimiento a las tareas del departamento. En el 2009 reportó la generación de 350 toneladas diarias; por su parte las autoridades comentaron que la generación diaria del municipio es de 340 toneladas, la principal generadora de residuos es la cabecera municipal.

El departamento de limpia pública no obtiene ingresos por el manejo de los residuos sólidos que recibe; actualmente el municipio realiza el cobro por el servicio de recolección de residuos mediante el pago predial, anualmente se cuenta con un presupuesto de 82 millones de pesos. A la fecha el municipio de Xalapa proporciona el servicio de recolección a través de 77 rutas en dos turnos; esto se lleva a cabo con 46 vehículos activos, sin embargo existen otros 10 que se encuentran en reparación.

El municipio lleva a cabo el barrido manual en calles y plazas, así mismo, realiza la recolección de residuos y posterior disposición final en el relleno sanitario de la empresa PROACTIVA MA de la localidad del Tronconal.

El municipio cuenta con un reglamento de ecología y otro de limpia pública.

Entre las principales acciones implementadas por el departamento de limpia pública para fomentar la separación y aprovechamiento de residuos, se encuentra el proyecto del monedero ecológico a través del cual se realizó el acopio de materiales como, PET, PEAD y aluminio que fueron recibidas por la empresa Alen.

Otra de las campañas desarrolladas es la del acopio de residuos electrónicos, anualmente se llevaron a cabo tres campañas y los materiales fueron enviados a la empresa REMSA.

En cuanto a la recolección de residuos orgánicos, el municipio cuenta con una ruta de recolección especial para aquellos establecimientos donde existan grandes generaciones de material orgánico, pero no existe un área formalmente establecida para desarrollar el proceso de compostaje de dichos residuos

Se sabe que por parte de la iniciativa privada existen más de 40 centros de acopio de materiales; sin embargo aún no se desarrolla un padrón de los sitios que realicen la recolección de materiales aprovechables

4.4.4 PEROTE

En el municipio de Perote no se han desarrollado proyectos o investigaciones relacionadas al manejo de los residuos sólidos, por lo tanto no existe antecedente registrado de la generación diaria municipal; las autoridades reportaron que diariamente se realiza la recolección de alrededor de 70 toneladas, comparándolo con demás municipios, en Perote se cumple con la generación estándar de aproximadamente un kilogramo por habitante al día. Entre las principales localidades

Modalidad: **FINNOVA**

generadoras de residuos se encuentran la cabecera municipal, Molinos, Tenextepec, La Gloria y Totalco.

En cuando a las actividades de gestión de residuos, se lleva a cabo el barrido manual en las principales calles; en cuanto a la recolección de residuos se cuentan con cuatro vehículos que realizan la recolección; en cuanto a la disposición final, no se han elaborado contratos con empresas privadas para la disposición en rellenos sanitarios por lo que a la fecha los residuos son depositados en tiraderos a cielo abierto.

En el municipio no se cuenta con ingresos por el manejo de los residuos y el cobro por el servicio de limpia pública se lleva a cabo mediante el pago del predial; aunque, debido a las actividades de tipo ejidal, el pago del predial no se realiza de manera regular.

En cuanto a la legislación existente, en Perote aún no se cuenta con reglamentos en materia ambiental.

4.4.5 EMILIANO ZAPATA

Debido a que en el municipio de Emiliano Zapata no fue posible realizar la encuesta a las autoridades municipales, no se tiene información actualizada del servicio de limpia pública; sin embargo, a través de estudios realizados con anterioridad, se reportó que diariamente se colectan en promedio 40 toneladas de residuos a través de ocho rutas de recolección en dos turnos.

El servicio de limpia pública no está concesionado, se menciona que la población otorgaba una cooperación de 5 pesos, al pasar el camión. El presupuesto anual, en 2010 era de 1,500,000.00. El municipio cuenta con un reglamento de limpia pública.

El barrido se realiza de manera manual en las principales calles y jardines del municipio.

Al no contar con estación de transferencia, los residuos son enviados al relleno sanitario en la localidad de Pinoltepec.

4.5 Disposición final de los residuos sólidos urbanos en la región

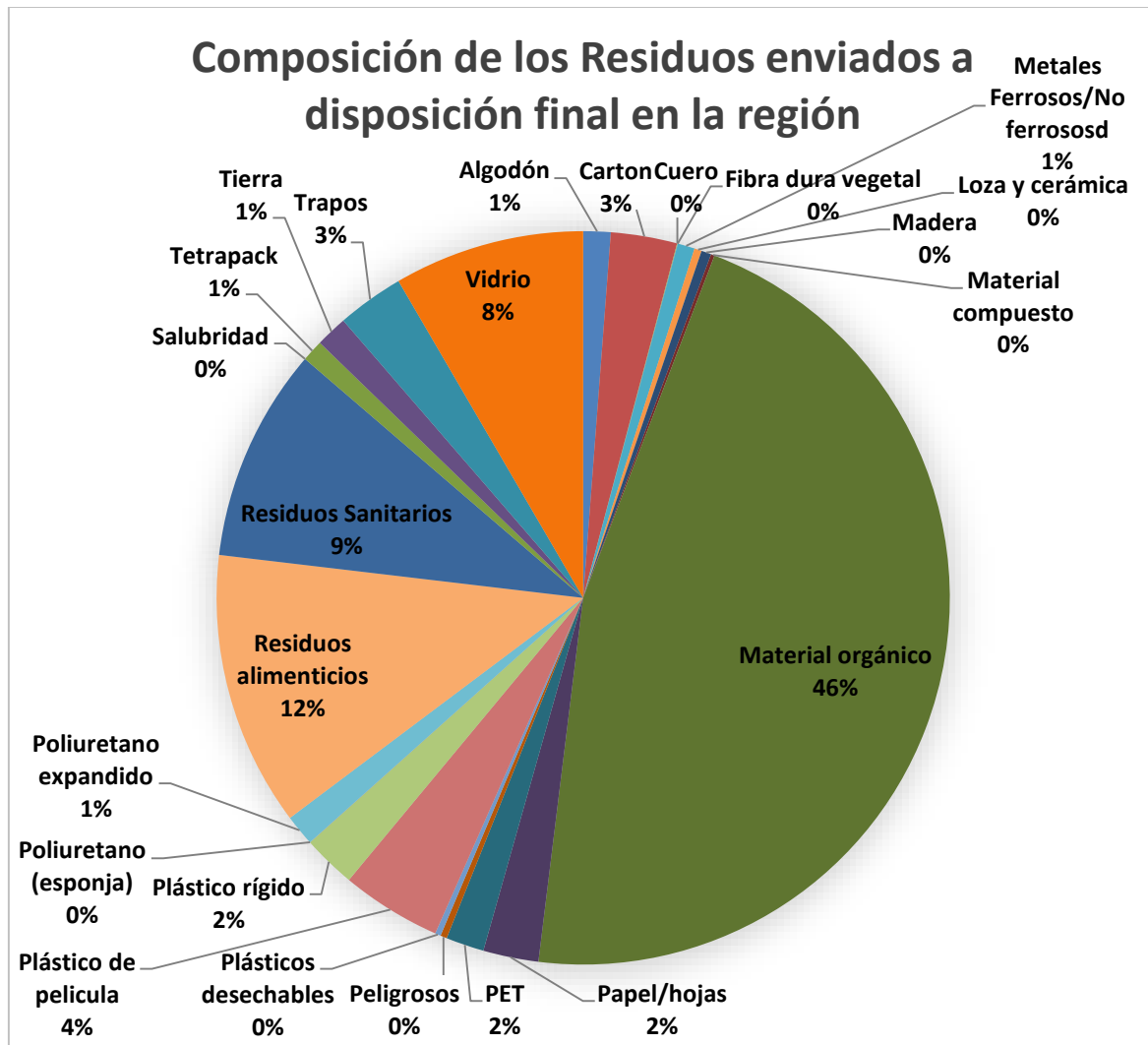
Durante la elaboración del diagnóstico del manejo de los residuos, pudo comprobarse que cuatro de los municipios tienen convenios con el sector privado para la etapa de disposición final de los residuos y que sólo el municipio de Perote realiza esta etapa en tiraderos a cielo abierto.

Lo anterior, marca la pauta para la realización de actividades de aprovechamiento y minimización de residuos puesto que las empresas realizan el cobro por cada tonelada de residuos que reciben y en el caso de perote, el impacto por la disposición de grandes volúmenes de residuos reduce la vida útil de estos sitios que carecen de control.

A continuación se muestra un gráfico de los resultados obtenidos en las caracterizaciones realizadas en los sitios de disposición final de la región, con la finalidad de obtener un panorama

Modalidad: **FINNOVA**

general de la composición de los residuos que son enviados a estos sitios y conocer la cantidad de los residuos con potencial de aprovechamiento que son enviados a los sitios.



Durante el proceso de recolección de residuos, se lleva a cabo una separación de los materiales que pueden comercializarse, sin embargo, aun cuando existe una pre-selección, algunos materiales llegan a los sitios de disposición final, esto reduce la vida útil de dichos sitios. Como puede observarse, la cantidad de material orgánico es significativamente mayor que los demás componentes, esto es un indicativo para en enfoque que debe plantearse en el programa.

A través de las caracterizaciones realizadas y la información proporcionada por las autoridades pudo realizarse un aproximado de los volúmenes de material que son enviados a los rellenos sanitarios y así identificar qué materiales se muestran en mayor cantidad. La siguiente tabla presenta la cantidad en kilogramos que diariamente son enviados a disposición final

Modalidad: **FINNOVA**

MATERIALES DETECTADOS EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL					
MATERIALES	PROMEDIO EN kg/día				
	BANDERILLA	COATEPEC	PEROTE	XALAPA	GENERAL
Algodón		1,692.3		423.7	2,116.0
Cartón	381	1,290	1,043	2,414	5,127
Cuero		11		34	45
Fibra dura vegetal	14				14
Metales Ferrosos/No ferrosos	107	539	502	179	1,326
Loza y cerámica	349	220			569
Madera		310		456	765
Material compuesto	281				281
Material orgánico	5,314	29,405	36,714	9,522	80,956
Papel/hojas	295	833	1,350	1,807	4,284
PET	324	2,388	168	76	2,957
Peligrosos				503	503
Plásticos desechables	50	387			437
Plástico de película	1,312	1,831	3,293	1,327	7,763
Plástico rígido	416	1,032	988	1,688	4,123
Poliuretano (esponja)	1			12	13
Poliuretano expandido	122	329	1,657	291	2,399
Residuos alimenticios	613	12,381	5,821	2,455	21,270
Residuos Sanitarios	1,477	1,477	9,645	3,944	16,542
Salubridad					0
Tetrapack	217		895	560	1,672
Tierra	914	1,548			2,462
Trapos	85	2,181	957	1,958	5,181
Vidrio	1,502	903	11,786	560	14,750

Los materiales que presentan mayor potencial para su aprovechamiento son el papel y cartón, los metales, material orgánico, papel / hojas y PET y vidrio, se consideran estos materiales debido a que existe un mercado para su comercialización, por otra parte, algunos otros materiales son los que potencialmente podrían enviarse a disposición final o aprovechados para otros procesos como la generación de energía.

Modalidad: **FINNOVA**

4.6 MERCADO DE MATERIALES RECICLABLES EN LA REGIÓN

Durante la fase de consulta con los cinco municipios se detectó que no existen padrones oficiales de los sitios de acopio y compra de materiales; Aunque de manera extra oficial se sabe que en los municipios hay algunos establecimientos que llevan a cabo actividades de compra-venta de materiales, entre los que pueden mencionarse:

- Fierro
- Aluminio
- Papel
- Cartón
- PET
- HDP
- Poliestireno
- Polipropileno
- Cobre
- Bronce

Encuestas realizadas en algunos centros dedicados a la compra de materiales en el municipio de Xalapa muestran que los materiales más comercializados son los plásticos, posteriormente los papeles y el cartón; los metales, aunque son los que tiene precios más elevados, son comercializados en menor medida.

Algunos de los establecimientos entrevistados comentaron que los materiales son enviados al puerto de Veracruz, a la Ciudad de México o a empresas en Puebla.

Uno de los puntos clave para el funcionamiento del programa es la elaboración de convenios con las empresas que compran dichos materiales, con la finalidad de obtener mejor precios y proporcionar la estabilidad del mercado de los materiales reciclables.

A continuación se muestran las empresas detectadas las cuales se dedican a la compra, transformación o reciclado de materiales, una de sus ventajas es que se encuentran cercanas a la región de aplicación del programa, con cual influye en el abaratamiento de costos por el transporte de los materiales.

Modalidad: **FINNOVA**

ALCANCE	EMPRESA	MUNICIPIO	CONTACTO	GIRO	MATERIALES QUE TRATA
Estatal	RECUPERACIONES VERACRUZANAS, S.A DE C.V.	Ixyaczoquitlán, Veracruz	Ac. 2 de abril S/N (272) 742 4160	Reciclaje	Polietileno de alta y baja densidad, metales, madera, tarimas
Estatal	IN LIMIN	Córdoba, Veracruz	Vileta 3 (271) 716 0976	Acopio y reciclaje	Polietileno y PVC
Nacional	ECOVEL	México, DF.	Congreso de la unión 343, Venustiano Carranza, 15870 (55) 5019 4564 ecovel@ecovel.com.mx www.ecovel.com	Reciclado de plástico	Polímeros
Nacional	CENTRAL RECICLADORA	Querétaro Querétaro	Henequén 222, 76116 (442) 2184 441	Comercialización y transformación de materiales reciclables	Plásticos, metales.
Nacional	CONVERTIDOR DE PAPEL	México, Puebla	km. 30.5 carr. , Ixtapaluca, 56530 (55) 5063 2500	Reciclado de papel	Papel, cartón y periódico
Nacional	COMERCIALIZACIÓN Y RECICLADO DE PAPEL	Córdoba, Veracruz	Avenida 1 #2705 esquina calle 27 (271) 712 1109	Reciclaje	Plástico, papel, cartón corrugado, rollo de cartón
Nacional	INGENIO DE SERVICIOS TECNICAL	México, DF.	Calle Eduardo guerra 2979 Sopocachi, la paz. 591-2-2414842 aldoblanco@tecminal.info fo Aldo Blanco M www.tecminal.info	Construcción de plantas industriales y recicladora de llantas	Neumáticos
Nacional	JUNK CLEAN DE MÉXICO	México, DF.	Venustiano Carranza 7 san juan Ixhuatepec 54180, (55) 8283 4837 junkclean_mexico@hotmail.com www.junkclean.redtienda.net	comercializadora y recicladora	Metales, cartón y plásticos

Modalidad: **FINNOVA**

4.7 ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR EL RECICLAJE Y LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

LÍNEA ESTRATÉGICA DE MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS Y MATERIALES

Objetivo: Promover la distribución de espacios y sitios adecuados para el acopio y recolección de materiales con potencial de aprovechamiento con la finalidad de reincorporar a ciclos productivos los materiales obtenidos, beneficiando al municipio con la generación de ingresos destinados a la mejora de calidad de vida de sus habitantes.

Metas	Actividades	Participantes
<p>a) Instalación de 1 centro de acopio piloto en cada uno de los 5 municipios, en un lapso de 6 meses.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de Factibilidad para la instalación del sitio. • Solicitud de permisos para el acopio. • Asignación del espacio considerando la accesibilidad de los agentes, para la entrega de material: Vidrio, Metal, Plástico y Papel, administrado por 	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Limpia Pública • Representante Estatal de Área de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (SEDEMA-SEMARNAT). • Departamento de Ciencia y Educación Ambiental.
<p>b) Realizar capacitación y difusión de estrategias en 10 escuelas de nivel superior, y 10 de nivel básico en el 1 año de operación del programa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Material didáctico • Capacitación de los instructores • Elaboración de Convenios con Instituciones Educativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Limpia Pública • Representante Estatal de Área de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (SEDEMA-SEMARNAT). • Departamento de Ciencia y Educación Ambiental.

Resultado Esperado: Reducir por lo menos en un 15% la el volumen de materiales enviados a disposición final.

Modalidad: **FINNOVA**

LÍNEA DE COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Objetivo: Contribuir con la sensibilización, formación y participación de los sectores de la población involucrados en la gestión integral de residuos, a través de un enfoque de separación, aprovechamiento y valorización de residuos.

Metas	Actividades	Participantes
<p>a) Realizar 2 campañas anuales en cada uno de los 5 municipios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas Informativas. Dan a conocer los objetivos de planes y programas • De concientización. Se procura motivar a la gente para que participe en tales programas • De capacitación. Para enseñar al usuario y a los empleados del municipio a poner en marcha los planes y programas implantados 	<p>Representantes municipales. SEDEMA SEMARNAT Voluntariado</p>
<p>a) Desarrollo de Material Educativo de apoyo para la sensibilización de la población en un período máximo de 1 año.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación a los instructores • Diseño de líneas de distribución de materiales • Identificación del público objetivo • Evaluaciones periódicas • Presentación de reportes técnicos sobre las campañas y su impacto 	<p>SEDEMA SEMARNAT Voluntariado Servicio Social de nivel medio superior y superior</p>
<p>b) Implementación de Capacitación dirigida a promotores de centros de Acopio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de instructores • Capacitación a los instructores • Diseño de líneas de distribución de materiales • Identificación del público objetivo • Evaluaciones periódicas • Presentación de reportes técnicos sobre 	<p>SEDEMA SEMARNAT Voluntariado Servicio Social de nivel medio superior y superior</p>

Resultados Esperados: Dar a conocer al 60% de la población la ubicación de Centros de acopio y materiales que recibe, y lograr la participación del 5 al 10% de la población en 1 año.

Modalidad: **FINNOVA**

LÍNEA DE COORDINACIÓN INSTITUCIONAL

Objetivo: Establecer los mecanismos de colaboración entre las dependencias gubernamentales, sectores educativos e iniciativa privada para garantizar el funcionamiento del programa.

Metas	Actividades	Participantes
<ul style="list-style-type: none"> Lograr la vinculación del 60% de los municipios. 	<ul style="list-style-type: none"> Conformación de Comisión Intermunicipal. Elaboración de convenios de participación. Definición de los mecanismos de participación. 	Representantes de cada municipio.
<ul style="list-style-type: none"> Obtener la vinculación y apoyo del 10% del sector educativo en cada municipio. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de convenios de participación. Definición de los mecanismos de participación. Diseño de proyectos educativos relacionados con el aprovechamiento de residuos. 	Comisión intermunicipal Autoridades Educativas Padres de familia
<ul style="list-style-type: none"> Obtener la vinculación y apoyo del 10% del sector privado en cada municipio y con las empresas de mayor impacto en al región 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de convenios de participación en campañas de acopio y concientización Definición de mecanismos de participación , atribuciones y responsabilidades 	Empresas recicladoras. Empresas generadoras de residuos Comisión intermunicipal
<ul style="list-style-type: none"> Obtener la vinculación y apoyo del 10% del sector gubernamental en cada municipio. 	<ul style="list-style-type: none"> Generación de proyectos coordinados. Colaboración económica de los distintos órdenes de gobierno. 	SEDEMA SEMARNAT SE Gobierno Municipal Gobierno Estatal Comisión Intermunicipal

Resultado Esperado: Establecimiento de la comisión intermunicipal para la elaboración de convenios de colaboración con la participación de al menos 5 instituciones educativas en cada municipio, 1 empresa por cada municipio y la generación de un proyecto en conjunto para el fortalecimiento del programa de aprovechamiento; en el primer año de aplicación del programa.

Modalidad: **FINNOVA**

LÍNEA DE MEJORAMIENTO DE LA DISPOSICIÓN FINAL CON USO DE TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS

Objetivo: Implementar la aplicación de sistemas alternativos de aprovechamiento para la minimización de los residuos generados en la región

Metas	Actividades	Participantes
<p>a) Construcción de una planta piloto con capacidad de proporcionar tratamiento a los residuos orgánicos de los cinco municipios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del sitio • Elaboración del proyecto • Gestión de recursos • Construcción de la planta • Capacitación de operadores 	<p>Comisión intermunicipal Departamentos de limpia pública Instituciones Educativas (Universidad y Tecnológicos)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Difundir los sistemas de aprovechamiento de residuos en el 10% de la población de cada municipio 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de instructores • Elaboración de material didáctico • Elaboración de talleres para el uso de sistemas de compostaje y lombricompostaje 	<p>SEDEMA SEMARNAT Voluntariado Servicio Social de nivel medio superior y superior REINTECH TOC</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de una planta piloto para la separación de los residuos con capacidad de operación para los cinco municipios 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del sitio • Elaboración del proyecto • Gestión de recursos • Construcción de la planta • Capacitación de operadores 	<p>Comisión intermunicipal Departamentos de limpia pública Instituciones Educativas (Universidad y Tecnológicos)</p>

Resultado Esperado:

Diseño de proyecto ejecutivo para la construcción de una planta de compostaje y una planta para la separación de los residuos sólidos urbanos de los cinco municipios, así como la elaboración de 2 talleres en cada municipio en el primer año del programa.

Modalidad: **FINNOVA**

5 CONCLUSIONES

El programa de aprovechamiento de residuos responde a la necesidad de crear instrumentos que faciliten y orienten las actividades a realizar para maximizar el aprovechamiento de todos aquellos materiales que pueden enviarse nuevamente a ciclos productivos. Este programa plantea una solución integral que permite la gobernabilidad en un ambiente de sustentabilidad, debido a que se fortalecen los sectores más importantes de este modelo de desarrollo; por un lado, a través de la reducción del volumen de residuos sólidos se garantiza un menor costo por su disposición final y además se activan los mercados locales de la comercialización de materiales reciclables; por otra parte, el reúso de materiales permite que los ciclos naturales de generación de recursos se desarrollen en un ambiente de menor presión, aprovechando al máximo los materiales que se recuperen con las acciones propuestas en el programa.

La clave para la consolidación de esta iniciativa, sin lugar a duda se encuentra en el sector social, ya que gracias a su participación, se logrará un mayor aprovechamiento de los residuos, otro participante fundamental es el sector privado, que ya que éste contiene la capacidad tecnológica para introducir a los ciclos productivos los materiales que han sido recuperados a través de campañas o sistemas alternativos.

El diseño de las líneas estratégicas propone la participación del gobierno, la ciudadanía, las instituciones educativas y el sector privado, cada uno de estos sectores está relacionado de manera directa, desde distintas perspectivas en las actividades de manejo de los residuos sólidos urbanos, el trabajo en conjunto de éstos miembros, sin duda alguna garantizará el logro de los objetivos planteados, consolidando a los municipios de Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata y Xalapa como pioneros en la elaboración de políticas públicas regionales en materia de residuos, lo cual será ejemplo y base para el desarrollo de estos mecanismos de aprovechamiento para los demás municipios en el estado de Veracruz.

Modalidad: **FINNOVA**

6 Bibliografía

- Allamand, A. (2008). Programa de reciclaje de la fracción inorgánica de residuos sólidos municipales (FIRM), aplicado a una comuna de Chile, Ñuñoa. *Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 1-23.
- Aluna Consultores. (2011). *Historia del reciclaje y los recicladores en Colombia*. Colombia.
- Bolaños-Cacho, J. (2001). *Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos*. México: SEMARNAT.
- Brown, G. (2006). Gestión Local de Residuos Sólidos: El sistema nacional de certificación ambiental de establecimientos educacionales, una estrategia de integración escuela comunidad. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, -.
- Cámara del Papel. (2012). *Plan de Manejo de Residuos de Papel y Cartón*. México.
- DOF. (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México.
- DOF. (1998). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México.
- DOF. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México DF.
- DOF. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de lo Residuos*. México.
- El Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. (1998). Uruguay.
- F. Colomer, A. G. (2007). *Tratamiento y Gestión de Residuos sólidos*. México: Limusa.
- Fernández, A. (2007). *Guía para la Gestión Integral de los Residuos*. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- FONAM. (2008). *Construcción de Criterios Técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos urbanos con alta tasa de biodegradación, plásticos, vidrio, papel y cartón (Manual II)*.
- G. Tchobanoglous, H. T. (1994). *Gestión Integral de los Residuos sólidos*. Vol. II. México: Mc Graw Hill.
- G. Tchobanoglous, H. T. (1998). *Gestión Integral de los Residuos sólidos*. Vol. II. México: Mc Graw Hill.
- G. Wehenpohl, C. H. (2002). *Guía de elaboración de planes maestros para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. México: Gobierno del Estado de México.

Modalidad: **FINNOVA**

- Gaceta Oficial. (2000). *Ley Estatal N° 62 de Protección Ambiental*. Veracruz- Llave.
- García, F. V. (2008). *Análisis de la generación de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Tesis de Licenciatura*. Veracruz.
- Gobierno de Puebla. (Agosto 2012). Estrategia para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Puebla. *Primer Encuentro de la Red Regional Centro Golfo*.
- Gobierno-Federal. (s.f.). *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012*.
- Idarraga, F. O. (2012). *Diseño de la cadena de valor de reciclaje del plástico en la ciudad de Cali. Tesis de Licenciatura*. Santiago de Cali, Colombia.
- Idarraga, F. O. (2012). *Diseño de la cadena de valor del reciclaje del plástico en la ciudad de cali. Teis de licenciatura*. Santiago de Cali, Colombia.
- Medina, M. (ENERO-JUNIO DE 1999). Reciclaje de los Residuos Sólidos en América Latina. *Frontera Norte, Vol. 11, Núm. 21.*, 8-30.
- Medina, M. (1999). Reciclaje de los Residuos Sólidos en América Latina. *Frontera Norte, Vol. 11, Núm. 21.*, 8-30.
- Metrópolis. Asociación Mundial de las Grandes Empresas. (2005). *GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*. Barcelona, España.
- ONU. (03 de Enero de 2014). *Cumbre de Johannesburgo 2002*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>
- ONUDI. (2007). *Guía para la gestión Integral de los residuos sólidos urbanos*. La Habana, Cuba.
- Otero, M. (2010). *Valorización de Residuos Sólidos en México. Tesis de Licenciatura*. Xalapa, Veracruz.
- Ramírez, S. (2010). *Análisis normativo del manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en la Zona Metropolitana del municipio de San Luis Potosí*. San Luis Potosí.
- Ramos, P. (2005). *Gestión del Medio Ambiente (1996-2005)*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- Rivera., G. (2005). *Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura*. Puerto Ángel, Oaxaca.
- Sánchez, O. G. (2007). *Gestión Integral de Residuos sólidos rubanos en los municipios de Actopan, San Salvador y el Arenal del estado de Hidalgo. Tesis Doctoral*. Hidalgo.

Modalidad: **FINNOVA**

- SEDESOL. (2001). *Manual para el establecimiento de un programa regional de reciclaje*. México.
- SEDESOL. (2001). *Manual para el establecimiento de un programa regional de reciclaje*. México.
- SEDESOL. (S/F). *Manual para Determinar la Factibilidad de Reducción y Reuso de Residuos Sólidos Municipales*. SEDESOL.
- SEMARNAT. (2001). *Guía para la gestión integral de residuos sólidos*. México.
- Wehenpohl, G., & Hernández, C. (2006). *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. México.
- Wehenpohl, G., & Hernández, C. (2006). *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. México.