



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN

La Función económica y sustentable de los rellenos sanitarios como sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos caso de estudio: Salinas Victoria

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

Martha Elena Jiménez Jiménez

Asesor: Mtro. Rogelio Moises Sánchez Arrastio

Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México, noviembre 2019.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme el don maravilloso de la fuerza y la fortaleza en mi vida.

A mis Padres que me han enseñado valores importantes en la vida, a mis Hermanas Patricia, Gabriela, por sus consejos Claudia, Jessica y Alejandra y Francisco por su paciencia, en especial a mis sobrinos Edayi, Sofy, Isaac, Samuel, Sarahi, Ulises, David que me transmiten muchas cosas positivas a través de sus sonrisas.

Al Dr. Víctor Alejandro Rosales Velázquez por haberme otorgado su apoyo y cariño mediante el cual hizo posible la realización de este trabajo.

A mis amigas Elvia Martínez Guerrero, a Lucia Casarrubias Florencio, por brindarme su amistad sincera, y comprensión.

A la UNAM por permitirme formarme académicamente y ser un parteaguas en mi vida.

A mi asesor el Mtro. Rogelio Moises Sánchez Arrastio por la orientación brindada en esta investigación y al comité de sinodales que tuvieron la disponibilidad para la revisión de este trabajo y lo enriquecieron con sus aportes.

*Rico no es el que tiene más cosas materiales,
sino el que sabe vivir con lo indispensable,
conviviendo con la naturaleza y logrando su libertad,
dejando su esclavitud al dinero
que vuelve insaciable al hombre,
provocando la contaminación
en su estado de ánimo y en su cuerpo.*

Carlos Padilla Massieu

Contenido

Introducción.....	6
CAPITULO I.....	10
La problemática ambiental.....	10
1.1 Generalidades de la sustentabilidad.....	10
1.2 Enfoque de sustentabilidad y sus interacciones con la economía.....	13
1.3 Clasificación de los problemas ambientales.....	21
1.4 Los gases de efecto invernadero y el cambio climático.....	24
1.5 Acuerdos internacionales en materia de cambio climático.....	27
1.6 El mercado de bonos de carbono.....	29
1.7 Mecanismo de desarrollo limpio.....	33
1.8 Origen de los residuos sólidos.....	35
1.9 Clasificación de los residuos sólidos urbanos.....	38
CAPITULO II El modelo de gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU).....	42
2.1 La importancia de la legislación ambiental mexicana.....	42
2.2 Los efectos de un inadecuado manejo de residuos sólidos.....	44
2.3 El marco del manejo integral de los residuos sólidos urbanos.....	48
2.4 La gestión integral de los residuos sólidos urbanos.....	50
2.5 La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en México.....	55
2.6 Los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos.....	62
2.6.1 Tipos de rellenos sanitarios.....	64
2.6.2 Los principales problemas ocasionados en los sitios de disposición final.....	66
2.7 La valorización energética del biogás en los sitios de disposición final.....	67
CAPITULO III Caso de estudio: El aprovechamiento económico y energético en el relleno sanitario de Salinas victoria.....	72
3.1 Aspectos geográficos y estadísticos de Nuevo León.....	72
3.2 La gestión de los residuos sólidos urbanos en Nuevo León.....	79
3.3 El sistema integral para el manejo ecológico y procesamiento de desechos (SIMEPRODE) ..	86
3.4 La gestión de los residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario de Salinas victoria.....	89
3.5 El proyecto del aprovechamiento del biogás en el relleno sanitario de Salinas victoria.....	91
3.6 El proceso de generación de energía eléctrica a partir de la recuperación del biogás.....	98
3.7 Los beneficios económicos y ambientales del relleno sanitario de Salinas victoria.....	106

3.8	Contrastes y posibles réplicas de la captura de biogás del relleno sanitario Salinas Victoria en México.	108
	Conclusiones y propuestas	113
	Referencias	116

Introducción

La realización de este trabajo surge de la inquietud para entender las repercusiones del espacio urbano como consumidor de energía y productor de residuos sólidos y de descargas de aguas residuales; que tiene en contrapartida un impacto equivalente en la alteración de los ecosistemas. Para ello se tiene como finalidad presentar el estudio de caso del relleno sanitario de Salinas Victoria, Nuevo León cuya principal misión es confinar adecuadamente los residuos sólidos urbanos, pero que tiene la particularidad del aprovechamiento del biogás como fuente de energía eléctrica para la localidad. El antecedente es que en la última parte del siglo XXI el ritmo de vida de las sociedades modernas, su crecimiento, va requiriendo de una mayor explotación de los recursos naturales y mayores demandas de energía por una acelerada industrialización. Por consiguiente, en estos espacios económicos, sociales y culturales se manifestó a una diversificación en los patrones de consumo, tenemos como ejemplo el uso inmoderado de automóviles que contaminan el aire, así como el consumo excesivo de materiales con envasados más sofisticados, lo cual genera la diversificación en la generación de residuos sólidos, perjudicando la vida misma. De ahí que la actual problemática ambiental es producto de la actividad humana en su afán de producir y consumir grandes cantidades de mercancías, puesto que estos desequilibrios en la naturaleza han tenido una repercusión de dimensiones mundiales, manifestada en una creciente desertificación del planeta, la pérdida de flora y fauna, la contaminación del aire y agua, así como un creciente agujero de ozono, entre muchos otros problemas ambientales.

Puesto que el tema de los residuos sólidos urbanos y su disposición final, se ha convertido en una dificultad que más preocupa a los gobiernos locales, su relevancia proviene de los problemas de contaminación, degradación, agotamiento de los ecosistemas, aunado a los efectos negativos a la salud humana. Lo anterior es resultado de un inadecuado manejo ambiental, de los mismos ya que una porción importante de los residuos en México se deposita pone en tiraderos a cielo abierto,

cuyos procesos de descomposición favorecen la emisión de productos contaminantes como son el biogás y lixiviados que, en consecuencia generan emisiones a la atmósfera.

En México son pocas las experiencias exitosas del aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos para la producción de energía eléctrica, en este sentido el relleno sanitario de Salinas Victoria tiene particular importancia, por ser la primera experiencia en el país para la utilización del biogás como combustible y ser empleada como energía alternativa por ello es necesario la investigación de la temática.

A raíz de lo postulado se plantea la pregunta de investigación: ¿Determinar qué beneficios económicos y ambientales resultan de emplear la disposición de los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios para el aprovechamiento del biogás en la generación de energía eléctrica?

La hipótesis que se argumenta es que el biogás representa una solución económica y ambiental viable para los gobiernos locales, a partir de su producción en el relleno sanitario, para su aprovechamiento y transformación en energía eléctrica.

Se sostiene por ello que los rellenos sanitarios son la mejor opción económica y sustentable para la eliminación adecuada de los residuos sólidos de la localidad con respecto a los gobiernos locales que no la utilizan.

Por ello la investigación se centra en analizar el potencial económico de un relleno sanitario, a partir del aprovechamiento energético del biogás como fuente de ahorro en el consumo energético para los gobiernos locales. Además de demostrar que es la forma económica eficiente para eliminar los residuos sólidos y que se proteja al medio ambiente.

El presente trabajo se ha dividido en capítulos. En el primer apartado se pretende proporcionar fundamentos de la problemática ambiental y sustentabilidad, enriquecido con el punto de vista teórico de Enrique Leff, Américo Saldívar, y las posibles soluciones que dichos teóricos aportan. En el capítulo dos se va exponiendo sistemáticamente el método llamado Gestión integral de los residuos

sólidos urbanos (GRSU), su importancia como acción correctiva ambiental y principales características; asimismo ahí se plantean los criterios que establece la normatividad ambiental para la instalación de un relleno sanitario. En el tercer apartado se presenta el caso de estudio sobre relleno sanitario de Salinas Victoria, ubicado en el estado de Nuevo León; presentando su origen, evolución cronológica, los impactos económicos y ambientales de dicho proyecto; asimismo se detalla el proceso de conversión del biogás en la generación de energía en el desarrollo local y las repercusiones que ha suscitado el fenómeno de los residuos sólidos urbanos en el municipio que lo alberga. Finalmente se presentan las conclusiones.

El tema central de esta investigación se enfoca en los residuos que son producidos en los centros urbanos en actividades propias del hogar y pequeños comercios que, por rasgo general, son gestionados a nivel municipal, haciéndose de especial interés porque ocasiona un deterioro ambiental cada vez más progresivo y entre ellos podemos mencionar la contaminación de los mantos subterráneos de agua por los procesos de filtración y descomposición, la erosión de suelos, la contaminación atmosférica, destrucción de hábitats, pérdida de biodiversidad, etc. Continuar con esta formas irregulares de deshacerse de los residuos sólidos provocara daños a los ecosistemas y pueden ser irreversibles. Por tanto, es tarea urgente tratar de revertir los efectos negativos de esta acumulación de residuos sólidos al medio ambiente y cambiar estas tendencias de perjuicio a la vida misma. De ahí la importancia que tienen los gobiernos e instituciones en buscar la solución al manejo adecuado de los residuos, para transitar a una estrategia sustentable en su eliminación, al mismo tiempo la respuesta que dé el gobierno para la solución de dicha problemática ambiental, permitirá controlar los tiraderos clandestinos que conllevan a efectos perjudiciales para la salud.

La metodología utilizada consiste en revisar publicaciones científicas, así como de acceso online; ello permite elaborar las consideraciones teóricas del tema de investigación, además se consultaron fuentes hemerográficas especializadas en el tema ambiental de procedencia nacional e internacional, para poder explicar ciertos conceptos y definiciones desde una perspectiva más sencilla y accesible,

pero no menos sólida en cuanto a teoría. También dicho trabajo se sostiene con información estadística de fuentes primarias y secundarias, así como textos científicos, revistas, boletines, aportados por diversos autores, de los cuales la investigación se orienta con los enfoques de Américo Saldívar, Cristina Cortinas y George Tchobanoglous, cuyas aportaciones permitirán comprender y analizar la generación y el tratamiento de los residuos sólidos urbanos propuestos en el trabajo.

Además de la revisión bibliográfica, se abarcó libros y publicaciones identificadas en las bases de datos de acceso libre tales como SciELO, Dialnet, Redalyc y Latindex que, permitieron sumar puntos de vista diversos en la construcción de este trabajo.

CAPITULO I

La problemática ambiental

1.1 Generalidades de la sustentabilidad

Reconocer que los procesos de desarrollo humano han tenido impactos ambientales a través de la historia, implica identificar, como señala Bojórquez (1999), lo que sucede en la actualidad denominado como cambio global, una alteración a gran escala, en un intervalo muy corto de tiempo, producto de la expansión económica, social y política mundial. Estos recursos naturales se están utilizando a un ritmo mayor que el de su renovación, evidenciando unas consecuencias que van desde una disminución hasta la extinción de los mismos ecosistemas. Entre éstas modificaciones se encuentran los cambios climáticos causados por las alteraciones en la composición química de la atmosfera, los cambios en el uso del suelo derivado de una creciente urbanización y el uso de tecnologías industriales, también está la transformación de bosques y selvas, en pastizales producto de prácticas agrícolas.

Para comprender este proceso anteriormente mencionado, podemos ubicar los sucesos que impulsaron los cambios en la manera de producir, durante las primeras décadas del siglo XX, que fueron la producción en serie, basado en el taylorismo-fordismo, así como el consumo en masa dirigido a una creciente población, para ello se utilizaron como fuentes energéticas, el petróleo y la electricidad para la transformación de los recursos naturales.

Posteriormente a los dos Guerras mundiales y con el impulso de los países vencedores para desarrollar una tecnología en favor del terreno armamentista, sobrevino una conciencia de los efectos negativos de dicha armas nucleares, derivando en una conciencia pacifista y antinuclear que ganaba más aceptación a mediados de los años sesenta.

En Estocolmo, Suecia, se tuvo una Conferencia sobre el Medio Humano en 1972, impulsada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Los gobiernos que asistieron, asumieron un compromiso ambiental con la creación del Programa para las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) , con sede en Nairobi.

Su principal propósito fue proporcionar una guía de acción para proteger y mejorar el medio humano, así como remediar y prevenir desigualdades por medio de la cooperación internacional. Asimismo, recomendó declarar el 5 de junio Día Mundial del Medio Humano y se expresó una condena a las armas nucleares.

En cuanto a la cuestión energética y el aumento de producción de combustibles fósiles se unen con los escenarios históricos que influyeron en los cambios cíclicos del mercado petrolero fueron en 1973-1974 los estados árabes instituyen un embargo no exportando petróleo a los países que apoyaban a Israel en la guerra de Yom Kippur; originando la primera crisis del petróleo, que significo una subida rápidamente hasta alcanzar el doble de su precio, para 1978-1979 Irán reduce la producción y exportación del crudo debido a su revolución interna, recortando contratos con compañías estadounidenses , para 1980 ocurre la segunda crisis del petróleo alcanzando su punto máximo en abril debido a una expansión de la economía mundial demandando mayores existencias de petróleo baja esta demanda ocurrió un aumento de los precios del petróleo crudo por acción de la Organización de Países Exportadores del Petróleo (OPEP), esto derivó en una crisis de endeudamiento para los países así llamados entonces en vías de desarrollo, por tanto perdieron de vista la preocupación por el medio ambiente dadas las circunstancias de endeudamiento directo con la banca comercial, en este sentido, cuando la economía mundial se expande, demanda en consecuencia más petróleo crudo y eso explican los cambios de precio del petróleo.

Para 1983 en la XXXVIII sesión de la ONU fue creada la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), de su trabajo surgió el documento conocido como Nuestro Futuro Común (o Informe Brundtland), el que después fue examinado por el Consejo Directivo del PNUMA para después ser aprobado por la Asamblea General de la ONU, en la sesión XLII, en 1987.

Resultado de dicho informe, se señala al desarrollo sustentable *“como aquel que permite a las generaciones presentes satisfacer sus necesidades sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias”*. (1987, Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo)

Para Urquidí (...) *“sintetizando el informe mediante una frase es la de cómo transitar de una situación y perspectiva de desarrollo insostenible de la humanidad a una de desarrollo sustentable”* (2007, p. 132), esto es que el medio ambiente y el desarrollo no pueden concebirse separados.

Con esta posición se plantea tener en cuenta el bienestar de las generaciones futuras y la necesidad de acceso a los recursos naturales de forma equitativa y con la necesidad de proteger al medio ambiente, para ello es necesario reducir el empleo de los energéticos de origen fósil como es el carbón, petróleo y gas; cuya combustión emite gases a la atmósfera, que en grandes proporciones derivan en una contaminación atmosférica.

Orientando una nueva línea de desarrollo al considerar las consecuencias de la destrucción ambiental

(...) antes, nuestras mayores preocupaciones se dirigían para los efectos del desarrollo sobre el medio ambiente. Hoy, tenemos que preocuparnos también con el modo como el deterioro ambiental puede impedir o revertir el desarrollo económico. Área tras área, el deterioro del medio ambiente, está minando el potencial de desarrollo. (CMMAD. 38-39)

Con estos nuevos elementos que incorporan a la economía con el medio ambiente, se persigue atender las necesidades de las generaciones presentes y futuras en función de los recursos naturales disponibles, valorizándolos y conservándolos en un acceso ordenado y racional para reducir los efectos negativos de las excesivas concentraciones urbanas, así como el abandono y despojo de áreas rurales. Asimismo, atendiendo las deficiencias en materia de salud, que contribuya a reducir las desigualdades sociales con una mejora en la equidad distributiva.

Por ello, la perspectiva de desarrollo sustentable se concibe como una respuesta para superar la pobreza y realizar objetivos ambientales y de desarrollo mediante:

- Retomar el crecimiento;
- Cambiar la calidad de desarrollo
- Atender las necesidades esenciales de empleo, alimentación, energía, agua y saneamiento;
- Mantener un nivel poblacional sustentable;
- Conservar y mejorar la base de recursos;
- Reorientar la tecnología y administrar el riesgo;
- Incluir el medio ambiente y la economía en el proceso de toma de decisiones (CMMAD:53)

El Desarrollo sustentable aporta la consideración de una política a largo plazo que asocie a la economía con el medio ambiente, atendiendo las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras, adicionando valores éticos y morales, en la forma de impactar el medio ambiente para obtener un crecimiento que permita superar la pobreza y las desigualdades sociales tanto regionales como globales.

Esto es, re direccionar el desarrollo incorporando lo político, lo económico, lo social, lo cultural que, permita un mayor bienestar, mejorando la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, sin dejar de lado controlar, remediar y prevenir los impactos negativos al medio ambiente originados de estas propuestas.

1.2 Enfoque de sustentabilidad y sus interacciones con la economía

Con la concepción del desarrollo sustentable se plantea que los bienes, servicios y funciones ambientales que proporcionan los ecosistemas ya no deben ser considerados como una mercancía más, explotándolos de forma indiscriminada para lograr un crecimiento económico. Esto es que, con la actividad del Hombre en la producción y consumos de bienes y servicios para la satisfacción de sus necesidades ha tenido un impacto negativo en los recursos naturales, tanto por degradación ambiental, como por agotamiento, luego entonces es necesario cambiar el rumbo de la economía incorporando una visión del medio ambiente sobre principios de sustentabilidad, y equidad social como lo señala Goodland (...) “en el Informe Brundtland se consideró que los límites del crecimiento estaban

impuestos por los recursos naturales, sin embargo, hoy día esos límites están impuestos por la capacidad de asimilación de los residuos por el ecosistema". ((coord), 1997, pág. 29)

Con la Conferencia de la CMMAD de Río en 1992, se preparó para instrumentar globalmente el desarrollo sustentable mediante instrumentos económicos para promover dicho desarrollo, instituyendo así compromisos entre gobiernos estableciendo plazos y recursos financieros para lograrlo. Entre los principales documentos aprobatorios están: la "Declaración de Río sobre medio ambiente"; la "Agenda XXI"; la "Convención marco sobre cambios climáticos"; la "Convención sobre diversidad biológica"; y la "Declaración de principios sobre el manejo, conservación y desarrollo sustentable de todos los tipos de bosques" (Río 1992)

Esta vinculación entre la economía y el medio ambiente ha impulsado a un nuevo objeto de la economía, basada en principios de sustentabilidad ecológica y de equidad social como lo es: la economía ambiental y la economía ecológica.

La economía ambiental cuya mayor tarea es resolver los problemas ambientales y de pobreza, está formulada desde la teoría neoclásica, tomando a los recursos naturales como escasos, esto es que los factores de producción que son el trabajo, la tierra y el capital, se encuentran de manera limitada y por tanto como la naturaleza es escasa, se impulsa el crecimiento, evitando o disminuyendo los costos económicos que supone esta escasez y la degradación ambiental para obtener una riqueza constante, es decir se cuida a la naturaleza bajo una mirada utilitarista. Se sitúa así al desarrollo sustentable como crecimiento económico con una postura de conservación de recursos naturales y cuidado ambiental, maximizando la productividad de este capital natural escaso y aumentar su disponibilidad.

Para Field (2003), la economía ambiental (...) "consiste en la aplicación de los principios económicos al estudio de la gestión de recurso naturales y ambientales con que cuenta una sociedad, además estudia cómo la gente toma decisiones que provocan la degradación o la mejora del entorno" (p.3). Ello se basa en el diseño de políticas públicas ambientales efectivas y eficientes, teniendo como distinción incorporar aspectos ambientales en las decisiones económicas de costo-beneficio.

Es entonces que el objetivo de dichas políticas se dirige a mejorar la eficiencia económica, logrando un equilibrio social y ambiental, comprendiendo este último como la conservación de áreas naturales, protección de flora y fauna, así como solucionar el problema de la contaminación ambiental. Para ello, la economía ambiental incluye la adaptación de instrumentos desarrollados de la economía convencional, para aplicarlos a cuestiones del medio ambiente.

Esto es, las políticas están basadas en el funcionamiento de mercado, aplicando impuestos a las actividades más contaminantes e incentivos a las actividades que logren utilizar tecnología, para que el impacto de degradación al medio ambiente sea menor. Como ejemplo se tiene que el Gobierno de la Ciudad de México desde 1989 prohíbe la circulación de camionetas y automóviles un día por la semana, a excepción de aquellos vehículos que usen convertidores catalíticos y así al circular reduzcan la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Para resumir, la economía ambiental está sustentada en los siguientes ejes:

- ❖ En la determinación de las asignaciones eficientes de las externalidades ambientales esto es que los efectos causados por la actividad económica a terceros no son compensados, y dicho impacto se vuelve externalidad ineludible.
- ❖ La valoración monetaria del medio ambiente tanto de sus costes y beneficios.
- ❖ La asignación intergeneracional óptima de los recursos naturales que son agotables.

En este sentido, el manejo ineficiente de los desechos materiales del ciclo productivo y de consumo son causantes de la degradación ambiental y, es mediante una política económica que se puede remediar dicha externalidad negativa.

La ecología se encarga de estudiar los sistemas de organismos vivos y sus interrelaciones con el medio ambiente en el que se desarrollan y, por otro lado la economía se encarga de la producción y distribución de la riqueza para alcanzar un bienestar material a la sociedad en su conjunto, ambas disciplinas se fusionan para dar lugar a la economía ecológica que es una crítica a la economía clásica

tradicional y a la ambiental teniendo, como bases elementos de la ecología y a la termodinámica, es decir tiene un enfoque integrador de las dimensiones económicas, físicas y sociales (enfoque sistémico), por lo que se plantean nociones biofísicas dentro de los procesos de producción, reproducción de bienes y de relaciones de todo tipo.

Esto es que estudia las distintas interacciones entre sistemas económicos y ecosistemas naturales (ecológicos), considera que la economía requiere de los recursos naturales e intercambia energía y materia al medio ambiente; es decir la economía depende del medio ambiente; lo que ocurre en la economía influye en el medio ambiente y los cambios en el medio ambiente influyen en la economía, por ello representa una interdependencia en las relaciones entre la actividad económica humana para satisfacer sus necesidades y el medio ambiente donde obtiene éstos insumos; también distingue que no se puede considerar un bien ambiental como cualquier otro bien intercambiable, ya que los recursos naturales son bienes escasos, además que un impacto ambiental puede llegar a ser superior a la capacidad de carga de la biosfera; por esta condición analiza los flujos y los stocks físicos de un activo ambiental en vez de monetizarlo para determinar si su uso es sostenible o no, la utilización de la huella ecológica como indicador para evaluar si el impacto de la actividad humana en los ecosistemas supera los límites de la capacidad ecológica de la Tierra, para regenerar esos recursos de esa región en particular.

Para Quintero, la economía ecológica (...) “busca reducir los conflictos que se dan entre el comportamiento humano y la lógica de la recuperación de las condiciones naturales, lo cual implica empatar los tiempos de recuperación, que son necesarios para que la vida natural y humana puedan continuar” (2008, p.17)

Por tanto se deberá construir una economía, como indica Naredo, (1987) en la que se pueda reconciliar a la economía con la ecología, ocupándose de la naturaleza física de los bienes durante el proceso económico, para evitar la degradación de los recursos patrimoniales, de los agentes económicos, desarrollando mecanismos de conservación y reciclaje y no una amortización en dinero.

Para algunos teóricos, como Norgaard (1989), representa un compromiso al no tratar de rebasar los límites de los procesos naturales de restauración y mejoramiento, considerando al desarrollo como un proceso de ecoevolución entre los sistemas sociales y naturales que continuamente se interconectan y cambian; por ello debe considerarse a la economía ecológica como un todo que incluya los impactos ambientales y la de los recursos naturales.

Por lo que se refiere a las nociones biofísicas, en las cuales descansa la economía ambiental, Georgescu-Roegen (1971) argumentaba que todos los procesos económicos involucran el uso de energía y que paralelamente existe la degradación de la biodiversidad, para ello utiliza las Leyes de la Termodinámica para alertar de la irreversibilidad a los sistemas, a la organización y por ende a las opciones de un futuro que puede estar comprometido. Dichas Leyes se explican así:

- 1) La primera consiste en que la materia y la energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforman, esto es que la generación de residuos es algo inherente a los procesos de producción y consumo de bienes y servicios.
- 2) Tanto la materia como la energía se degradan continua e irrevocablemente, independientemente de que la usemos o no, lo que confiere valor económico a la materia y a la energía es su disponibilidad para ser utilizada.
- 3) Existe límites para la generación de más residuos de los que puede soportar la capacidad de asimilación de los ecosistemas, ya que si se incurre en una extracción desmedida acabaríamos destruyéndolos y con ellos a la vida humana.

Por consiguiente, en la medida que el hombre, al apropiarse de los recursos naturales, modifica a los ecosistemas deberá realizar acciones que compensen dichas pérdidas ocurridas en éstos, que puedan cambiar la tendencia de agotamiento, si bien esta corresponsabilidad le permitirá al hombre adaptarse a los límites naturales, en consecuencia la economía no puede crecer para siempre, por ello se busca un estado estacionario y sustentable (Daly, 1993) para frenar el crecimiento de la población y las mercancías, con el fin de reducir la pobreza en las sociedades.

Particularmente el siglo XX se ha caracterizado por una expansión demográfica y concentración urbana, acompañada por avances tecnológicos que han impulsado

la productividad del trabajo, produciendo a su vez una cultura de consumo desarrollando un aumento en la producción industrial pero incidiendo en un proceso empobrecimiento humano y ecológico, en decir bajo esta realidad económica capitalista se configura como indica Wallerstein (1984), como una economía mundo, que funciona como una gran red de interrelaciones industriales, comerciales, financieras y tecnológicas con una dinámica propia.; direccionándola hacia la globalización del sistema de producción y consumo. Ante esta tendencia de una economía de orden capitalista más mundializa, que favorece disparidades económicas y sociales entre las regiones, destacando lo que menciona Bellinghausen (2019) “El proceso de destrucción en curso es causado por la actividad humana. Tal catastrófica pérdida de biodiversidad es probable que generalice un colapso de ecosistemas, que dejaría al planeta inhabitable para los humanos”.

Ante ello, se requiere de un cambio en la relación hombre-naturaleza, como plantea Enrique Leff. Ello bajo la otra lógica llamada “ecológica”. Para lograrlo propone construir una nueva economía fundada en una nueva racionalidad productiva, basada en el potencial productivo de los ecosistemas, el poder de la ciencia y la tecnología y los procesos de significación que definen identidades culturales y sentidos existenciales de los pueblos; es decir en la formas diversas de relación entre los seres humanos y la naturaleza, así como en la apropiación cultural de la naturaleza, deslindándose del mercado como ley suprema del mundo globalizado. Se trata entonces de la desconstrucción de la racionalidad económica, para abrir camino a los valores de la diversidad ejerciendo principios de equidad a las diversas formas de servir la ética de la otredad.

Para esta tarea se plantea la construcción de una racionalidad ambiental por medio de un proceso de producción teórica y de transformaciones político-sociales que establezcan un proyecto social basado en la potencialidad de la naturaleza, las autonomías culturales y búsqueda del bien común con la intervención del estado y la participación de la sociedad, en un proceso de reapropiación de la naturaleza, orientando sus valores y potenciales hacia la transición de un desarrollo sustentable y democrático.

Pues la racionalidad ambiental se construye deconstruyendo la racionalidad capitalista dominante en todos los órdenes de la vida social, por ello a puesta por la innovación de conceptos, métodos de investigación y conocimientos y por la construcción de nuevas formas de organización productiva

una racionalidad ambiental plantea la intervención de un conjunto de procesos sociales: la reforma democrática del estado para encauzar la participación de la sociedad en la gestión de los recursos; la reorganización transectorial de la administración pública; la formación de una ética ambiental; la construcción de un nuevo saber (2004, p. 210)

Por tanto, construir una economía que no se fundamente en un choque con la naturaleza en sus procesos en la medida que sea tratada como fuente principal de conocimiento y el aprendizaje social, esto es fundado en el concepto de productividad eco-tecnológica, el cual articula los niveles de productividad ecológica, tecnológica y cultural en el manejo integrado de los recursos productivos difiere de la productividad económica tradicional que se basa en términos de mercado.

En ello pone énfasis al apostar que, esta crisis civilizatoria impulsa un cambio en los paradigmas productivos o en nueva racionalidad productiva que construya un mundo global, incorporando la reciprocidad e igualdad en las identidades culturales, diferenciadas que resulten en una solidaridad comprendida desde la diferencia, es decir que se acerque a una realidad de apertura a la diferencia y no subordinando los valores humanos al interés económico.

Es así que la construcción de una racionalidad ambiental construya una nueva economía sustentable, en la articulación de diferentes órdenes ontológicos y epistemológicos, pues al mismo tiempo abierta al encuentro de diferentes racionalidades culturales (Leff, 1994) fundada en los potenciales ecológicos, (...), “por lo que se abre así la externalidad del ambiente en la economía hacia la otredad del saber ambiental, hacia las estrategias de poder en el saber y en el conocimiento científico que abren las puertas hacia una racionalidad ambiental” (2008, p.45)

Como consecuencia de esta una nueva línea de movimiento, se tornará en una conciencia basada en la importancia de la naturaleza en el vivir que, es nutrido de

las participaciones sociales de una sociedad más participativa en el rumbo de actuar en su historia.

Por la vía de la ambientalización de sus disciplinas y de apertura hacia un diálogo con los saberes ambientales no científicos, sino que los propios pueblos se reapropien de su patrimonio que les fue sustraído, incorporados a las identidades e intereses de los actores sociales que habitan y construyen sus territorios de vida. Se podrá entonces replantear el papel del hombre en su relación con la naturaleza a un nuevo orden, el entorno ambiental no de explotación vorágine de una producción en gran escala sino de una relación más acorde al respeto por la permanencia de su propia existencia y de la cultura que lo acompaña en su devenir (naturaleza), para Leff (..), “guiado por los principios de sustentabilidad ecológica, democracia participativa y racionalidad ambiental” (1994, p. 27)

Este proceso de transformación del conocimiento se edificará bajo una sabiduría capaz de integrar los procesos de orden natural y social, conformará una nueva forma de organización en las relaciones con mayor equidad mejorando la calidad de vida de la población incorporando la diversidad étnica y cultural de la raza humana, es decir este saber reorientará una nueva racionalidad social incluyente y diversa. En Leff “el desarrollo ambiental se convierte en un proyecto orientado a erradicar la pobreza, satisfacer las necesidades básicas y a mejorar la calidad de vida de la población” (2007, p. 54)

Conformado este nuevo saber, permitirá el entendimiento de las cosas y, generará la convivencia con la otredad permitiendo un enlace en las diferencias y complejidades de los seres bajo esta diversificación de identidades; se podrá movilizar a los distintos actores sociales para la construcción de un mundo, sustentable cuyo fin será salvaguardar los intereses de los pueblos en el mundo abriéndose por medio a la tolerancia a los demás, erigiendo sociedades sustentables y diferenciadas, evolucionando en un diálogo de saberes, en este sentido es una vuelta al principio mismo del Ser, que tendrá efecto en una reapropiación del mundo: de la cultura, de las identidades y de la naturaleza.

Continuando con las acciones necesarias que se requieren para cambiar de paradigmas del papel del hombre en su entorno en el siguiente apartado de tratará de mencionar cuáles son los principales problemas ambientales.

1.3 Clasificación de los problemas ambientales

Ante el impacto ambiental de las actividades humanas, resultado del sistema económico dominante; que provocó el fenómeno del cambio climático global. En términos generales implica que ante cambios locales en los ecosistemas causan efectos expansivos de orden regional y global; a continuación se describirán.

Comencemos por definir que es el medio ambiente: la palabra medio proviene del latín médium, como adjetivo medius (género masculino); y ambiente procede de ambientis del verbo ambere, que significa “rodear” “estar a ambos lados”, para la Real Academia Española lo define como el conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo; en tanto que para la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA) en su artículo 3, la define como el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos así como organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

En otras acepciones se inclinan por utilizar más por el concepto de medio natural refiriéndose a todos los componentes físicos, químicos, biológicos y sociales que constituyen colectivamente el medio ambiente.

Como menciona Dehays (2000) para entender los desastres que acontecen en el mundo, es necesario ubicar el crecimiento poblacional para entender los impactos negativos que han ejercido sobre ella. Por esta razón y en concordancia con Saldívar (2004) indica que (...), “para comprender mejor la problemática ambiental como efecto de la actividad humana, lo importante es no partir de la perspectiva de las ciencias naturales, sino de la sociales” (p.21)

También es reconocida como impacto ambiental que, según la LGEEPA (1988) en su artículo 3 Fracción XX, lo define como modificación al ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Para una comprensión sencilla, lo define en el Documento Nuestro Futuro Común que el medio ambiente es donde vivimos todos.

En resumen, los problemas ambientales o la degradación del ambiente derivados de los patrones de producción y consumo, son inherentes a todo el planeta y por ello revertir ese daño es tarea que involucra a toda la sociedad.

Con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en Estocolmo en 1972, se reconoció por primera vez, el daño causado por las actividades del hombre en las distintas regiones de la Tierra: contaminación del agua, el aire, la tierra y los seres vivos; trastornos del equilibrio ecológico de la biosfera, destrucción y agotamiento de recursos no renovables, así como las consecuencias nocivas a la salud del ser humano derivado del daño de su medio ambiente; también se abordó que para conservar el medio ambiente y los recursos naturales se tienen que armonizar objetivos sociales y económicos.

Los problemas ambientales están relacionados con su impacto sobre el aire agua, suelo y/o ecosistemas (biodiversidad), son relevantes porque representan un factor de riesgo para la vida del planeta, estas consecuencias dañinas alteran la vida de las comunidades cercanas donde se producen, alterando su salud y sus prácticas cotidianas de existencia. Es importante reconocerlas y así buscar soluciones para reducir los riesgos que implican estas amenazas en el presente. Se tomará la clasificación del Informe regional del Global Environment Outlook (GEO 6) América Latina y el Caribe, PNUMA 2003 (capítulo 2) estos son:

- Degradación de tierra / desertificación. Comprende la contaminación de suelos por deforestación, monocultivo esto es la intensificación agrícola que conlleva a un agotamiento de nutrientes, la pérdida de hábitats, asimismo hace que aumente la erosión (empobrecimiento del suelo) así como, la acidificación, la pérdida de materia orgánica, la compactación, la contaminación química, la salinización que causa un daño serio, de difícil tratamiento y que conlleva a la desertificación, y por último la incidencia de la extracción minera.

La desertificación según la Organización de las Naciones Unidas consiste en la degradación de tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, originadas por las

actividades humanas y las variaciones climáticas; lo que significa una expansión de los desiertos, disminuyendo e potencial biológico de los suelos.

- Deforestación. Pérdida de cobertura vegetal, destrucción y alteración de la vegetación principalmente por la intensificación de prácticas agrícolas y ganaderas, los incendios forestales
- Pérdida de biodiversidad. Se refiere a pérdidas constantes y continuas de poblaciones, especies y hábitats, que se debe a la sobreexplotación de recursos renovables (agua, bosques), la extracción de minerales y petróleo que da como resultado un empobrecimiento de flora y fauna.
- Contaminación del aire. Es el deterioro de la calidad de aire por la combustión de materias fósiles (emisiones vehiculares e industriales y agrícola) estas emisiones provocadas por actividades humanas derivan en un agotamiento de la capa de ozono estratosférico y el proceso de cambio climático, además, de incendios forestales, biomasa para cocinar y conllevan al calentamiento del planeta.
- Agravamiento del estrés hídrico. Perturbaciones en la capacidad de regulación del agua y de su almacenamiento, sobreexplotación de acuíferos, originando escasez en varias regiones del planeta así también la construcción de infraestructura hidroeléctrica. Su principal fuente contaminante son las descargas de residuos domésticos e industriales no procesados en los cuerpos de agua, sino también los acuíferos de agua subterránea, esta reducción en la calidad y disponibilidad de recursos hídricos afectará el desarrollo humano en algunas regiones del mundo.
- Expansión urbana descontrolada. Es el crecimiento urbano no planificado donde se concentran centros industriales, así como actividades agrícolas, turísticas de transporte, estos contaminantes provienen de residuos sólidos y emisión de aguas residuales (domésticos e industriales)., provocando grandes presiones sobre el medio ambiente.
- Contaminación de mares y costas. Los patrones migratorios rural-urbanos y el crecimiento de ciudades medianas y pequeñas producen un aumento en la densidad poblacional de los litorales, con presiones crecientes sobre llanuras y aguas costeras (PNUMA 2000). Sin dejar de lado las descargas de aguas industriales y derrames de sustancias peligrosas en incidentes marítimos con embarcaciones, los navíos petroleros y cargueros.
- Vulnerabilidad ante eventos naturales extremos. Consiste en una serie de eventos naturales que provocan la pérdida de vidas humanas y las posibilidades de su subsistencia; entre ellas están los terremotos, erupciones volcánicas, las tormentas tropicales y deslizamientos, estos también llamados “desastres” están ocurriendo con mayor frecuencia y sus efectos son cada vez más severos.

La vulnerabilidad depende de la exposición, la susceptibilidad a los cambios y la capacidad o no de controlarlos o adaptarse a ellos.

Para América Latina y el Caribe, este tipo de desastres son por la actividad tectónica (terremotos, maremotos, erupciones volcánicas) y por el clima (huracanes, inundaciones, avalanchas e incendios)., que por su acumulación gradual, ha llevado a un deterioro ambiental, cada vez más profundo, visiblemente se puede constatar en la pérdida de bosques y biodiversidad; la degradación de los suelos,

el agua, la contaminación urbana, los incendios forestales cada vez más comunes reflejándose en efectos destructivos, provocando evacuaciones y destruyendo inmuebles debido a clima seco y ventoso que afectan a miles de personas que en suma con la alta vulnerabilidad del entorno comprometen la existencia misma del planeta.

1.4 Los gases de efecto invernadero y el cambio climático

Como se mencionó previamente, entre los problemas ambientales que tienen implicaciones, tanto locales como globales, están los de tipo atmosféricos, cuyos efectos directos inciden en la salud de la población y los ecosistemas naturales; la disminución de la calidad del aire, el fenómeno del cambio climático global y la reducción del espesor de la capa de ozono estratosférico; además, los efectos locales asociados a la mala calidad del aire en la salud de las personas; A nivel regional, la afectación de los bosques y ecosistemas acuáticos debido a la lluvia ácida o, incluso a nivel mundial como el deshielo en la Antártica (PNUMA, 2002).

Los Gases de efecto invernadero, conocidos como (GEI), se producen de manera natural y son esenciales para la supervivencia de los seres humano y de millones de otros seres vivos; se acumulan en la atmósfera terrestre y son capaces de absorber la radiación infrarroja del sol, aumentando y reteniendo el calor de la atmósfera, que dan lugar al efecto invernadero; este calor beneficia al aumento de temperatura del aire que se encuentra más cerca del suelo por lo que consigue mantener la temperatura del planeta para que haya vida.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis gases: bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Este Efecto Invernadero, como se muestra en la figura 1.1, es un fenómeno de regulación de temperatura del planeta, esto es: de la radiación que llega al planeta, una tercera parte es reflejada al espacio y el resto es absorbida por las diferentes capas del planeta (hidrosfera, litosfera, atmósfera). Esta radiación que

procede del sol de tipo infrarrojos (desprenden calor), parte de este calor es absorbido por determinados gases de efecto invernadero necesarios para el desarrollo de la vida en el mundo.

Figura 1.1 El Efecto Invernadero



Fuente: Cambio Climático Global <https://cambioclimaticoglobal.com/>

¿Cuándo surge el problema? Surge cuando aumenta la concentración de estos GEI, provocando un incremento en la temperatura global, las principales causas es la intensificación de actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación de selvas y bosques, que intensifican las emisiones de gases de efecto invernadero, alterando la composición de la atmósfera de la tierra.

Este exceso de calor, provocado por el incremento de GEI en la atmósfera, deriva en un aumento de las temperaturas; a esto se le conoce como calentamiento global; este aumento de la temperatura de la atmósfera, como indica el Quinto Informe de Evaluación El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU (IPCC), expone que de 1880 a 2012 la temperatura media mundial aumentó 0,85°C; los océanos se han calentado, las cantidades de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar ha subido.

El quinto informe de del IPCC en 2014 insiste en que de 1901 a 2010, el nivel medio mundial del mar ascendió 19 cm., ya que los hielos se expandieron debido al hielo derretido por el calentamiento y la extinción del hielo marino del Ártico ha disminuido en cada década desde 1979. Entre los impactos del calentamiento global están por cada grado que se eleve la temperatura, disminuirá al menos un 20% la cantidad de agua y con ello habrá cambios en el ciclo del agua (lluvias, sequías, evaporación).

El Cambio Climático, según IPCC (2007). es una tendencia del calentamiento global, entendiéndose como todo cambio significativo en el sistema climático del planeta; pueden darse por causas naturales, como variaciones en la energía que se recibe del sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos.

Un ejemplo de la modificación del clima son las glaciaciones que se producen por el cambio en la forma de la órbita de la Tierra y de la inclinación del planeta con respecto a su eje, también puede ser causada por las actividades humanas, a través de las emisiones de CO₂ u otros gases que atrapan calor, así como la alteración del uso de suelos, explotando de forma desmedida los recursos naturales.

Esta variabilidad del clima genera cambios irreversibles en los ecosistemas, entre ellas tenemos pérdida de la selva amazónica y de la tundra antártica, aumentos en el nivel del mar, con las consecuentes inundaciones. Se presentarán fenómenos extremos como sequías y olas de calor un abastecimiento reducido del agua que perjudicará la seguridad alimentaria de las especies que habitan el planeta

Cabe resaltar que el pasado 12 de diciembre del 2015 se aprobó el Acuerdo de Paris dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CPO21), este acuerdo busca que los países firmantes reorienten su desarrollo hacia una forma más sostenible, con menores emisiones y con la capacidad de adaptarse a un clima más extremo, para ello tiene como metas:

- Que las emisiones de gases de efecto invernadero (EGEI) dejen de aumentar, empiecen a reducirse y que se llegue a un equilibrio entre las emisiones provocadas por las actividades humanas y las que pueden ser neutralizadas por medios naturales o tecnológicos.

- Contener la temperatura de la tierra muy por debajo de los 2°C respecto a la era preindustrial y seguir esforzándonos por limitar ese aumento a 1,5°C.
- A partir del 2020, cada 5 años los países revisarán y fortalecerán sus contribuciones nacionales (INDC); que son planes de acción climática presentados por cada país que describen la cantidad de emisiones que reducirán y sus acciones a realizar.
- A partir del 2025 habrá 100, 000 millones de dólares en financiamiento climático para los países en desarrollo.
- Se determinarán mecanismos para la rendición de cuentas y así asegurar el cumplimiento de metas hasta el 2020.
- La adaptación será el factor central para ayudar a los países más vulnerables.

1.5 Acuerdos internacionales en materia de cambio climático.

Atendiendo a la necesidad de tomar medidas para mitigar este fenómeno que es un problema de carácter mundial, México firmó varios Acuerdos Internacionales, entre ellos están:

Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), cuya meta es lograr la estabilización de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida las interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, lo firmó en 1992 y lo ratificó en 1993 (UNEP, 2002).

El Protocolo de Kioto, firmado en 1997 y ratificado en 2000. Se estableció como obligación la reducción del 5% de sus emisiones de GEI, tomando como base sus emisiones de 1990 para el periodo comprendido entre 2008 y 2012, además de la elaboración de inventarios nacionales, así como estudios de mitigación y adaptación al cambio climático. Cabe mencionar que a pesar de que el Protocolo surgió en 1997, no fue sino hasta el año 2005 que entró en vigor, pues requería ser aceptado por un grupo de países.

En la 21° Conferencia de las Partes (COP21) celebrada en Paris, se compromete a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero en un 25%, además de realizar acciones para contrarrestar el calentamiento global. Al seguir las recomendaciones del Panel Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y mantener el incremento de la temperatura global por debajo de los 2°C, cifra considerada como límite máximo por la ciencia para

poder evitar los efectos devastadores sobre los ecosistemas y las sociedades, tratando de que ese aumento de temperatura sea únicamente de 1.5°C. Además se comprometió a trabajar en favor del medio ambiente y el desarrollo sustentable.

Asimismo México se responsabiliza en sus Contribuciones Intencionales Determinadas a nivel Nacional (INDC's), estos son los planes de acción climática presentados por cada país que describen la cantidad de emisiones que reducirán y sus acciones a realizar; mediante una reducción no condicionada de 25% de sus emisiones de GEI y de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), es decir, de 22% de GEI y 51% de carbono negro, aunado a disminuir sus emisiones del sector industrial generando el 35% de energía limpia para el 2024 y del 43% para el año 2030. Es así que tendrá como límite máximo de emisiones alrededor del año 2026 posibilitando reducir la intensidad de carbono del PIB., en un 40%.

México no solo ha firmado estos Acuerdo Internacionales, sino que además ha impulsado distintas medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, entre ellas están: el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012, donde formula una serie de políticas para la mitigación de GEI; La Ley General de Cambio Climático, que busca regular y reducir las emisiones de GEI para reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas; Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero; Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) propone líneas de acción para la reducción de GEI; impulsa la Eficiencia y tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, mediante proyectos considerados Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) ante la Organización de las Naciones Unidas ONU; Programas de adaptación al cambio climático, entre ellos la conservación de hábitats a través de las Áreas Naturales Protegidas; Promoción al uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte.

Ahora bien, en materia de la protección ambiental se utilizan incentivos económicos basados en el mercado que permitan terminar con los altos niveles de gases contaminantes, para ello la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2001) define que los instrumentos económicos son “incentivos

o desincentivos fiscales y económicos para incorporar costos y beneficios ambientales en los presupuestos de los hogares y empresas”. Además señala que el objetivo de los instrumentos es promover una producción y consumo eficientes y ambientalmente amigables.

Para la circunstancia nacional según la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en la última reforma del 2018 en el artículo 22 señala

Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente.

En este rumbo los instrumentos económicos según la LGEEPA y LGCC (Ley General del Cambio Climático 2012) son los fiscales que se refieren a estímulos de carácter fiscal, que incentivan al cumplimiento de la política ambiental; otros son los económicos en los que se encuentran los créditos, fianzas, seguros de responsabilidad civil, fondos y fideicomisos y por último los de mercado que lo conforman las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos.

1.6 El mercado de bonos de carbono

En la conferencia celebrada en diciembre de 1992 en Kioto (Japón), las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático aprobaron un protocolo para reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, con el objetivo de prevenir el fenómeno de calentamiento global.

Anteriormente en la Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente celebrada en Rio de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, indica en su principio 16:

Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en PRINCIPIO, cargar con los costos de la contaminación, teniendo

debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.

Para evitar o reducir el daño ambiental se formularon una variedad de instrumentos económicos para alcanzar dicho objetivo, entre ellos están los derechos de propiedad, la creación de mercados, instrumentos fiscales, sistemas de tasas, instrumentos financieros, regímenes de responsabilidad civil, bonos y depósitos con el fin de valorar los servicios proporcionados por los ecosistemas y los costes por los daños y perjuicios al medio ambiente provocados por la acción del hombre.

De tales instrumentos económicos, el Mercado de Bonos de Carbono consiste en el comercio de bonos de carbono o de certificados de reducción de emisiones de GEI, este incentivo económico tiene como misión reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO₂, creado en el año 2005 con el objetivo de que los países europeos ganen experiencia y logren cumplir sus compromisos cuantitativos de reducción de emisiones asumidos en el marco del Protocolo de Kioto (UE, 2005).

Un bono de carbono equivale a tener derecho de emitir una tonelada de CO₂ y su precio no excede los 12 dólares, permite mitigar la generación de gases de efecto invernadero, beneficiando a los países participantes que no emiten o disminuyen la emisión, y haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido, los participantes se encuentran registrados en el Protocolo de Kioto.

El sistema europeo es el primer y el más grande mercado importante de carbono del mundo, maneja alrededor del 45% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la UE y cubre aproximadamente 11.000 centrales eléctricas y plantas de fabricación en la UE.

La transacción de bonos de carbono representa un beneficio para las empresas que emiten bajas emisiones de carbono, ya que producen con tecnologías limpias y hacen pagar a otras que emiten más arriba de los estándares permitidos.

El Mercado de Bonos de Carbono es un mecanismo que funciona a través de un sistema “cap and trade” o de tope y comercio (que establece un límite para las emisiones y permite su comercio); esto se basa en que las empresas que ya lograron reducir sus emisiones de manera eficiente, emiten una serie de bonos a la venta dirigidos a las empresas que se les dificulta reducirlas, por lo que hay un tope, pero si la empresa necesita aumentar las emisiones por encima de su límite podrá comprarlos a otras empresas que contaminen por debajo del límite.

Es decir ellas pueden modificar sus niveles de emisiones, mediante la compra y venta de bonos a otras fuentes; si las empresas llegasen a instalar tecnología que les permita reducir los GEI. Como este tope se reduce cada año, a menor oferta, se elevan los precios., como señala Martínez-Alier (2000) cuando las externalidades son inciertas e irreversibles, entonces es imposible fijar precios “ecológicamente correctos”, aunque puede haber precios “ecológicamente corregidos” se refiere a precios modificados mediante impuestos y medidas similares que permitan avanzar hacia la sostenibilidad.

El mercado de bonos de carbono funciona como cualquier otro mercado en donde el precio de los bonos se equilibrará cuando la oferta y la demanda sean iguales., la autoridad reguladora establece un límite sobre la cantidad total de emisiones en existencia, se basan en el principio de que cualquier aumento en las emisiones de una fuente se debe compensar con una disminución equivalente en otro lado.

Este tipo de instrumentos económicos utilizados en las políticas ambientales tienen como fin lograr mejoras ambientales, promover el costo más bajo posible para los actores económicos (empresas, hogares y gobiernos) , evitar los impactos negativos limitando la producción de estos gases y/o aumentar la capacidad natural de absorción de los mismos.

Los tipos de proyecto que pueden aplicar a una certificación son, por ejemplo, energía renovable, mejora de la eficiencia energética de procesos, reforestación, limpieza de lagos y ríos, etc. Sin embargo, quedan fuera los sectores de transporte y ganadería, de acuerdo al protocolo de Kyoto.

Los Gobiernos pueden tomar diferentes caminos para fijar el precio del carbono, pero todos dirigidos a la meta de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La nueva reseña *Carbon Pricing Watch* analiza las elecciones de cada Gobierno, las maneras cómo funcionan sus mecanismos de fijación de precios y los cambios recientes o previstos.

En México se llevará un programa piloto que durará tres años a partir del 2018 tiene como propósito reducir las emisiones de efecto invernadero, a través de la compra de permisos de emisión, aunque el mercado de carbono mexicano entrará en vigor formalmente en el 2021, con el establecimiento del mercado, las empresas que demuestren la reducción de sus emisiones contaminantes se certificarán ante la SEMARNAT quien a su vez les otorgará cierta cantidad permisos de emisiones de bonos de carbono, que equivalen a emitir un volumen determinado de CO₂ a la atmósfera y que podrán ser adquiridos por las empresas que se les dificulte reducirlas. Otras medidas tomadas por el Gobierno de México han sido la eliminación de subsidios a combustibles fósiles, el establecimiento de un impuesto a las emisiones de carbono, la creación de subastas de energía eléctrica y certificados de energías limpias.

Con esto se busca que este primer mercado esté constituido por un mínimo de cien empresas que cumplan con alguno de los siguientes criterios:

- Pertenecer a alguno de los siguientes sectores: aviación, generación de energía eléctrica, refinería, acero y metalúrgica, química o petroquímica.
- Emitir 25,000 tCO₂e/año, o más.
- Participar en algún sistema de comercio de emisiones a nivel internacional (por ejemplo, MDL).

Según un informe del Banco Mundial de 2016, una mayor cooperación a través del comercio de carbono podría reducir el costo de la mitigación del cambio climático en un 32% para 2030.

1.7 Mecanismo de desarrollo limpio

Es un procedimiento suscrito en el Protocolo de Kyoto, establecido en su artículo 12 y que permite a los países desarrollados poder financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de países en desarrollo, y recibir a cambio Certificados de Reducción de Emisiones para cumplir con las metas de reducción (INECC, 2016)

El Mecanismo de Desarrollo Limpio está regido por las Partes del Protocolo a través de la Junta Ejecutiva, y la supervisión de una Junta Ejecutiva del MDL (ONU 1998, Art. 2, fracción 4).

Los países en desarrollo donde se realizan los proyectos para aminorar la emisión de gases de efecto invernadero resultan beneficiados de la aplicación de tecnología, así como flujos de capital de inversión para realizar estas actividades de reducción. Cabe mencionar que tanto el país industrializado, como el país en desarrollo receptor del proyecto, deberán demostrar una reducción en el tiempo de emisiones real mensurable y de forma prolongada, además dichas reducciones deberán ser verificadas y certificadas por entidades independientes.

En el caso de México es el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero, COMEGEI. Las Entidades Operacionales, acreditadas por la Junta Ejecutiva del MDL y designadas por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto, se ocupan de valorar los proyectos y verificar y certificar las reducciones de emisiones o absorciones de carbono por sumideros (ONU 1998, Art. 12, fracción 5; INECC, 2016).

Dentro del Mecanismo para un Desarrollo Limpio y en la adquisición de unidades certificadas de reducción de emisiones, pueden participar entidades privadas o públicas, bajo las directrices de la Junta Ejecutiva del MDL (ONU 1998, Art. 12, fracción 9). El proceso de un proyecto MDL requiere de la intervención de varios actores: además de la Conferencia de las Partes y de la Junta Ejecutiva antes

mencionadas, intervienen las Autoridades Nacionales Designadas y las Entidades Operacionales (INECC, 2016).

En México, los proyectos MDL pueden considerar las categorías y subcategorías siguientes (SEMARNAT, DGAPCC, 2014):

Agricultura, Bosques y otros Usos de Suelo:

Reforestación – Forestación

Desechos:

Manejo de Residuos en Establos de Ganado Vacuno
Manejo de Residuos en Granjas Porcícolas
Relleno Sanitario
Tratamiento de Aguas Residuales

Generación de Energía:

Eólica
Geotérmica
Hidroeléctrica
Mareomotriz
Solar

Procesos Industriales:

Emisiones de Gases Industriales

Reinyección de Gas Amargo en Pozos Petroleros:

Reinyección de gas amargo en pozos petroleros

Uso de la Energía:

Cogeneración
Distribución de Electricidad
Eficiencia Energética
Emisiones Fugitivas de Metano
Sustitución de Combustibles
Transporte

1.8 Origen de los residuos sólidos

Con la aparición del Hombre en la Tierra, cuya sobrevivencia significó tomar los recursos necesarios de la naturaleza para poder continuar con su vida, implicó necesariamente generar desechos, como indica Tchobanoglous (1994) "...los tiempos en que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades, y la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida" (p.5). Posteriormente con la Revolución Industrial propició el proceso tecnológico de una sociedad moderna así también el crecimiento de espacios urbanos que derivó en una creciente necesidad de recursos naturales y de fuentes energéticas para la producción de bienes y servicios. Estos cambios se tradujeron en una mayor eficiencia y un impulso en la generación de mercancías para hacer frente a la vida cotidiana de los seres humanos. Bajo este virtuosismo, basado en una ciencia más renovada, cada día los procesos productivos aceleraban más dicha generación, y con ello más flujos de residuos. Esto nos lleva a plantearnos ¿A dónde nos llevará tal progreso del conocimiento, si el hombre ha incidido en un auto sabotaje de sí mismo, mercantilizándose en una realidad construida a base de una insustentabilidad ?.

Esta relación recíproca entre ciudad y la industrialización modificó los procesos sociales, económicos y ambientales del entorno, produciendo fenómenos de escasez de agua, modificación del tipo de suelo y diversos daños que afectan a la salud humana entre otros, de ahí que estas actividades domésticas, industriales, comerciales o de servicios, generen subproductos resultado de la utilización de mercancías. Hasta hace no mucho tiempo, se designaba basura a todo aquel producto considerado inservible y que requería de su anulación, más tarde este concepto fue sustituido por el de residuos, considerado como un material que puede ser valorizado y que requiere de un tratamiento o disposición final para su eliminación. Como indica Tchobanoglous (1994) (...) "los residuos sólidos incluyen todos los materiales sólidos o semisólidos que el poseedor ya no considera de suficiente valor para conservarlo" (p.45).

Al respecto, la generación de residuos es de suma importancia, pues la urbanización ha promovido el rápido aumento de residuos sólidos de dichas localidades por tanto, los gobiernos locales deben realizar medidas para evitar, reducir al mínimo los impactos negativos a la salud de la población, al ambiente y a los recursos naturales. Entre sus responsabilidades se encuentra asegurar que tengan un fin adecuado de vida. En este contexto el Gobierno ha creado la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR 2007), cuyo objetivo es: garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado, y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (Art 1,2007)

Con su manejo adecuado se reducirá el impacto negativo en la emisión de gases de efecto invernadero, además se debe considerar que tanto su volumen como su composición obstaculizan su reducción. Los patrones actuales de producción y consumo de la sociedad, contribuyen a una mayor cantidad de generación de residuos, por ello hay una relación estrecha con el tamaño de la población, pues si bien hacia 1900 la población era de 1,800 millones de habitantes, para este siglo se prevé que en 2030 se alcance a una cifra de 10, 000 millones de habitantes a nivel mundial.

Con este pronóstico se prevé una mayor demanda de grandes cantidades de energía, agua y materias primas para satisfacer las necesidades humanas, por tanto, con esta transformación de recursos naturales obtenidos de la naturaleza, se producirán grandes volúmenes de residuos con la tendencia a concentrarse estas poblaciones en centros urbanos, abandonando así sus zonas rurales de origen.

Si bien el trabajo de la naturaleza es degradar física, química o biológicamente los residuos generados por los seres vivos, a partir de fenómenos de metabolismo, disgregándolos y transfórmalos para que sean reutilizados nuevamente por

organismos distintos a los que los originaron, este equilibrio puede verse afectado, como ha sucedido por los aumentos en la cantidad de residuos.

Por tanto, los residuos son fuente de contaminación que pone en riesgo principalmente las zonas urbanas, ocasionando daños a la salud de animales y seres humanos. Los orígenes de los residuos en una comunidad están relacionados con la geografía así como con la composición y cantidad de los residuos que se viertan en un momento al ambiente y cómo pueden vulnerar a las especies presentes.

Aquí se entiende como residuos a todo material o producto que se desecha por alguien y que es susceptible de valorización, como una oportunidad para su aprovechamiento económico que se explicará más adelante.

En las localidades urbanas es donde vive y trabaja gran parte de la población, también se desarrollan las principales actividades económicas que sostienen la base productiva de la región; también existe un mayor desequilibrio social, así como alteraciones en el paisaje, además cuentan con una mala calidad del aire proveniente de la dispersión de contaminantes emitidos por el aparato industrial, impactos negativos como derrames gaseosos y líquidos .

Como señala Pérez (2011), esta concentración de población y de niveles altos de renta, derivó en los mayores índices de generación de residuos sólidos urbanos, pues en las sociedades desarrolladas, los residuos no orgánicos predominan, en tanto que en las no desarrolladas la materia orgánica es la preponderante.

Como sostiene Cortinas (2001) (...) “con la evolución de las sociedades tanto de forma biológica, como cultural se fueron requiriendo más materias primas para dar respuesta a una creciente industrialización, dando lugar a una aceleración de las actividades agropecuarias, forestales y pesqueras arrojando dos fenómenos por un lado los procesos extractivos-productivos generaron mayores volúmenes de residuos y por el otro lado se incitó a un consumo desmedido de los bienes producidos” (p. 28). Estos desechos generados por los seres vivos eran

expulsados al entorno ambiental, dejando a la naturaleza la tarea de degradarlos y volverlos a integrar a los ciclo de vida;

Como indica Cortinas, el problema no sólo es la cantidad, sino también la calidad y la composición de estos residuos, pues si bien antes de la Revolución industrial la composición preponderante era la orgánica, hoy día contienen sustancias tóxicas que afecta a la salud de la población.

1.9 Clasificación de los residuos sólidos urbanos

Tomaremos la definición dada por la Ley Mexicana general para la prevención y Gestión Integral de los Residuos: y su clasificación (LGPGIR 2003, Art. 5), y a continuación se observa su descripción en la figura 1.2:

Figura 1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos



Fuente: Tomada de Temas Ambientales, Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

- Residuos sólidos urbanos son los generados en los domicilios particulares que resultan de la eliminación de materiales utilizados en actividades domésticas, de los productos que han sido consumidos, sus envases, embalajes o empaques, así como también los que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos comerciales, oficinas y servicios o en la limpieza de la vía pública, zonas verdes, áreas recreativas y playas, así como Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.
- Residuos de Manejo Especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
- Residuos Peligrosos: son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran

peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en la ley.

A su vez esta ley los clasifica por su origen en:

- 1) Residuos domiciliarios o domésticos: en general son los que se asocian con la idea de residuos urbanos, son de dimensiones pequeñas o medianas, generalmente recogidos en bolsas, cajas etc., entre sus componentes están los restos de alimentos, los envases en que éstos han sido contenidos, conservados o transportados.
- 2) Residuos voluminosos: por lo general son difíciles de transportar por el servicio ordinario de recogida, tales como muebles, electrodomésticos, colchones, viejos ordenadores, etc.
- 3) Residuos comerciales producidos por los establecimientos comerciales y de servicios: se componen principalmente de papel, cartón, plásticos, madera, tetrabriks, latas, botellas y residuos de comida.
- 4) Residuos de la limpieza viaria y zonas verdes: la que contiene hojas, ramas, tierra, cenizas, además de otros residuos de naturaleza animal, vegetal y mineral.
- 5) Residuos de pequeños establecimientos industriales: son los generados por las actividades de distribución de bienes de consumo, particularmente embalajes, residuos de mercado, etc.
- 6) Residuos procedentes de la construcción y demolición: son los producidos por pequeñas reparaciones domiciliarias o comerciales.

La zona metropolitana de la Ciudad de México es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como uno de los cinco asentamientos humanos que generan más residuos en el mundo, lo que se debe principalmente al número de habitantes que hay en esta ciudad. Esta generación de residuos ha ido cambiando en las últimas cuatro décadas, ya que en 1950 cada persona producía 0.37 kilogramos al día, para el 2010 de acuerdo con el Censo de Población y vivienda fueron registrados 112 millones 322 mil 757 toneladas de residuos, es decir que cada habitante generó poco menos de un kilogramo de residuos al día.

Como se acaba de citar, los tipos de residuos sólidos urbanos ocasionan impactos negativos al ambiente y a la salud de la población, pues a su vez por sus propiedades los podemos clasificar en:

- Inertes: no son capaces de reaccionar con otros materiales o residuos, pero que son generados en grandes volúmenes como el de la construcción
- Fermentables: son los que tienen la ventaja de ser biodegradables y constituyen fuente de nutrientes y son capaces de liberar gases y estos gases a su vez pueden ser fuente de energía.
- Combustibles: no se inflaman por sí solos, pero llegan a hacerlo al entrar en contacto con una llama.
- Salinos como su nombre lo indica derivan de sales que en grandes cantidades contaminan los suelos y los mantos acuíferos.
- Reactivos: son capaces de provocar explosiones, incendios inclusive nubes venenosas.
- Explosivos son aquellos que con alguna causa externa llegan a incendiarse y liberan calor, presión o radiación en un tiempo breve.
- Tóxicos son los que por su exposición pueden afectar a la salud humana o a cualquier forma de vida.
- Inflamables: son los que tienen la propiedad de incendiarse en ciertas circunstancias.
- Infecciosos: son lo que pueden ocasionar enfermedades contagiosas para quienes entran en contacto con este tipo de residuos pues contienen patógenos o gérmenes.

El papel de los residuos sólidos en la vida cotidiana ha venido evolucionando, conforme a la urbanización, el crecimiento económico y la industrialización, puesto que nos encontramos en una sociedad moderna en donde el bienestar es entendido como la práctica consumista de artículos lujosos que generen placer al individuo, trae como consecuencia patrones de consumo más intensos; esto es un aumento en empaques y materiales, vida útil más corta de los productos y mercancías y por ende grandes cantidades de residuos. Por tanto la responsabilidad del manejo de residuos sólidos no sólo la deben de tener los gobiernos locales sino los generadores; esto es impulsar programas de participación social, que apoyen a la separación de materiales para incorporarlos como materia prima en un proceso de producción industrial. El problema de los residuos sólidos se solucionará con una combinación de políticas públicas, con programas de educación y cultura ambiental

comprometiendo a todos los sectores sociales. En el siguiente apartado se tratará del papel de la gestión pública en el manejo de integral de los residuos sólidos para lograr controlar la gran cantidad de residuos sólidos y que su tratamiento sea de forma sustentable.

CAPITULO II El modelo de gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU)

2.1 La importancia de la legislación ambiental mexicana

En este apartado se describirá el enfoque de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos como estrategia de política pública, que desempeña una herramienta para los gobiernos locales en la búsqueda de solucionar el problema de los residuos sólidos urbanos, en donde se establecen una serie articulada de acciones y especificaciones técnicas que buscan reducir el impacto negativo, particularmente en la generación de gases de efecto invernadero y de lixiviados, promoviendo programas de acción para hacer frente, los daños ecológicos y sociales en la actualidad .

El tema Legal es un componente clave para regir el comportamiento de los agentes económicos y de la población. En la búsqueda del bienestar de la sociedad, así como para la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente, este marco normativo, compuesto por leyes, reglamentos y normas han de regular los impactos ambientales de las actividades productivas y residenciales. Para ello se crean instituciones que se encargan de fiscalizar, monitorear y sancionar a los que no cumplen con las disposiciones legales, pues se busca prevenir o en su caso minimizar el impacto de las problemáticas ambientales, para que haya un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Se busca que las generaciones presentes se responsabilicen de preservar los bienes actuales para que las futuras puedan gozar de esa misma oportunidad.

Con la promulgación en 1988 de Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente, que sirvió para sentar las bases de una política ambiental, creando dos entidades ambientales como el INE Instituto Nacional de Ecología en 1992 encargada de generar, normar, dirigir políticas y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) cuyo cargo fue el de fiscalizar y vigilar el cumplimiento de dichas reglas.

Para 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) el cual quedó a cargo de la política ambiental en México y quedando el INE con la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los Residuos sólidos urbanos.

Con el propósito de introducir el modelo de Gestión Integral de Residuos se publicaron los siguientes documentos para establecer dicha determinación:

- “Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos”
- “Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos”

Además con la colocación del Programa de Medio Ambiente 1995-2000 priorizando el ejercicio ordenado entre Federación, Estados y municipios para lograr mejorar las prácticas de manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Para 2003 se publica la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) contribuyendo a clasificar los residuos, sus generadores, entre otras cosas y facultando a la Federación a encargarse de los residuos peligrosos, a las Entidades Federativas de los residuos de manejo especial y finalmente a los municipios de los sólidos urbanos, e introduce una mirada más técnica, normativas de los procesos para el manejo de los residuos. Si bien con esta ley lo que se conocía como residuos sólidos municipales pasa a ser residuos sólidos urbanos.

En tanto que en el año 2007 se presentó el Programa Nacional para la Prevención y Gestión de los Residuos 2008-2012 (PNPGR), que tiene como objeto promover la gestión integral que involucre la modernización administrativa y operativa descansando en tecnologías modernas en la recolección, tratamiento y disposición final, estando sujetos a la línea de las 3R (Reducir, Reusar y Reciclar) conjuntamente con la ciudadanía.

En ese mismo año se crea la Norma Oficial Mexicana 083 para la cual se establecen especificaciones técnicas en la construcción, operación, monitoreo y clausura de los sitios de disposición final que, incide particularmente como base para el funcionamiento de los rellenos sanitarios que más adelante se profundizará.

Cabe mencionar que en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 tiene como propósito fundamental la apuesta al desarrollo humano sustentable esto es, que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras; en lo referente al Eje 4 Sustentabilidad ambiental, se indica en la Estrategia 10.1: Busca impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía, cuya meta para alcanzarla, es mediante la formulación de un marco jurídico más favorable para el impulso de energía de fuentes renovables.

Por ello, legislar para proteger y cuidar el medio ambiente, es un fenómeno derivado de una responsabilidad por el daño ambiental causado por el Hombre, por tanto, con esta serie de normas legales se establece la protección y mejora del ambiente, pero al mismo tiempo permite alcanzar un bienestar humano.

2.2 Los efectos de un inadecuado manejo de residuos sólidos

En el apartado anterior se refirió que, si bien los residuos generados por los grupos humanos han existido desde tiempo atrás, con la llegada de cambios sustanciales en la forma de producir y consumir, materias primas y combustibles fósiles para las actividades propias de los seres humanos para su subsistencia, ya no fue posible para el medio ambiente llevar procesos de descomposición y asimilación con mayor rapidez como los objetos mismos desde su origen, esto constituyó una dificultad para desintegrarlos; en esta dirección, el entorno natural fue incapaz de disgregarlos y transformarlos para que sean reutilizados nuevamente por organismos iguales o distintos a los que lo originaron, el resultado fue que este equilibrio se vio afectado paulatinamente hasta derivar en la problemática actual por su acumulación y toxicidad en la composición de estos residuos.

Esta industrialización, como principal promotor de construcción de la civilización contemporánea, favoreció un ritmo acelerado en la producción de residuos sólidos que ha mostrado un carácter invasivo, con su presencia y expansión en todos los ecosistemas existentes en el planeta.

Es entonces de especial importancia bajo que perspectiva queremos vivir, es decir, se tiene que tomar conciencia del impacto negativo que tiene en nuestra forma de existencia como especie, el continuar con la producción y consumo de forma creciente, como señala Savary (2004) estamos en la nueva “era del consumismo” caracterizada por la abundancia de productos de “usar” y “tirar” bajo este conducto de actividades que va acompañado del aumento del deterioro, desgaste, contaminación de la naturaleza y el medio ambiente de nuestro país. Cabe señalar que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2015, habitan en el país 119, 938, 473 mexicanos, registrándose una cantidad promedio de residuos sólidos recolectados de 102, 887,315; es decir cada mexicano en ese año generó poco menos de un kilogramo de residuos al día. Este hecho confirma que ante aumentos poblacionales sumado a los cambios de patrones de consumo existe una asociación directa, desencadenado por procesos de desarrollo económicos más rápidos en la generación de mercancías, requiriendo el uso de recursos naturales y energéticos de forma más intensiva.

Para Guzmán (2012) esta forma de vida contemporánea, en la cual su expresión característica no sólo son los cambios en las formas de producir y en las relaciones de producción, sino principalmente en las formas de consumir. Para él los dos fenómenos relacionados con la problemática de los residuos son: 1) la expansión humana que se expresa en la ocupación, explotación y predominio de la especie en prácticamente todos los ecosistemas y rincones del planeta y 2) la lógica de producción-consumo industrial-capitalista.

Esto significa que estas implicaciones sociales y económicas hacen evidente que las actividades humanas ocasionan la generación de gases de efecto invernadero, desde la quema de hidrocarburos y carbón por el transporte y la industria, incluyendo los derrames de petróleo, adelgazamiento de la capa de ozono, el cambio climático, pérdida de biodiversidad, desertificación de los suelos hasta la destrucción de bosques y selvas.

Para México, según Tapia (1998) “podrían señalarse la contaminación por automóviles, por pesticidas, detergentes, metales pesados, que afectan de manera

directa a la salud humana además de contaminar la atmósfera, el suelo y el agua” (p.124-125).

Por esta razón me parece importante enfocarse el problema de los residuos sólidos en la zonas urbanas que, se caracteriza por ser un área integrada económica y socialmente en un amplio territorio (Alfonso de Esteban, 1982); que requiere de una prestación de servicios urbanos para su recolección, transportación, transferencia, procesamiento y disposición final eficientes para su éxito, pues todo ser humano tiene el derecho de vivir en un ambiente favorable. Para Velazquez (2006)

El origen del problema de la gestión de los residuos a nivel metropolitano tiene que ver con la transferencia de residuos generados en un municipio y trasladados a otro para su disposición final, relacionándose también con la problemática de la contaminación a causa de su inadecuado depósito, lo que no respeta fronteras municipales y en conjunto origina un impacto regional negativo. (p.347).

Para comprender la problemática actual de los residuos sólidos urbanos; Cortinas (2001) señala que “los residuos pueden empezar a ocasionar problemas ambientales y sanitarios desde el mismo lugar en el que se generan o a grandes distancias “ (p.31).

Los efectos más dañinos, como la misma autora indica, son los generados en los hogares. Tienen que ver con la atracción y crecimiento de fauna nociva, esto, es la proliferación de insectos y roedores y las enfermedades que puedan transmitir los mismos, representando un riesgo para la salud humana. Entre las enfermedades que pueden transmitir la fauna nociva están la malaria, la amibiasis e infecciones de la piel, también intestinales; la rabia, la tifoidea, el paludismo, la encefalitis y la peste. Además que la acumulación de dichos residuos sólidos se descomponen produciendo malos olores, siendo estos, causantes de mareos y vómitos, principalmente.

También esta descomposición produce emisión de gases (metano y dióxido de carbono), estos contaminantes a su vez se concentran y se dispersan en la atmósfera, alterando la composición de aire. Lo podemos visualizar en las ciudades propiamente, sin olvidar que también la quema de residuos forma parte de los

causantes de la destrucción parcial de la capa de ozono y el calentamiento global de la Tierra, entre otros. Otro elemento perjudicial, resultado de una inadecuada disposición de los residuos sólidos es la contaminación, no sólo del aire, sino también de los suelos, y cuerpos de agua superficiales; pues sus impactos adversos pueden concluir en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, así como su escasez, para otras especies, vitales para la sobrevivencia. Asimismo con tierras más degradadas y menos fértiles, viene un deterioro en el paisaje urbano, con la consecuente pérdida de diversidad de flora y fauna de esas localidades.

Bajo este panorama, con una degradación ambiental que puede seguir incrementándose, resultado de la generación de residuos sólidos por parte de la sociedad, ha representado una carga económica para los gobiernos locales, que son los encargados de buscar una solución eficiente para poder alcanzar la meta de un desarrollo sustentable, que permita mediar entre la actividad económica urbana y la protección ambiental, incluyendo aspectos sociales. En este sentido, la reducción de desigualdades y el fomento de una cultura de cambios de patrones de consumo y formas de vida en las ciudades, permitirá una convivencia respetable del medio ambiente y del sistema urbano-económico.

Por ello, en el siguiente apartado se explicará la relevancia de adoptar una alternativa más eficiente económicamente en el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos generados en las conglomeraciones urbanas principalmente; que permitan su recolección, aprovechamiento y reciclaje para reducir el daño ambiental y proteger los ecosistemas, cuya finalidad sea aprovechar los materiales y/o el contenido energético de los residuos sólidos urbanos, y permita la utilización energética de los mismos.

2.3 El marco del manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

A partir de los problemas ambientales derivados, tanto de la generación como del mal manejo de residuos, se ha dado como respuesta un desarrollo en la implementación de medidas correctivas que han evolucionado con el paso del tiempo, con el objetivo de remediar y disminuir los efectos negativos de los residuos. Por ello, la respuesta gubernamental ha sido por medio de la creación de una legislación específica enfocada a la protección, restauración y conservación del medio ambiente. Como antecedente se tiene La Ley Federal para Prevenir y Controlar la contaminación, publicada en 1971, cuya normatividad fue abrogada por la Ley Federal de Protección al Medio ambiente, que se centraba en proteger la salud frente a los riesgos de la contaminación ambiental. Posteriormente se promulgó la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y ya en materia específica sobre residuos es en 2003, que se promulga la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), cuyo objetivo es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado, propiciando el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial. Estas alternativas se enfocan a evitar su generación reducir o eliminar su riesgo y peligrosidad, así como en el aprovechamiento económico.

El manejo adecuado de los residuos se sustenta en principios de desarrollo sustentable, prevención y minimización, aprovechamiento y valorización así como una responsabilidad compartida de los actores involucrados.

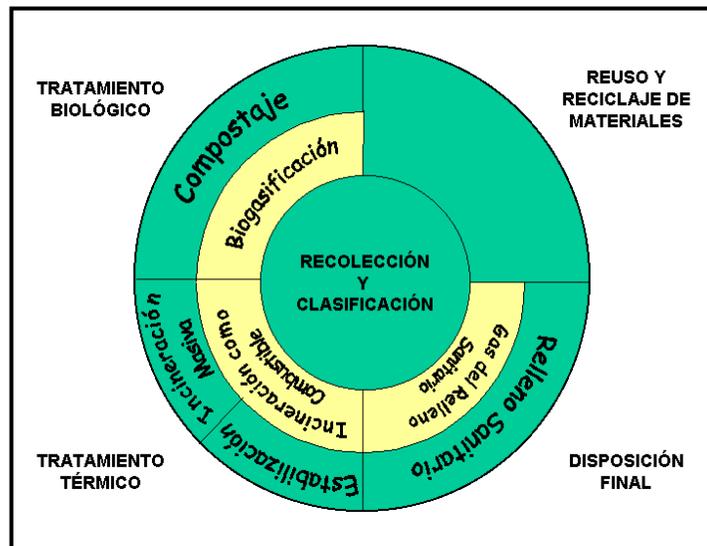
Un adecuado manejo de los residuos sólidos, como lo señala, Cortinas se debe basar en la implementación de un manejo integral de los residuos (MIREs):

Es una herramienta de planeación y diseño que combina flujos de residuos, métodos de recolección y sistemas de tratamiento y disposición final de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región. (2009, p. 15)

Es decir todas aquellas actividades que se enfoquen hacia la correcta separación de los residuos sólidos urbanos, desde la fuente de origen, hasta pasar por una reutilización por medio del reciclaje.

Por tanto el MIREs comprende una serie de acciones que, en conjunto, tiene como finalidad articular las acciones normativas, de planeación financiera y de operación el manejo de residuos de múltiples orígenes y diversas composiciones, logrando beneficios ambientales y económicos estableciéndose de forma integral y en su aplicación debe ser flexible según las circunstancias de la localidad.

Figura 2.1 Manejo Integral y sustentable de los residuos sólidos



Fuente Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos INE 1999. Pag.9

A partir de la implementación de un modelo de sustentabilidad en el manejo de los residuos, se han manifestado grandes diferencias territoriales a lo largo del país, lo cual ha representado muchos retos susceptibles de corregir para promover una mayor recuperación y valorización de los residuos sólidos, considerándolos recursos susceptibles de reutilización, reciclado y aprovechamiento calorífico o como combustible alterno. Se busca que haya organismos municipales que profesionalicen a los operadores del manejo de residuos aun con cambios en las administraciones públicas en turno, para hacer más eficiente la administración de los recursos públicos.

Con el Manejo Integral de los Residuo Sólidos Urbanos, presentado en la figura 2.1 se establece como elemento fuerte la minimización, así como la separación para el reciclaje, promoviendo una cultura para reducción de la cantidad de residuos sólidos urbanos que se produce en las poblaciones urbanas y así evitar que los residuos sean enterrados en sitios de disposición final. Esta estrategia se conceptualiza como el conjunto de actividades y procedimientos técnicos que puedan ser adaptados a los gobiernos locales, cuyo alcance permita reducir las amenazas al equilibrio ecológico por un inadecuado manejo de los residuos sólidos urbanos.

2.4 La gestión integral de los residuos sólidos urbanos

Con la finalidad de reducir los impactos negativos al medio ambiente, esto es minimizar la liberación gases de efecto invernadero, así como proteger la salud de la población por un inadecuado manejo de los residuos sólidos urbanos, se implementa un conjunto de acciones continuas para dar solución a esta problemática. Mediante la utilización de un mejor programa de manejo adecuado de los residuos sólidos, las autoridades estatales y municipales optaron por poner en rumbo un plan que cumpliera con el objetivo, de reducir la cantidad de residuos, además en un marco sustentable. Para lograr esta medida, se determinó realizarlo mediante una **gestión de residuos sólidos** que, según Tchobanoglous, es definida como:

La disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de forma tal que armonice con los mejores principios de salud pública, de la economía, ingeniería, la conservación, de la estética y otras consideraciones ambientales (1994, p.7).

Con este plan se busca impulsar un proceso que sea (...) ambientalmente adecuado, técnicamente viable, socialmente aceptable y económicamente factible Semarnat (2001).

Siguiendo a Tchobanaglou, la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, debe ser realizada de una forma eficaz y ordenada y las actividades asociadas a ella son las siguientes:

1. Generación de residuos;
2. Manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en origen;
3. Recogida;
4. Separación y procesamiento y transformación de residuos sólidos;
5. Transferencia y transporte;
6. Evacuación;

La Generación de residuos comprende las actividades en que los materiales son identificados como ya utilizados por sus propietarios, por lo que son tirados. Pues son considerados de poco valor una vez consumidos su propiedad.

La Manipulación y separación de residuos tiene que ver con la tarea de ser colocados en contenedores cuya separación desde su origen, por parte de los poseedores, permite separar en los distintos materiales para su reutilización y reciclaje. Podemos encontrar desde la distinción entre orgánico e inorgánico, incluso puede existir contenedores que dividan en papel y cartón, plástico, aluminio,

materiales férricos u encontrar otras diversidades de ellos, como se ejemplifica en la siguiente imagen.



Fotografía de Martha Jiménez (FES Acatlán, Naucalpan 2018)

Mientras que el almacenamiento puede ser diverso dependiendo de su origen que está a cargo de los hogares, empresas e industrias; en tanto que el procesamiento incluye la compactación y el compostaje de residuos de jardinería.

Continuando con el modelo, la actividad que sigue es la recogida donde se recolectan los residuos sólidos para ser transportados a un lugar de procesamiento de materiales, una estación de transferencia o en el vertedero, como se ilustra en la fotografía siguiente.



Fotografía de Martha Jiménez (Ecatepec de Morelos, 2018)

El siguiente elemento es la separación, procesamiento y transformación de los residuos sólidos, en este paso se recuperan los materiales separados, que en muchos casos la separación no ocurrió en el origen por ello se procede a separar los residuos sólidos por material y tamaños. En el procesamiento se enlaza con la reducción del tamaño ya sea por trituración, compactación y la incineración.

En cuanto a la transformación se vinculan a procesos de recuperación de productos de conversión y energía, esto es la alteración física, química o biológica que son aplicadas a los residuos sólidos con el fin de recuperar materiales reutilizables, reciclables, así como e conversión entre ellos la composta, la energía en forma de calor y el biogás como combustible, cuyo tema es de relevancia para esta investigación y que se analizará con más detalle en el tercer capítulo.

El quinto elemento es la transferencia y transporte, se refiere al traslado de los residuos sólidos a equipos de transporte más grandes para movilizarlos a sitios cercanos o lejanos.

El último elemento es la evacuación y tiene como propósito depositarlos en instalaciones de recuperación de materiales, o en vertederos controlados para su destino final.

En este modelo se enlazan las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería para el cumplimiento adecuado de dicho modelo; como indica Tchoanaglou (..) “es definido como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos (1994, p.16)

Con este modelo se busca alcanzar una mayor eficacia, funcionalidad económica y ambientalmente sustentable orientada, al mercado, que sea flexible y capaz de manejar todos los residuos, una posible solución, es la gestión de los residuos sólidos urbanos. Este sistema se establece abordar cada una de las etapas de que lo conforman con la misma trascendencia y tiene como objetivo la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos contraproducentes al ambiente en la manipulación de dichos residuos sólidos (Cortinas 2003) además que intenta integrar elementos económicos, técnicos y sociales con un carácter sustentable;

Con esto es se busca prevenir la generación de residuos sólidos cuyo proceso permite revalorizar todo aquello que se recupere y no terminar su totalidad a la disposición final.

Como lo señala la autora, este sistema debe ser capaz de integrar todos los tipos de residuos sólidos considerando el aprovechamiento de los múltiples materiales presentes en los residuos sólidos

Bajo el modelo de gestión integral se fusiona acciones normativas, operativas financieras y de planificación que pueden desarrollar una municipalidad, puesto que cada comunidad debe concebir y aplicar el programa de acuerdo con sus características y capacidades, sin importar la magnitud de su problemática y/o abundancia o carencia de recursos o financiamiento.

Según la Agencia de Cooperación Técnica Alemana, Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (2003) GTZ-COMIA, este modelo de gestión es algo más que lo llevado a cabo por los sistemas de limpieza de las ciudades; pues incorpora más elementos, entre ellos acciones normativas, operativas, financieras y de

planificación que una administración municipal puede llevar a cabo basados en criterios ambientales, económicos y sanitarios para recolectar, tratar y depositar los residuos sólidos de la ciudad.

Se distingue del manejo integral de residuos porque este es el conjunto de actividades relacionadas con la vida del residuo y generalmente es un proceso de cinco etapas que deben seguirse: el residuo sólido urbano debe recogerse; trasladarse, valorizarse en tanto en materia o energía, reciclarse y tratarse para finalmente disponer en algún sitio

En tanto la Gestión Integral agrupa una serie de elementos que van desde administrativas, técnicas, financieras hasta de índole social, educativas de monitoreo, supervisión y evaluación que dé como resultado un manejo adecuado desde los residuos sólidos urbanos, que van desde su generación hasta la disposición final; con el fin de lograr la optimización económica de su manejo, la aceptación social respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Considerando que un inadecuado manejo de residuos sólidos urbanos implicaría escenarios costosos para las autoridades locales y federales la novedad en este modelo de gestión, radica a que le confiere la misma importancia a cada una de las etapas en el manejo de residuos sólidos y con ello evitar que lleguen al tiradero, materiales que se pueden aprovechar para su reutilización.

2.5 La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en México.

La implementación del modelo de Gestión integral de los residuos sólidos en el país ha conducido a elaborar una serie de documentos que sirvan como guía para los gobiernos locales en el ejercicio de un manejo integral de los residuos sólidos urbanos, a través del financiamiento de estudios o programas, para el ejercicio de dicho modelo, entre ellos tenemos Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos elaborado por el Instituto Nacional de Ecología en el año 1999,

su reedición en 2001; y la Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales elaborada por la SEMARNAT-INE en 2001.

A partir del artículo 26 de la LGPGIR, el cual establece que las entidades federativas y los municipios en coordinación con la Federación deberán elaborar e instrumentar los programas locales, para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; con fundamento a la citada Ley los programas de gestión, contienen el diagnóstico básico donde se identifica la situación actual la generación, el manejo de residuos y la infraestructura existente; Programa para la prevención y gestión integral de residuos PNPGIR 2017-2018

PNPGIR 2009-2012; Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012; Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2006; a través de ello se busca que Estados y Municipios identifiquen las áreas de oportunidad para desarrollar en sus territorios, infraestructura en los sistemas de recolección, transporte y disposición final y el aprovechamiento material o energético de residuos mediante el acceso de recursos económicos para su cumplimiento.

En este apartado se tomará a la Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales 2001 que tiene como finalidad apoyar a los tres niveles de gobierno para el buen funcionamiento en el ejercicio operativo de las distintas fases que conforman el modelo GIRSU, pues el problema de los residuos sólidos está enlazado con cuestiones ambientales que afectan directamente a la población y repercuten a las economías locales. Por ello gestión ha sido la referencia de autoridades se tomarán los elementos que integran el modelo para introducirlos en el escenario nacional y contribuyan al cumplimiento de metas de reducción de CO₂ que deriven en una aplicación en los tres niveles de gobierno, a fin de lograr que se garantice la salud humana y se proteja al medio ambiente y se optimice el uso eficiente de recursos económicos

De conformidad con la Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales los elementos que conforman la GIRSM)

- Reuso
- Separación en la fuente de generación
- Barrido
- Almacenamiento
- Recolección
- Transferencia y transporte
- Tratamiento (reciclaje, composteo, incineración, tratamiento mecánico-biológico y pirolisis)
- Disposición final.

Se inicia el proceso de los residuos sólidos domésticos con la generación y su composición, que dependerá de su nivel de consumo, el nivel socioeconómico, la época del año, las costumbres y hábitos, por último la zona geográfica que se considere. A continuación se explicaran en qué consisten cada uno; una medida que antecede al manejo efectivo de los residuos es la reducción en la fuente; esto significa que se trata de minimizarlos en su volumen para una mejor manipulación de los mismos, puede realizarse al interior de los hogares.

El reuso se concibe como la actividad que aminora la cantidad de residuos esto quiere decir tratar de sacarle el máximo provecho como materiales para otra utilización antes de desecharlos.

La separación en la fuente de generación acción temprana que segrega los subproductos de su composición inicial esto significa que podrá identificarse los materiales para su posible aprovechamiento posterior en la siguiente figura se ilustra esta separación en tres categorías:

1. Reciclable: plástico, aluminio, vidrio, papel y cartón
2. Orgánicos: son los derivados de alimentos y jardinería
3. Basura: considerados como sucios, tóxicos y sanitarios son difíciles de manejar por provenir de sanitarios.

Figura 2.2 Separación clasificada de los subproductos de los residuos sólidos municipales.



Fuente: Tomada de la Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales, 2001

Barrido es el servicio proporcionado por los municipios para recolectar los residuos y se puedan mantener las calles, parques y jardines de forma estética, puede ser manual y mecánico.

Almacenamiento el lugar donde se depositan los residuos sólidos en espera de ser evacuados, por lo que se promueve a que estén en recipientes adecuados para tener seguridad e higiene.

Recolección en esta etapa se recogen los residuos sólidos urbanos y de materiales reciclables del lugar del almacenamiento para ser posteriormente colocados, en los equipos que los transportarán a los sitios de transferencia y/o disposición final. Un factor determinante en esta etapa es la periodicidad de la recolección que incidirá en una mayor rapidez o en una acumulación de residuos

Entre los métodos más comunes para recolección se encuentran:

- Parada fija: consiste en recoger los residuos en las esquinas de las calles, los usuarios acuden a entregar sus residuos.
- Acera: consiste en que simultáneamente al recorrido del camión por su ruta, los “peones” de la cuadrilla van recogiendo los residuos, previamente colocados por los residentes en el frente de sus casas.
- Contenedores: consiste en instalar depósitos para que los usuarios vierten sus residuos que posteriormente serán recogidos. (Guía para la Gestión integral de los residuos sólidos municipales, 2001 p.43.).

Transferencia se refiere al traslado de los residuos sólidos a instalaciones donde se transportan de un vehículo recolector a otro que tiene mayor capacidad de carga,

para ser conducido a su destino final, existen dos tipos de estaciones de transferencia:

a) directa la cual prioriza el traslado de los residuos sólidos de los camiones recolectores a las unidades de transferencia.

b) indirecta utiliza espacios de almacenamiento contando con equipos mecanizados para mover los residuos sólidos a los vehículos de transferencia.

Tratamiento es el proceso por el cual, los residuos sólidos pasan a ser reutilizables y/o dejan de ser peligrosos. Se refiere principalmente a los procesos físicos, químicos o biológicos que se aplican sobre los residuos sólidos con el fin de disminuir la cantidad y aprovechar los beneficios económicos y ambientales; existen tres tipos de tratamiento: mecánico, biológico y térmico

- El tratamiento biológico se produce a partir de los residuos orgánicos transformándose en composta (descomposición de la materia orgánica en condiciones aerobias o anaerobias esto es en presencia de oxígeno o sin él) o en alimento para animales.
- Tratamiento térmico se lo conoce por operar por medio del calentamiento, la conversión de los residuos en productos gaseosos, líquidos o sólidos, con la consecuente emisión de energía en forma de calor, esta puede llevarse a cabo de distintas maneras: incineración, pirólisis y gasificación.
 - a) Incineración: es el proceso térmico de los residuos sólidos por medio de oxidación química con exceso de oxígeno, además se recupera energía mediante el intercambio del calor originado por la combustión de los mismos.
 - b) Pirólisis es la conversión de los residuos sólidos por medio de una fuente de combustible externa en ausencia de oxígeno para transformarlos en combustibles gaseosos, líquidos y sólidos.
 - c) Gasificación es a través de la conversión termoquímica de los residuos para producir gas de síntesis y recuperar energía.

- Tratamiento mecánico mediante este proceso mecánico se separan los metales de los residuos sólidos, con el objetivo de obtener fracciones de residuos valorizables para una recuperación energética y material.

Como se observa mediante estos tipos de tratamiento se obtiene el aprovechamiento energético esto es, se puede recuperar energía útil y puede ser almacenable o no almacenable.

Disposición Final es la última fase de la Gestión de residuos sólido, son los lugares donde se trasladan los residuos sólidos y que pueden ser de tierra (controlado) y a cielo abierto (no controlado), estos lugares están vinculados con el cuidado el medio ambiente y reducir los impactos negativos a la salud de la población.

Los vertederos no controlados se refieren principalmente a sitios inadecuados que son elegidos arbitrariamente como barrancos, lagos y lagunas; zonas pantanosas, minas abandonadas etc.

En lo que se considera a los **vertederos controlados**, es una obra de infraestructura que involucra métodos de ingeniería para depositar permanentemente los residuos sólidos, tomando medidas con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicional, y prevenir las posibles afectaciones de los residuos sólidos en la salud de la población y de los ecosistemas, evitando así la proliferación de fauna nociva.

En lo que respecta a la normatividad que rige el funcionamiento de los rellenos sanitarios, se encuentra la NOM 083 de la SEMARNAT, que data desde 1984, establece las especificaciones para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y monitoreo, clausura y obras complementarias que debe tener el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Además se debe recordar que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos determina que los Municipios son responsables de los residuos urbanos municipales y en cuanto los residuos de manejo especial y los residuos peligrosos son competencia de la Federación. Su Tratamiento, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Por ello los municipios elaborarán y

someterán para la instalación de sus sitios de disposición final un plan que contengan las acciones y medidas necesarias para dar cumplimiento con dicha norma, ya que con dicho plan adoptarán las autoridades correspondientes una decisión sobre su autorización o cancelación del sitio.

De ahí que la tareas de los Municipios al proporcionar el servicio de limpia y aseo es de su facultad ocuparse de los residuos generados en su demarcación así como la realización acciones de concientización en los domicilios, empresas, industrias, instituciones públicas y privadas así como de servicios en la separación de residuos en orgánicos e inorgánicos.

Con respecto a la búsqueda de soluciones para la generación de residuos, como lo señala Cortinas 2001, algunos países de la OCDE han orientado medidas para mitigar los impactos relacionados con la movilización de dichos materiales, su uso y disposición dando como resultado tres tipos de acciones:

1. Evitar estrictamente la generación (EEG): esto es incidir en la dinámica de cantidad y peligrosidad en el consumo de materiales o energía durante su producción, consumo y distribución.
2. Reducir en la fuente (RF): la disminución del uso de sustancias tóxicas así como descender el consumo de materiales o energía
3. Reusar los productos (RP): esto se deriva en un aprovechamiento múltiple del producto de su forma inicial para que derive en otro optativo con o sin arreglo.

Según Román, Beltran y Mejía en México el manejo adecuado de los residuos es insuficiente, pues no se destinan recursos para el adecuado manejo de los mismos, se incumplen las leyes, reglamentos y norma de eso se derivan cinco principales problemas en la generación y manejo de los residuos en el país:

- Generación de residuos sin control.

- Aumento en la contaminación de suelos, cuerpos de aguas superficiales y subterráneas y emisiones a la atmósfera.
- Ineficiencia de procesos con costos económicos elevados
- Agotamientos de recursos naturales.
- Riesgos potenciales a la salud pública.
-

2.6 Los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Antecedentes

El basurero o botadero a cielo abierto era una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha empleado el hombre para deshacerse de los residuos que él mismo produce, resultado de sus diversas actividades para su supervivencia, en estos sitios eran abandonados los residuos sin separación o tratamiento alguno. En muchas ocasiones estaban situados junto a un cuerpo de agua, zonas naturales etc., Esta práctica se mantuvo por mucho tiempo, ocasionó contaminación del ambiente, aire y suelo, deteriorándose éste por la formación de gases y líquidos, lixiviados, quemas y humos, polvos, olores nauseabundos dando origen y hábitat de fauna nociva trasmisora de múltiples enfermedades.

Anterior a la época de la Revolución mexicana las principales actividades productivas eran la agricultura y la minería. Con el paso del tiempo se fueron sucediendo los avances, tecnológicos y la diversificación de las actividades productivas que, implicó pasar a una etapa de residuos de una escala variada, tanto de actividades económicas, ya sea en el ámbito rural y urbano; que terminaban colocados en muchas ocasiones en tiraderos de basura a cielo abierto y en muchos casos se buscaban áreas desérticas alejadas de los asentamientos humanos para ser abandonados y depositar ahí los residuos, sin ningún control.

Con el crecimiento poblacional del país y con la transformación productiva, gracias a la industrialización se requirieron altos consumos de energía así como de

materias primas y recursos hídricos, para abastecer las necesidades de vida para esa población, por tanto correspondió en una mayor magnitud de volumen y composición de los residuos sólidos.

Actualmente la sociedad con su estilo de vida requiere de materias primas y energía, para tener un bienestar. Ocurren por ello modificaciones al medio ambiente, pues estas poblaciones son generadoras de residuos sólidos. El relleno sanitario en la actualidad es una instalación diseñada y operada con principios de ingeniería, para depositar los residuos sólidos urbanos en un área del suelo, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen cuenta con elementos de control para los líquidos y gases producidos, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. Se coloca una geomembrana de polietileno de alta densidad que, sirve como impermeabilizante para evitar la filtración de lixiviados a los mantos acuíferos, ya que los lixiviados son líquidos altamente contaminantes derivados de la circulación del agua (de lluvia) en los residuos sólidos y también de algunos líquidos contenidos en los mismos. Con este tipo de tratamiento se busca disminuir los contaminantes atmosféricos para que sea una práctica sustentable y no represente peligro para la salud. Esto representa seguridad para los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que, sobreviven en condiciones infrahumanas, alrededor de los residuos sólidos, el éxito de esta infraestructura reside en la adecuada selección del sitio en su diseño, sin olvidar su óptima operación y control.

Como expresa Rosales (2010) (...) “la puesta en marcha de un relleno sanitario representa un proyecto complejo que implica cumplir con aspectos jurídicos, económicos, ambientales y sociales” (p.27).

Si bien los sitios de disposición final, como se ha planteado, juegan un papel importante en el destino final de los residuos sólidos urbanos, su primer paso implica la selección del sitio idóneo para su construcción, contando con una visión social y económica del proyecto; pues su implementación radica en prevenir la contaminación del suelo, así como de las alteraciones del mismo pueda sufrir y que

perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, sin dejar de lado que se puede disminuir el impacto de los gases de efecto invernadero y reducir la contaminación de la atmósfera, la cual sino conlleva a problemáticas como el efecto invernadero y el deterioro de la capa de ozono, sumando afectaciones a la salud humana y a los recursos naturales

Con la realización de este tipo de proyectos, se permite accionar a los Gobiernos locales y federales, para el aprovechamiento de forma sustentable y que el impacto sea menor en el equilibrio de los ecosistemas, sin dejar de lado la importancia de la intervención de la ciudadanía en las prácticas de separación y recuperación de los residuos en el punto de origen. Pues, si bien fomentando programas de educación ambiental se puede hacer un cambio de actitud en los individuos, propagando un cambio de conciencia, orientada a la protección del medio ambiente y no sólo se conformen con el cubrimiento de los costos de servicio de aseo urbano, sino apostar a una vivencia comunitaria, con el fin de preservan los ecosistemas en que habitamos para las generaciones venideras.

2.6.1 Tipos de rellenos sanitarios.

Se pueden distinguir dos tipos: el mecanizado, semimecanizado y el manual.

Relleno Sanitario mecanizado

Es aquel diseñado para las grandes ciudades que, generan más de 40 toneladas diarias de residuos sólidos; Es un proyecto de grandes dimensiones, relacionado con la cantidad y tipos de residuos que va a recibir, pues se requiere de equipo especializado como retroexcavadora, cargador, volquete, tractor de oruga etc. Para el diseño y la ejecución y control de operaciones del relleno, por lo complejo de este proyecto se requiere de grandes inversiones económicas para los gastos de operación y mantenimiento de este sitio

Relleno sanitario semimecanizado.

Con esta infraestructura construida, se puede recibir entre 16 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos, se prioriza el trabajo manual para la compactación de los residuos pero no se descarta la utilización de maquinaria pesada para operar este relleno.

Relleno sanitario Manual

Es una adaptación de la concepción del relleno sanitario diseñado para confinar los residuos sólidos urbanos de pequeñas poblaciones que, por su cantidad y tipo de residuos producen, menos de 15 toneladas al día; por los requerimientos económicos, no está en la capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

La expresión manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser realizado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

El uso futuro de un relleno sanitario al saturarse es el de convertirse en áreas verdes destinadas a la recreación. Una vez clausurado, se presta para desarrollar programas de recuperación paisajística y social como un parque, un campo deportivo o una zona verde.

La ubicación de este tipo de instalaciones con respecto a los centros de población, así como el ordenamiento ecológico del territorio y los estudios relacionados que tendrán que cumplir para prevenir la afectación a la salud y al ambiente, se encuentran especificados en la obligaciones que establece la LGPGIR.

Ante tal magnitud de proyectos los gobiernos locales y regionales han introducido una serie de legislaciones para regular el manejo de los residuos sólidos urbanos, si bien es cierto que las autoridades competentes promueven las soluciones sustentables, los objetivos de política ambiental es buscar apoyos financieros internacionales para crear la infraestructura de los rellenos sanitarios.

2.6.2 Los principales problemas ocasionados en los sitios de disposición final.

Entre las dificultades que provocan los sitios de disposición final como señala

Cortinas (2001) derivados de una mala operación se encuentran:

- Bloqueo de coladeras y drenajes, que derivan en inundaciones en época de lluvias.
- Bloqueo de corrientes de agua su acumulación provoca que los ríos se desborden.
- Deterioro de Lugares de recreación, al dejar tirados los residuos sólidos en esas áreas van generando fauna nociva y obstaculizan la función de esa área.
- Afectación del paisaje, al verter los residuos sólidos en los espacios de la naturaleza los van deteriorando de forma gradual.
- Contaminación de acuíferos al verter los residuos en zonas de recarga, las cuales por la lluvia ocasionan que las sustancias se infiltren en el subsuelo hasta llegar al agua subterránea alterando su pureza.
- Contaminación de cuerpos de agua de consumo un ejemplo es el caso de los plaguicidas y fertilizantes que son utilizados en los campos agrícolas originando mayor vulnerabilidad en el campo.
- Salinización de suelos se refiere principalmente a los residuos de actividades como la minería la extracción de petróleo, también la curtiduría entre otras actividades cuyas sustancias contaminan el entorno territorial en donde se encuentran.
- Proliferación de fauna nociva y generación de malos olores, cuando los residuos sólidos orgánicos son esparcidos en cualquier espacio suelen atraer a la fauna nociva como cucarachas, moscas y ratas las cuales son vectores de enfermedades contagiosas, además que al descomponerse dichos residuos generan malos olores
- Emisiones contaminantes del aire con la descomposición de los residuos sólidos orgánicos se van produciendo por consecuencia gases como el metano u otros volátiles y líquidos o suspensiones (lixiviados) que por el arrastre del viento interfieren en la oxigenación y paso de rayos solares asociado con el efecto invernadero que provoca el calentamiento global del planeta. (p. 32-33)

2.7 La valorización energética del biogás en los sitios de disposición final.

Con la formulación de las distintas normas oficiales mexicanas en materia ambiental, guarda un especial apartado la consideración de instrumentos económicos, con base a disposiciones legales para que las personas asuman los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas.

No sólo de forma recaudatoria, sino utilizando instrumentos financieros que deriven en financiamientos de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente. Bajo este esquema, la legislación mexicana busca que el manejo de los residuos sólidos sea ambientalmente efectivo, económicamente viable y socialmente aceptable. Como se muestra la figura, hay un panorama de legislación que divide los productos en los que se puedan aprovechar y los que no.

Figura 2.3 Visión de la legislación de la gestión y manejo integral, ambientalmente adecuados, de los residuos valorizables y de los que no se pueden aprovechar

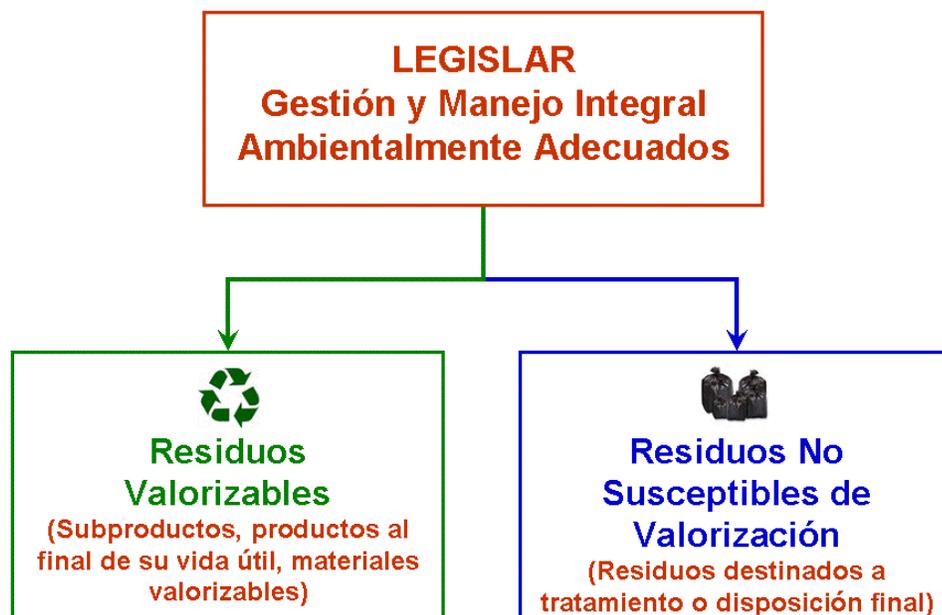


Figura 2.3 tomada de Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos (2006, p.133)

En esta dirección la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA) considera: **Aprovechamiento de los residuos** como el conjunto de

acciones para recuperar el valor económico de los residuos por medio de su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía.

En cuanto a la valorización lo distingue como principio y la combinación de acciones, cuyo propósito es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, ya sea por su reincorporación en procesos productivos, con criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

Lo anterior señala, que si el propietario del residuo (material o producto) cede o transfiere la propiedad de su residuo de forma habitual al servicio urbano de limpia, cuya recolección gratuita permite que se haga la **Transferencia de la propiedad de los residuos**, se traslada la responsabilidad de su manejo ambientalmente adecuado a las autoridades correspondientes, el cual se ocupará de su venta a través de comercializadores o recicladores, o bien si en mismo propietario desea valorizarlo, le implicara separar y acopiar los materiales valorizables, en cuyo caso requerirá un trabajo adicional de limpia para obtener cierta calidad de los materiales reutilizables para su respectiva venta.

En otros casos, los servicios de limpia son concesionados a la iniciativa privada, en cuyo caso estos requerirán de un pago en dinero para ofrecer como contraprestación y así obtendrán la forma de adquirir la propiedad de los residuos reciclables y poder aprovecharlos en su reciclado, co-procesamiento energético, compostaje u otra índole según corresponda comercializarlos por su cuenta.

En la Ley General, también se considera al volumen de generación de residuos urbanos para determinar la obligación económica de su tratamiento, pues se consideran a los que generan más de 10 toneladas al día (el equivalente a 27.3 kilogramos por día) como residuos de manejo especial, cuya responsabilidad en su observancia recaen en las entidades federativas.

Se debe mencionar como antecedente histórico la intervención de grupos sociales marginados, llamados pepenadores. Por su situación de extrema pobreza para

subsistir, obtuvieron provecho de los residuos segregándolos con fines de recuperación, considerados como “valorizables” para obtener recursos económicos de esta actividad, por desgracia sin emplear normas de seguridad las cuales dicha injerencia ha tenido como consecuencia el riesgo de su salud.

A partir del cambio de visión de ver a los residuos sólidos como algo perjudicial para el medio ambiente y la salud, se ha pasado a un adecuado manejo, trazando un camino de cambio de prácticas anteriores como en su quema o tiradero a caminos desérticos, ahora se ha enfocado a ver las oportunidades de negocio en su recuperación, como en la reutilización de los materiales partir de los residuos sólidos. Ahora es una fuente de empleos, a partir de la valorización de estos materiales, aunado a la generación de valor calorífico que, permita sustituir los combustibles comunes y así obtener energía

Como menciona Rosales, (2010)

(...) por la gran cantidad de residuos sólidos que varias ciudades de Estados Unidos presentaban desde los años cuarenta del siglo XX, se fueron creando proyectos de captura, transformación y aprovechamiento del gas metano para producir energía eléctrica de los rellenos sanitarios (p. 37).

Bajo esta experiencia de las ciudades estadounidenses, se fue propagando este tipo de prácticas en varias ciudades del mundo, para dar paso a aprovechar los materiales reusables o reciclables contenidos en los mismos o su poder calorífico mediante procesos ambientalmente adecuados.

Para Cortinas (2003), cuando un material recuperado de los residuos sólidos tiene valor en el mercado se convierte en detonador de una serie de actividades productivas, que concluye con la producción de materiales secundarios, a partir de los residuos sólidos, sirviendo como insumos para otros procesos productivos que cierran el ciclo de su aprovechamiento.

Hay valor comercial de algunos productos de amplio consumo para la industria, como lo son las llantas, acumuladores, vehículos, equipos eléctricos, envases, plásticos, aceites, lubricantes y residuos de actividades agrícolas, avícolas, ganaderas, pesqueras, silvícolas, o forestales incluso de actividades de la

construcción, mantenimiento y demolición entre otras. El principal punto positivo en esta valorización de los residuos sólidos radica en que es fuente generadora de empleos y por tanto de ingresos para las familias. El manejo de los residuos sólidos en el país puede ser sustentable y así las autoridades locales podrían impulsar este tipo de programas que tienen beneficios económicos, pues permitirán disminuir las desigualdades sociales para este sector de la población que se ocupa de la separación de los residuos sólidos, dejando esas prácticas informales en su recuperación, esas acciones emprendidas permitiría un desarrollo incluyente y equitativo en sus formas de vida. Se ha citado anteriormente que el confinamiento en un relleno sanitario de los residuos sólidos urbanos es el lugar adecuado para su término de los mismos, pero previamente debieron pasar por una valorización de los materiales para que su número se reduzca al llegar al relleno sanitario.

México, en réplica a la urgencia de tomar acciones concretas para combatir el cambio climático global, se ha suscrito al Protocolo de Kyoto el cual comprende ejercer un “Mecanismo de Desarrollo Limpio” (MDL); esto es en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, adquiriendo reducciones certificadas de emisiones de proyectos que fomenten el uso de medidas sustentables en países en desarrollo. Es decir, la posibilidad de recibir recursos financieros para quienes realicen obras o actividades que reduzcan las emisiones de estos gases, como el metano producido por la descomposición de residuos orgánicos como más adelante se analizará en el capítulo 3. En virtud de una creciente dependencia al consumo de combustibles fósiles en las actividades industriales y de transporte, la adopción de energía renovable permitiría ser una opción sustentable y disminuiría la extracción y explotación de los recursos no renovables que ha provocado efectos negativos e irreversibles sobre los ecosistemas del mundo.

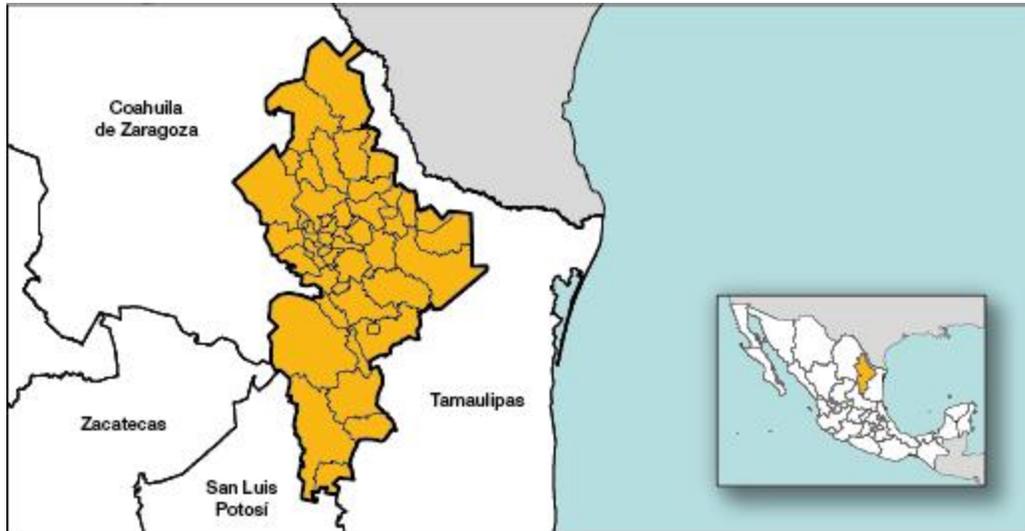
Por ello se requiere que exista una adecuada gestión de los residuos sólidos en México, estableciendo procedimientos de vigilancia permanente y a largo plazo en la aplicaciones de políticas e instrumentos tanto para el sector público como el privado, destinando los recurso económicos necesarios para cumplir con metas de sustentabilidad, y se obtenga con ello la disminución de riesgo a la salud y al medio

ambiente. Fomentar una conciencia de protección ambiental dirigida a los diversos sectores de la población para el manejo sustentable de los residuos.

CAPITULO III Caso de estudio: El aprovechamiento económico y energético en el relleno sanitario de Salinas victoria.

3.1 Aspectos geográficos y estadísticos de Nuevo León

Mapa La entidad de Nuevo León



Mapa tomado de <https://www.inegi.org.mx/componentes/biinegi/img/map/19.jpg>

En el capítulo anterior se trató del marco legal necesario para el aprovechamiento energético del biogás generado a partir de los residuos sólidos. El propósito de este apartado es visualizar que una sustitución paulatina de los combustibles fósiles es posible, en la construcción de una vida cotidiana sin impactos negativos al medio ambiente, sobre todo permitirá la permanencia de la vida en la Tierra, pues esta transición hacia uso de energías renovables por parte de los gobiernos permitirá reducir los efectos del cambio climático y para que se realice esta transición energética hacia la utilización de energías renovables así como su ahorro y consumo eficiente, el estudio de caso de Salinas Victoria abre en esta perspectiva la posibilidad de aprovechar la gran abundancia de recursos energéticos renovables que existen en México.

Para ello se comenzará por entender la severidad de las repercusiones ambientales que generan las actividades económicas así también se presentarán los aspectos geográficos y económicos de forma general de la entidad de Nuevo León; como condiciones determinantes que permitirán la realización de esta infraestructura, en tanto para comprender la elección del territorio el cual se instalará el relleno sanitario, sobre el cual está vinculado con aspectos importantes como la ubicación geográfica, el modelo agroindustrial y la urbanización, en donde se encuentran los municipios muy de cerca de la zona metropolitana de Monterrey. Ahí sobresalen las principales empresas regiomontanas que tienen presencia a nivel nacional e internacional, generando un alto valor de desarrollo económico para la entidad, pero que tiene un fuerte impacto negativo de degradación de los ecosistemas, en lo que respecta a la concepción del relleno sanitario se presentará los antecedentes históricos, además de las políticas gubernamentales necesarias para la realización de esta obra tecnológica, bajo el esquema público y privado, y para analizar su viabilidad económica del aprovechamiento del biogás y la venta de bonos de carbono en el mercado internacional, así como los principales efectos adversos que ha ocasionado esta obra de ingeniería en la naturaleza y en la sociedad.

Según datos de INEGI el estado de Nuevo León se sitúa en la parte nororiental del país, entre los 98° 17' y 101° 07' de longitud oeste, y los 23° 6' y 27° 50' de latitud norte. Su forma es irregular y se extiende más sobre su eje norte-sur (excede los 500 km.), en sentido este-oeste. Su superficie abarca 64 081.94 km.

Limita al norte con el estado de Coahuila, los Estados Unidos de América (en la angosta zona fronteriza de Colombia) y el estado de Tamaulipas. Hacia el poniente limita con Coahuila, San Luis Potosí y con Zacatecas (en el vértice de los límites de los cuatro estados). Al sur colinda con San Luis Potosí y Tamaulipas, con el que también comparte todo su límite oriental

El estado abarca tres de las grandes regiones naturales –o provincias fisiográficas- del país:

La Sierra Madre Oriental, que domina todo el panorama occidental y meridional del estado y cuyas sierras alargadas de calizas, se alternan con valles amplios y

bolsones, o elevándose como gran cordillera de cumbres muy abruptas, separan - en sentido noroeste-sureste las tierras altas del suroeste neolonés de las extensas llanuras de llamado plano inclinado. La máxima elevación es el Cerro el Potosí con una altura 3 713 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) los principales ríos de la entidad son:

San Juan (tributario del Bravo), Salado (tributario del Bravo) y Conchos., además contiene 3 presas: El Cuchillo, Lic. José López Portillo (Cerro Prieto) y Rodrigo Gómez (La Boca).

Cuenta con 51 municipios, la ciudad capital es Monterrey. En Nuevo León predominan los climas semiáridos y extremos teniendo la temperatura media anual de 20° C, la precipitación promedio anual es de 650 mm. Con lluvias que se presentan sobre todo durante verano; el área metropolitana de Monterrey se conforma de 9 municipios:

Monterrey, San Nicolás de los Garza, Apodaca, General Escobedo, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Cd. Guadalupe, García y Cd. Benito Juárez, como parte de los 51 municipios que conforman el estado.

Continuando con los datos proporcionados por el INEGI el Estado de Nuevo León, contaba con una población total (quinquenal) en el 2015 de 5,131,938 personas , en cuanto a sus indicadores económicos, para el año 2017 el Productor Interno Bruto corrientes (anual) fue de 1,559,139 (millones de pesos a precios corrientes), para el mismo año su exportación de mercancías (minerías e industrias manufactureras anual) fue de 35,289 ,203 (miles de dólares), mientras que su tasa de ocupación en el cuarto trimestre del 2018 era de 3.52%

Su densidad poblacional son 79.8 habitantes por kilómetro cuadrado, en tanto que 61 de cada 100 personas forman la población económicamente activa en la entidad en el 2015 64% de las personas ocupadas trabajan en el comercio y los servicios; 34%, en la industria; y 2%, en la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza.

Nuevo León se caracteriza por su alta industrialización entre sus principales actividades son: la industria manufacturera, contando con un personal ocupado en enero del 2019 es de 332,557 personas mientras que en las empresas constructoras el personal ocupado es de 69, 282, económicamente aporta casi el 8% del PIB nacional, se le considera la ciudad más competitiva según los datos del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) en su índice de competitividad urbana del año 2012.

Las actividades manufactureras son las más importantes por su contribución a la economía del estado que en 2014 representó 24.84% del PIB de la entidad y a nivel nacional era su aporte del 7.27%, sus principales actividades son:

- Refinación de petróleo con 144 945 millones de pesos.
- Fabricación de camiones y tracto camiones con 68 613 millones de pesos.
- Fabricación de otros productos de hierro y acero con 54 928 millones de pesos.

Además de su actividad industrial y comercial cuenta con la refinería de petróleo más grande del país en Cadereyta Jiménez, donde se obtiene toda gama de productos derivados del petróleo como lubricantes y petroquímicos ya que 16 de cada 100 pesos por el desarrollo de esta actividad (934 mil millones de pesos a nivel nacional) corresponden a esta entidad.

Con datos obtenidos del Gobierno de Nuevo León, las principales empresas nacionales regiomontanas son: Alfa (petroquímica, alimentos, telecomunicaciones, autopartes); Banorte (banca); Cemex (cemento); Cydsa (químicos y plásticos); Deacero (acero); Femsa (bebidas y comercio); Imsa (metalmecánica, autopartes); Maseca (alimentos); Multimedios (medios de comunicación); Proeza (autopartes, alimentos, software); Protexa (construcción, petroquímica, turismo); Pulsar (biotecnología, servicios financieros); Quimmco (metalmecánica y autopartes); Softek (software); Soriana (comercio) Villacero (acero); Vitro (vidrio); Xignux (productos eléctricos, autopartes, alimentos).

El gobierno de Nuevo León es el que define la conformación de la zona metropolitana de Monterrey (ZMM) e incluyó en 2013, además de los nueve municipios que la conformaban, a Cadereyta Jiménez y a Santiago y de los municipios periféricos en el que se encuentra Salinas Victoria

Salinas Victoria está ubicado en la región del centro del estado de Nuevo León, encontrándose localizado al noroeste de la capital Monterrey, entre los paralelos 25 y 58´ y latitud norte 100° 18´, tiene una extensión territorial de 1,658.08 kilómetros cuadrados; colinda con 11 municipios, al norte con Villaldama y Sabinas Hidalgo; al sur con General Escobedo y Apodaca; al este con Higueras, Ciénega de Flores y General Zuazua y al oeste con Mina, Hidalgo, Abasolo y el Carmen.

Tiene las sierras de Minas Viejas, cerros de El Espía, Milpillas, de En medio y sierra de Gomas., en lo que respecta a su hidrografía cuenta con dos ríos principales, El Salinas y El Pesquería, las tierras en su mayoría son salitrosas, otras son consideradas propias de la minería como el azufre, fosforita y cal; en lo que respecta al uso del suelo están dedicadas a la ganadería y en su minoría a la agricultura.

Con base al Censo de Población y Vivienda en el año 2000 Salinas Victoria contaba con una población de 19,024 habitantes para el 2010 fueron 32,660 habitantes, respecto a las viviendas en esos años existían 113,773 incrementándose a 115,413, este crecimiento urbano es en gran medida resultado de la centralización de las actividades productivas ocupando mayores superficies de tierra y recursos de la zona, cuyos impactos al medio ambiente abarcan la alteración del medio biótico, la edafología, hidrología y geomorfología.

Para Sousa (2010) el río Santa Catarina fungió durante un amplio periodo, como un elemento que delimitaba y designaba precisamente una condición humana de marginación, por ello en el área metropolitana de Monterrey conviven zonas marginadas, zonas residenciales y otras zonas.

Si bien la relación directa evidente de la energía, que es necesaria para realizar estas actividades inherentes al bienestar de la sociedad; está en relación directa con las necesidades del crecimiento poblacional, el desarrollo económico y los

avances tecnológicos por ello en materia de generación de electricidad a partir de los combustibles fósiles como el carbón, gas natural y el petróleo ha representado impactos ambientales severos como ha sido la deforestación, la sobreexplotación del agua, la contaminación del medio ambiente, la extinción de especies y el cambio climático, así el proponer la producción la energía del país a partir de fuentes renovables, en este caso a partir del biogás, permitiría no depender de la energía fósil y prever los riesgos de su desabasto y escasez en el futuro y optar por un consumo energético más barato y disponer de aquellas que se encuentran en construcción como las energías solar, eólica y geotérmica

Esta utilización de energía fósil por mucho tiempo, ha impulsado una explotación de recursos naturales y ecosistemas a un ritmo constante de crecimiento, en este sentido como indica Ferrari (2012) “Todo crecimiento de la economía global depende también, de manera casi lineal, de un incremento en la demanda de petróleo.(p.20)”. Sin embargo entramos en la paradoja de que el petróleo, gas y carbón son finitos, de tal forma, que se requiere de fuentes alternas, para el caso de la producción de petróleo en México cuyo mayor auge fue gracias al descubrimiento el campo de Cantarell en la sonda de Campeche, ello dio inicio en 1979 fue un campo con características únicas en cuanto a cantidad de petróleo y permeabilidad llegando a ser el segundo campo del mundo por producción diaria después de Ghawar en Arabia Saudita. Pero que más tarde debido a su explotación intensa empezó a declinar en los años noventa, en la actualidad la baja producción acompañada en la disminución de las exportaciones del mismo ha incidido en importar cerca del 40% de la gasolina que se consume en el territorio es de los Estados Unidos, sin dejar de lado que el bióxido de carbono es la principal fuente de gases de efectos invernadero como se ha mencionado, resultado del uso intensivo de los hidrocarburos. Ante este, panorama nuestro país requiere de medidas que posibiliten sustituir a los combustibles fósiles por fuentes alternativas de energías renovables y limpias para hacer frente al agotamiento de los yacimientos de combustibles fósiles.

Estas energías renovables (ER) que son aquellas que por su cantidad se consideran inagotables y su propio consumo no afecta al medio ambiente, como la energía solar, la eólica, la biomasa, la geotérmica, las mini, micros y aquellas centrales hidroeléctrica y la oceánica que representan una solución al problema energético.

Como señala Ferrari & Estrada (2012) "México ha adoptado un estilo de vida similar al de Estados Unidos, se ha impulsado el transporte basado en el petróleo (carreteras) en lugar del sustentado en electricidad (trenes), el transporte privado en lugar del público y el uso de vehículos con alto consumo de gasolina (SUV) en lugar de vehículos ahorradores(utilitarios)"(p. 38). Esta conexión entre políticas energéticas y cambio climático evidencia la necesidad de cambios en el desarrollo de tecnologías que propaguen la utilización de energías renovables, así como cambios en los patrones de consumo de gasolina en el transporte individual ya que el escenario presente es que la búsqueda del petróleo se torna cada vez más difícil y de forma más cara, en este sentido es promover un consumo energético responsable, limpio y sustentable accesible a los hogares.

En el plano gubernamental se destaca el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el cual señala que uno de los ejes centrales de las políticas públicas es el desarrollo sustentable impulsando tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales. Esto no significa que el cambio sea fácil, pues los recursos provenientes del petróleo han sido el motor principal de los programas sociales, el sostenimiento de institucionales nacionales y de infraestructura del país. La transición energética permitirá dejar de depender del petróleo, aunque implique modificar la balanza comercial, la generación de empleos y el desarrollo de la industria de transformación para iniciar todo un cambio estructural en la economía nacional. Si bien lograr estos cambios se requiere de una utilización racional de las energías y beneficiarse de las fuentes alternas renovables, a partir del aprovechamiento de recursos disponibles en gran cantidad, entre ellos están los desechos de bosques, selvas, cultivos agrícolas, de criaderos de animales y de los desechos urbanos en la generación de electricidad.

Como se mencionó anteriormente con la declinación de la producción de petróleo y sus reservas internacionales, en consecuencia se necesita la sustitución de combustibles fósiles por otro tipo de energías que permitan la conservación del medio ambiente para un desarrollo sustentable.

Esto se puede lograr con energías renovables que son las siguientes: la energía eólica, la energía hidráulica, la energía geotérmica, la energía solar, la energía de la biomasa y las energías oceánicas, que son consideradas renovables que por su cantidad en relación con los consumos que los seres humanos puedan hacer de ellas, son inagotables y su consumo no afecta al medio ambiente.

En este trabajo se centra la energía de la biomasa para la generación de electricidad o de calor/frío utilizando el biogás generado en los rellenos sanitarios donde son depositados los residuos sólidos urbanos, para su instalación exige de estudios específicos como se abordará más adelante.

3.2 La gestión de los residuos sólidos urbanos en Nuevo León

El Gobierno de Nuevo León, tiene como estrategia para resolver los problemas ambientales y en materia de los residuos sólidos, a través el modelo de gestión integral de los residuos sólidos urbanos, que en el capítulo anterior hemos descrito. Es una herramienta para los gobiernos en cuestión, de jerarquizar las diversas etapas, dándoles la importancia por igual a cada una de ellas y con la facilidad que se puedan adaptar a las localidades. Se optimizan los recursos técnicos, económicos, administrativos y naturales que, entre sus, objetivos, representa un manejo adecuado y ambiental de los residuos sólidos urbanos. Disminuir la emisión de gases contaminantes, promover energías alternativas, así como promover la participación de los actores de la sociedad en cuestiones ambientales. Además

como señala Rosales (2010) “es un instrumento primario para construir una sustentabilidad en los espacios urbanos” (p.13).

Sin dejar de lado las metas normativas de cumplir con la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, El Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León. Los principales objetivos para adoptar el modelo GIRES son: prevenir y minimizar la cantidad de residuos sólidos mediante la reutilización, reciclaje, compostaje, valorización y recuperación energética y así minimizar el impacto ambiental, social y económico producido por los residuos minimizar los impactos del cambio climático.

Nuevo León concentra la población mayormente en su área metropolitana, ya que como señala Sousa (2010) “el espacio urbano representa la principal forma de concentración demográfica y económica en las ciudades de México” (p.19); en esta entidad no es la excepción ya que, deriva a su vez en la generación de residuos con características muy variadas, con la demanda correspondiente de servicios de recolección y tratamiento y así disminuir los efectos del cambio climático.

En el área metropolitana, donde hay mayor demanda de servicios públicos, es el lugar donde se centraliza los factores de crecimiento socioeconómico de la mayor parte de la población de la entidad y por las respectivas actividades que realizan en infraestructuras como hogares, oficinas, comercios, industrias, servicios etc., se consumen diariamente grandes cantidades de energía, materias primas y alimentos. Ello repercute de manera sustancial directa sobre la cantidad de residuos sólidos urbanos generados en la urbe. Éstas grandes cantidades de residuos sólidos urbanos atribuibles a lo anterior requieren de una recolección, transporte, acopio – transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

Según datos del INEGI la cantidad promedio diaria de residuos urbanos recolectados en 2014 fue de 4, 037, 198; en ese mismo año el número de municipios y delegaciones que contaba con servicios de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos era de 50.

Tabla 3.1 Composición de los Residuos Sólidos Urbanos en el Estado de Nuevo León

Residuos sólidos urbanos														
Municipios y delegaciones con tratamiento a residuos inorgánicos según cantidad de materiales recuperados por entidad federativa, 2012.														
(Número de municipios, delegaciones y kilogramos)														
Entidad federativa	Municipios con tratamiento de residuos sólidos urbanos	Número de municipios que envían residuos a una planta de tratamiento a	Cantidad de residuos inorgánicos enviados a tratamiento (Kg)	Tipo de material recuperado (Kg)										
				Total recuperado	Papel	PET	Aluminio	Fierro	Cobre	Vidrio	Electrónicos	Plástico	Materia orgánica	Otro
Estados Unidos Mexicanos	117	36	6,083,199	382,298	140,814	60,086	1,581	40,664	15,057	41,173	1,931	30,303	40,000	10,689
Nuevo León	11	11	1,000,000	267,172	102,454	57,324	1,302	34,470	1,506	39,870	846	19,146	0	10,254

^a El servicio de tratamiento se refiere a los municipios y delegaciones que declararon enviar al menos una fracción de los residuos sólidos urbanos recolectados a un sitio de tratamiento, donde reciben uno o más procesos para facilitar su valorización y reducción de volumen, entre otros.

^b En estas entidades, los siguientes municipios no proporcionaron información: Chamula, Chiapas; Tezoyuca y Tultepec, México; Boca del Río y Yanga, Veracruz de Ignacio de la Llave.

^c La información referente a tratamiento y disposición final fue proporcionada por la Dirección General de Servicios Urbanos del Gobierno del Distrito Federal.

NA No aplicable.
 ND No disponible.

Fuente: INEGI. Residuos Sólidos Urbanos. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2013. Tabulados básicos.

Fuente INEGI <https://www.inegi.org.mx/temas/residuos/default.html#Tabulados>

Acabamos de observar la etapa inicial del proceso del manejo de los residuos, que comienza con la generación. En la anterior tabla 3.1 se muestra que en el año 2012 la composición de los residuos sólidos en la entidad era de una mayor proporción de papel, seguido de pet y de menor importancia el vidrio.

En cuanto a la cantidad de residuos que se producen en la zona conurbada de Monterrey, que si bien se ha citado, guarda relación directa su incremento con los modelos de consumo y producción de la población, así como del crecimiento de la misma. El hecho es que se producen diariamente cientos de toneladas, ya que actualmente por cada habitante del área metropolitana de Monterrey se genera 1.25 kilogramos de residuos sólidos al día.

Continuemos con la descripción del servicio público; comienza con el barrido que; es la actividad de recolección manual o mecánica de residuo sólidos depositados en la vía pública. Su tipo es muy diverso desde polvo, estiércol, colilla de cigarros, envolturas, envases de plástico, cartón, pedacería de vidrio, animales muertos etc. Su acumulación depende del número de peatones que circulan, así como de las

condiciones socioeconómicas, pues su aglomeración afecta a la salud pública y puede propiciar la fauna nociva, así también obstruir el alcantarillado-drenaje ocasionando inundaciones pluviales. En el municipio de Monterrey se recogen en las calles mensualmente alrededor de 7 mil a 10 mil toneladas al día; el material más recolectado es el PET y cuenta para la limpieza con 10 aspiradoras para la calle y equipos de presión para el alcantarillado. Se realiza esta tarea por medio de brigadas de personas que trabajan los tres turnos y ellos realizan las actividades de limpieza en las vías de circulación peatonal y de vehículos, así como de mercados, ferias, lugares de esparcimiento parques y ocasionalmente estadios. Continuando con las labores de limpieza el área Metropolitana de Monterrey, cuenta con un servicio de recolección domiciliaria de residuos sólidos, así como el resto de los municipios del estado, se menciona que el servicio es regular, pero le es permitido concesionar el servicio, lo que hacen la mayoría de los municipios. Sin embargo, hay colonias irregulares y otras zonas donde se sirven de un servicio informal de recolección llamado “carretoneros”, que son vehículos de tracción animal los cuales brindan el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos. También merece especial atención los pepenadores que son el sector informal; ellos separan y aprovechan los materiales de los residuos sólidos, para posteriormente comercializarlos sin formar parte de la nómina del municipio, pues es un trabajo que les permite acceder a su sobrevivencia aunque en pésimas condiciones, pues están sujetos a padecer varios tipos de enfermedades.

Esta parte de la recolección es primordial en el sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos, pues su objeto es el de preservar la salud pública, acopiándolos en todos los lugares de su generación, para posteriormente transportarlos al sitio de tratamiento y/o disposición final de forma lo más sanitario posible, eficientemente y con el mínimo costo.

Según el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegaciones del 2017 el estado de Nuevo León contaba con un 92% de recolección y disposición final de residuos, mientras que en el año 2014 recolectó un promedio diario de 4 037 198 kilogramos de residuos sólidos urbanos en toda la entidad, mientras que para

Monterrey su promedio diario fue de 898 670 kilogramos para el año 2015. Dentro del estado por cada 100 viviendas, en 94 entregan sus residuos al servicio municipal de recolección, en tanto que dos la queman, en tres la colocan en un contenedor o de depósito y en el resto se elimina de otra forma.

Evidenciando con datos del mismo Gobierno del Estado de Nuevo León, que por cada 24 de cada 100 viviendas separan los residuos sólidos y del total de viviendas, en 44% la reutiliza para vender o regalar. En ese mismo año, Nuevo León contaba con 398 vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos, la recolección en todo el estado se realiza por medio de una ruta que se hace sobre la acera, casa por casa, en el área metropolitana. La frecuencia de esta recolección es cada tercer día, los mismos vehículos recolectores acuden directamente al sitio de disposición final o alguna de las tres estaciones de transferencia del SIMEPRODE (que más adelante se detallará), ubicadas en San Bernabé, Santa Catarina y Guadalupe; con una capacidad de 500 toneladas por turno en cada una. En el sistema de recolección también participa el servicio concesionado cobrando por el mismo de forma diferenciada, es decir, dependiendo de la zona y el municipio su cobro puede variar. Por referirse a una empresa concesionada, cuentan con vehículos en buen estado físico y mecánico guardando una apariencia correcta, no así los demás municipios que cuentan con ciertas deficiencias y por la antigüedad de los vehículos recolectores prestan un servicio de baja calidad y la tendencia de estos municipios es la quema de sus residuos sólidos urbanos.

Posteriormente se trasladan a Centros de Acopio, que son áreas de propiedad público o privada, donde se almacenan de forma temporal los diferentes tipos de residuos sólidos, con el fin de comercializarlos a nivel local, nacional o internacional para su posterior reciclaje. Estos sitios pueden estar localizados en centros habitacionales, áreas comerciales, centros de servicios o industriales, dependiendo de la población a servir, ya que tienen que contar con equipos de carga, transportadoras, seleccionadoras, compactadoras y hasta trituradoras para facilitar la selección. En este sentido la participación de la ciudadanía es crucial para separarla desde el origen, ya que su clasificación permitirá al servicio público agilizar

la recolección y los procesos de recuperación y disminución de los niveles de residuos sólidos.

Mediante una reducción de los residuos sólidos desde el origen, permitirá separar el componente orgánico del inorgánico a fin de entregarlos de forma diferenciada y así poder minimizar el volumen y además con la posibilidad de reutilizar o reciclar el material orgánico en forma de composta casera, y con ello se podrá recuperar la mayor cantidad de materiales reciclables. Entre ellos están los plásticos, el cartón y el papel, o metales entre otros; con este esquema la intención es identificar los residuos peligrosos como son los aerosoles, productos químicos, pilas, baterías etc. Hay una clasificación universal por colores para identificar los residuos sólidos

- Bolsa verde para los residuos orgánicos
- Bolsa azul o gris para los residuos inorgánicos o reciclables
- Bolsa amarilla o naranja para los no separables

En 2014 según datos del INEGI, el estado de Nuevo León contaba con un municipio que su vez tenía un Centro de acopio que daba algún tipo de retribución a cambio de los materiales entregados. Los municipios hacen el acopio de residuos sólidos a través de las estaciones de transferencia del sistema SIMPRODE, además que la iniciativa privada se suma a estas acciones por medio de acopio en las tiendas de autoservicio que suman 98 en al Área Metropolitana de Monterrey.

Posteriormente a esta fase se procede con el tratamiento de los residuos sólidos urbanos que, se pueden resumir en tres pasos:

1. Reducir y/o Minimizar los residuos sólidos urbanos.
2. Reusar los materiales de forma repetida unas partes de ellos o su totalidad
3. Reciclar significa utilizar los residuos sólidos para utilizarlos como recursos o insumos en la fabricación de productos derivados o totalmente distintos

La composta viene a ser el producto derivado de la degradación de los residuos orgánicos, es un material inodoro, estable y semejante al humus y que permite nutrir a la tierra.

La Incineración es un método que permite quemar los residuos sólidos bajo condiciones controladas, con temperaturas entre 600° y 850° C para oxidar el carbón y el hidrógeno presente en los mismos. En los incineradores debe existir doble cámara además de contar con un filtro y lavador de gases.

La Pirolisis se lleva a cabo a temperaturas entre 400° y 800° C para que los residuos sólidos se transformen en gases, líquidos y cenizas sólidas denominadas “coque” de pirolisis. Una corta exposición a temperaturas altas se le denomina pirolisis rápida y maximiza el producto líquido, si se aplican a temperaturas más bajas, durante períodos de tiempo más largos predominarán las cenizas sólidas.

El tratamiento biológico consiste en una digestión anaerobia seguida de un compostaje en este tratamiento la separación se realiza en dos fases de la digestión anaerobia: primero se realiza una hidrolización en silos de cemento y a continuación una metanización en un reactor sellado herméticamente

Otro tratamiento es el Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) combina la clasificación del tratamiento mecánico y el tratamiento biológico de la parte orgánicos de los residuos sólidos

También existe el Co-procesamiento, que es ingresar los residuos sólidos al horno cementero para su disposición final donde se aprovecha el 100 % de producto de tal forma que es una técnica económicamente viable y ambientalmente aceptable para disponer de residuos peligrosos y especiales

El acopio de los residuos se hacen en la estaciones de transferencia del sistema SIMEPRODE en cada una aproximadamente se reciben 500 toneladas al día, para el año 2014 en el centro de acopio lo que más se recolectaba en orden de importancia era PET con 30 Kilogramos/promedio diario, le sigue papel y cartón con 25 kilogramos/promedio diario y fierro, lámina y acero con 12 kilogramos/promedio

diario; vidrio con 9 kilogramos/promedio diario y por último aluminio con 5 kilogramos/promedio diario.

Para su manejo final el gobierno del Estado de Nuevo León cuenta con un sistema técnico de operación llamado Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE) cuya descripción comentaremos más adelante, en este sistema que se encarga de las disposición final de los residuos sólidos en rellenos sanitarios y cuenta con una planta clasificadora de residuos. Posee 14 rellenos sanitarios regionales y un método de captura de biogás y su conversión en energía eléctrica que opera desde el año 2007.

3.3 El sistema integral para el manejo ecológico y procesamiento de desechos (SIMEPRODE)

El Sistema Integral Para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos, (antes SIMEPRODESO, actualmente SIMEPRODE) es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado De Nuevo León, creado en 1987 con el fin de manejar adecuada, ecológica y responsablemente los desechos de la zona metropolitana y actualmente amplía sus actividades a todo el Estado de Nuevo León.

El SIMEPRODE se encarga del manejo, clasificación y disposición final de los residuos sólidos contando en su planta general de:

- Un Relleno Sanitario Metropolitano
- Tres Estaciones de Transferencia
- Catorce Rellenos Sanitarios Regionales
- Una Planta Clasificadora
- Una Planta Generadora de Bioenergía por Biogás
- Una Planta Trituradora de Llantas

En primera instancia con la creación del SIMPRODE se buscó remediar con el problema de contaminación y de salud pública que derivaba de los tiraderos a cielo abierto que predominaron en algún tiempo en el Área metropolitana de Monterrey, por ello e sus inicios el SIMEPRODE sólo daba servicio al centro de la población de Monterrey.

En su página web <http://www.nl.gob.mx/simeprode> señala que cuenta con los siguientes servicios:

- Captación de llantas de desecho
- Confinamiento de basura – Para municipios
- Confinamiento de basura – Previa autorización
- Confinamiento de basura no peligrosa de hospitales
- Confinamiento de basura, escombros o cárnicos - autorización única de residuos
- Confinamiento de cárnicos
- Confinamiento de residuos industriales no peligrosos
- Destrucciones fiscales
- Programa antigrafiti
- Retiro de escombros y basura – Para municipios
- Venta de llantas de desecho
- Venta de materiales reciclados

Su antecedente es la publicación del Decreto N. 100 del Congreso del Estado, con fecha de 1º de junio de 1987. Con el objeto de mejorar los procesos de disposición final de los desechos sólidos, para el 17 de octubre del año 2000

recibió una modificación por medio del Decreto No. 388 con el fin de ampliar sus servicios de acopio, recolección, transporte, depósito, almacenaje, aprovechamiento, reciclaje, transformación y procesamiento de los desechos sólidos, así como de los subproductos de cualquier municipio de la entidad o de cualquier persona física o moral, ya sea pública o privada. Con este Decreto se autoriza a SIMEPRODE comercializar con los desechos y sus subproductos y derivado de este estatuto se permitió el aprovechamiento del subproducto llamado Biogás. (Periódico Oficial 2005 y 2000).

Con una última modificación por parte del gobierno del estado el 17 de agosto del 2005, a través el Decreto 256, se le autorizó una extensión de sus servicios, lo que posibilitó la creación del **relleno sanitario metropolitano de Salinas Victoria**, Nuevo León, así como también con una planta clasificadora, más la apertura de otro rellenos a lo largo del estado. Y por último el 24 de diciembre del 2010, con la publicación del Decreto No. 135, se modifica la Ley que crea al Organismo con la finalidad de adaptarla a la nueva estructura orgánica del Gobierno del Estado de Nuevo León.

El Gobierno de Nuevo León, a través del SIMEPRODE, cumple con la Norma Oficial Mexicana 083 de la SEMARNAT – 2003, en la construcción de 14 Rellenos Sanitarios Regionales, construidos adecuadamente y con tecnología de punta, contribuyendo a las metas de contribuir la disminución de gases de efecto invernadero al medio ambiente que se generan por la descomposición de los residuos sólidos .Este organismo de carácter estatal tienen funcionando más de 30 años de operación.

Según el portal del Gobierno de Nuevo León para la prestación del servicio tienen que cubrir un costo los municipios para el confinamiento de sus residuos sólidos

-El pago para la Disposición final de los residuos sólidos urbanos en los rellenos regionales, por tonelada + IVA es de \$ 59.89 pesos (Vigencia del 1 de enero al 31 de diciembre del 2017)

-El pago por la Disposición final de residuos sólidos urbanos que depositen en el relleno sanitario de Salinas Victoria, por tonelada es de \$ 80.04 pesos (Vigencia del 1 de enero al 31 de diciembre del 2017)

-El pago por la Disposición de los residuos sólidos urbanos para que depositen sus residuos en la estación de transferencia de Santa Catarina, por tonelada + IVA es de \$ 148.78 pesos (Vigencia del 1 de enero al 31 de diciembre del 2017)

3.4 La gestión de los residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario de Salinas victoria.

Es el primer relleno concesionado y el único que cuenta con una planta clasificadora, en el sitio de disposición final de residuos sólido urbanos metropolitano administrado por SIMEPRODE que sirve al Área Metropolitana de Monterrey. Se encuentra ubicado en carreta a Colombia kilómetro 10.5 en el municipio de Salinas Victoria, Nuevo León, al norte del área metropolitana y del municipio de Escobedo, Nuevo León. Tiene un tamaño de 212 hectáreas, el inicio de sus operaciones fue en el año 1990, es de operación pública y ha atendido a una población de alrededor de 4 millones, el tipo de residuos depositados:

- Domésticos
- Comerciales
- Industriales no Peligrosos

Cuenta con la capacidad para confinar 4,100 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos o 1.5 millones de toneladas al año, al final del 2011 su volumen acumulado era de 25.5 millones toneladas métricas. Se espera que la vida útil de este sitio de disposición final este programado para el 2022.

Su propósito de creación fue mejorar la disposición segura de los residuos sólidos municipales del área metropolitana de Monterrey, como se mencionó el relleno tiene 212 hectáreas de superficie, donde los residuos sólidos son dispuestos en

trincheras de aproximadamente 70 metros de ancho por 400 metros de largo y 7 metros de profundidad, los residuos sólidos son compactados y cubiertos de arcilla.

El relleno sanitario cuenta con las debidas autorizaciones en materia de uso de suelo y para la operación de la planta de cogeneración

- Oficio núm. 0024/H-0.4/96 Expediente No. 1942/95, de Subsecretaría de Desarrollo Regional y Urbano del Gobierno el Estado de Nuevo León, que a través del Fideicomiso Programa de Ordenamiento Urbano se le otorgó la Regularización de Uso de Suelo el 26 de enero de 1996.
- Oficio núm. 051/H-0.1/97 emitido por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Nuevo León, mediante el cual el día 8 de diciembre de 1997 se le otorgó la autorización para disposición final de residuos sólidos industriales no peligrosos en el relleno sanitario.
- Oficio núm. DUOPSV-21/2002 Expediente No. 23/2002 mediante el cual se aprobó el cambio de Uso de Suelo de una porción del terreno de la Planta de Procesamiento de Desechos Sólidos a una planta cogeneradora de energía eléctrica.

Es el primer relleno sanitario en el país que contó con instalaciones para el aprovechamiento de biogás y fue construido por grupo Saret y asociados, es operado por Bioenergía de Nuevo León, S.A. de C.V. (BENLESA. más adelante se explicará).

El relleno sanitario está formado por una trinchera natural o artificial que es preparada mediante compactación, impermeabilización y nivelación, de tal manera que se puedan instalar los sistemas de drenaje, bombeo de lixiviados, extracción y captura de biogás. Una vez depositada la basura, deberá cubrirse con material que permita por un lado, la mayor recuperación posible de biogás, evite su fuga hacia los costados y la atmósfera, así como evitar la entrada de aire y agua de lluvia al relleno.

Figura 3.1 Esquema de un relleno sanitario



Fuente Tomado de Manual Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el D.F.

En la imagen 3.1, se puede visualizar la operación diaria de un relleno sanitario que, en síntesis se colocan los residuos sólidos urbanos, para ser compactados al interior de las celdas y al final del día son cubiertos con alguna capa de suelo de algún material mineral como el tepetate, para aislarlos del aire y de la lluvia. Siguiendo el correspondiente proceso de biodegradación de material orgánico en condiciones anaerobias para que las bacterias produzcan el biogás.

3.5 El proyecto del aprovechamiento del biogás en el relleno sanitario de Salinas Victoria.

El estado de Nuevo León ha puesto especial interés en la promoción y utilización de energía renovables, con el objeto de reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero y como eje de política energética establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, cuyo objetivo 12 es reducir el impacto ambiental de los residuos.

Para atender el problema de la disposición inadecuada de los residuos en nuestro país se requerirá favorecer la valorización de los residuos, así como el diseño y construcción de infraestructura apropiada que permita la recolección, separación, reciclaje y disposición final de éstos. Además será necesario vigilar que se cumpla

la normatividad vigente en las instalaciones y en las operaciones de manejo de residuos.

Un ejemplo es el aprovechamiento de los desechos orgánicos para la producción de biogás y la generación de electricidad, lo cual es especialmente rentable para los municipios. (PND, 2007; 264)

En el marco estatal, su línea se direcciona por el Plan Estatal de Desarrollo 2010, cuya temática sobre “Desarrollo Social y Calidad de Vida” se traza como objetivo la preservación integral del medio ambiente a partir de fomentar proyectos de inversiones verdes y competitivas que permitan el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, la generación de energías alternativas y la valorización del residuo para su aprovechamiento, entre otros. (PED, 2010;78). Y a nivel municipal su obligación esta con el Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009, en el apartado referente a los “Servicios Públicos Oportunos y de Excelencia”, donde plantea como meta reducir los egresos municipales por concepto de consumo de energía eléctrica, aprovechando las fuentes alternas de energías locales o buscando aplicar nuevas tecnologías. (PMD, 2006; 35).

El proyecto surgió para la captura y la destrucción de emisiones de metano del relleno sanitario de Salinas Victoria y fue promovido por la SEDESOL, fue el primer proyecto de generación de electricidad con biogás en un relleno sanitario en México y Latinoamérica, su estimado al principio era de 8 MW y fue inaugurado el 22 de septiembre del 2003.

Al inicio, el gobierno federal a través de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) preparó los estudios económicos, técnicos de las plantas de biogás en rellenos sanitarios, así como los aspectos técnicos, financieros, las barreras institucionales para este tipo de proyectos en países de desarrollo , así como las condiciones para la realización del concurso con apoyo de la SEMARNAT y la Comisión Federal de Electricidad, como modelos para prácticas apropiadas al contexto Latinoamericano (Banco Mundial 2007 t:12)

El Banco Mundial clasificó este proyecto dentro de la Categoría ambiental “B”, e inicialmente se realizó un estudio preliminar ambiental “Conversión de biogás a energía eléctrica (E-400) (Banco Mundial 2000) elaborado en septiembre y publicado en noviembre del 2000. Mientras que el proyecto fue aprobado por el Banco Mundial en diciembre del mismo año (Banco Mundial, 2007:22). Posteriormente, se inició la preparación del concurso del proyecto.

Según un reporte del Banco Mundial, la gestión financiera del proyecto la llevaron a cabo los organismos encargados, asimismo mantuvieron la administración, contabilidad, presentación de informes y auditorías, mientras que el intermediario financiero fue el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras), que supervisó la ejecución del proyecto y los cumplimientos de la gestión financiera.

Este proyecto bajo el auspicio del Banco Mundial que, seleccionó en el año 2000 el relleno sanitario de Salinas Victoria administrado por el SIMEPRODE

Para llevar a cabo el proyecto piloto de generación eléctrica mediante el biogás, generado con bases de licitación diseñadas por el Banco Mundial que demandaban la participación privada para presentar una sólida estructura financiera y llevar a cabo dicha inversión. Por ello lanzó la licitación para buscar un socio estratégico y formar así una empresa conjunta de cogeneración de energía. SIMEPRODE, en agosto del 2001 finaliza el proceso de licitación seleccionando a Bioeléctrica de Nuevo León S.A. de C.V. perteneciente a Sistemas de Energía Internacional S.A. de C.V. para constituir la sociedad de autogeneración.

Es así que se constituye Bioenergía de Nuevo León, S.A. de C.V., (BENLESA). Surgió como un proyecto de asociación estratégica con el SIMEPRODE para el aprovechamiento del biogás, derivado de los residuos sólidos urbanos provenientes del Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

Esta asociación público privada (APP), responsable de la operación de la planta de generación eléctrica, mediante la conversión del biogás generado del relleno sanitario de Salinas Victoria, en el Estado de Nuevo León, fue auspiciada por el

Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) y del Banco Mundial.

Las partes involucradas en la Asociación Público Privada (APP) BENLESA son las siguientes: El Gobierno estatal, a través del SIMEPRODE; la iniciativa privada, Grupo Gentor, a través de Bioeléctrica de Monterrey S.A. de C.V. Los municipios forman parte del proceso de operación, pues fungen como socios de la APP en cuanto a la cogeneración de energía y son los únicos autorizados para adquirir la energía.

El relleno se hizo merecedor de un financiamiento de cinco millones de dólares por parte del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) gestionado a través del Banco Mundial, esta subvención era para cubrir los costos que representa la introducción de una nueva tecnología y ayudar a establecer los marcos legislativos y regulatorios para su ejecución.

El gobierno estatal, a través del SIMPRODE, proporcionó las instalaciones del relleno sanitario para el desarrollo de la infraestructura de la planta de aprovechamiento del biogás

La Planta BENLESA se encuentra localizada dentro del vertedero y se constituye por las oficinas generales y la planta de biogás

En mayo del 2003 inicia sus operaciones la compañía Bionergía de Nuevo León S.A. de C.V. (BENLESA), es una sociedad mixta constituida por SIMEPRODE que tiene el 47 % y SIESA con un 53 % Bioeléctrica de Monterrey S.A. de C.V. (BEMSA) Empresa Subsidiaria del Grupo GENTOR. BENLESA, empresa pionera en el aprovechamiento de biogás para producir energía eléctrica en América Latina. El gobierno posee la infraestructura de los rellenos sanitarios y el actor privado ostenta el capital y la tecnología.

El SIMEPRODE brinda a la empresa de cogeneración la subvención financiera y es propietaria del relleno que proporciona el metano para la Empresa de Cogeneración. Esta sociedad, entre el gobierno y la propiedad privada, está bajo contrato

quinquenal, en donde ésta última se compromete a vender la energía sólo a sus socios por el periodo que dura el contrato

Esta modalidad, en donde se conjuntan el sector público y privado (empresa mixta), en forma de cooperación, asociación y de coparticipación para ofrecer tanto infraestructura como servicios públicos

Según la página del Banco Mundial, el nombre del proyecto fue Methane Gas Capture and Use at a Landfill –Demonstration Project, cuyo número de identificación fue P063463 su fecha de aprobación fue el 15 de mayo del 2001 y la fecha de su cierre fue el 30 de junio del 2006, el organismo ejecutor fue en BANOBRAS y correspondió a la categoría ambiental B

El Banco Mundial proporcionó los recursos monetarios al proyecto, bajo el título Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Este Mecanismo de Desarrollo Limpio se refiere a un procedimiento suscrito en el Protocolo de Kyoto que, en el artículo 12, los gobiernos de los países industrializados y las empresas, pueden financiar proyectos de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En el primer periodo de compromiso (entre 2008-2012), a través de inversiones en proyectos en países en vías de desarrollo, a cambio recibir Certificados de Emisiones Reducidas (CER) aplicables a cumplir con su compromiso de reducción propio.

En lo que se refiere a la operación los municipios no reciben recursos extra de fuentes externas por su iniciativa de energía renovable, pues son los únicos clientes que no reciben recursos adicionales por administrar dicha iniciativa, sólo pagan una tarifa mensual por consumo de electricidad.

El biogás es conducido hacia la central eléctrica, compuesta generalmente por módulos con capacidad de 1 MW, a través de tuberías que son conectadas a sopladores que extraen el biogás de los pozos construidos en el relleno sanitario. Por cada tonelada de residuos sólidos colocada en un relleno sanitario se pueden generar de 150 a 175 kWh, es decir que por cada tonelada de residuos sólidos incinerada se puede generar un promedio de 550 kWh.

Con el biogás existe el potencial estimado de 165 MW, provenientes de los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario.

El proyecto situado en Salinas Victoria, Nuevo León se puso en operación en mayo del 2003, con una capacidad de generación inicial de 7.4 MW, en 2008 se amplió a 12.7 MW, y actualmente se encuentra en proceso de una nueva ampliación a 16.9 MW y se espera llegar a 25 ó 30 MW en los próximos años.

La energía que se produce en esta planta se suministra a los municipios de la zona metropolitana de Monterrey, para uso de alumbrado público, en el Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, para el DIF de Nuevo León, las oficinas de Agua y Drenaje de Monterrey, así como para el Gobierno de Nuevo León. El volumen de biogás extraído en 2008 fue de 7,800 m³/h, en 100 hectáreas del sitio donde se depositaron 15 millones de toneladas de residuos sólidos y se perforaron 465 pozos para la captura del biogás.

Para vender la energía eléctrica generada del relleno sanitario a un gobierno o empresa pública, es necesario cumplir ciertas reglas y trámites ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE), un requisito básico es que la electricidad generada sólo es para autoconsumo.

En este tipo de proyectos que busca reducir la emisión de gases, entre ellos el metano, causante del calentamiento global, se suma a otros instrumentos, como la transacción de bonos de carbono que es un incentivo económico, que consiste en que participen empresas privadas, públicas o mixtas para adquirir bonos en el mercado. La adquisición de un bono de carbono representa el derecho de emitir una tonelada de dióxido de carbono, beneficiando a los participantes que no emiten o disminuyen la emisión y haciendo pagar a los que emiten más de lo permitido.

A continuación se describen las Etapas, en orden cronológico, en cuanto a la construcción de la infraestructura del funcionamiento de la Planta de Benlesa

ETAPAS

La Primera Fase Monterrey I, se planificó para que contara con una capacidad de generación de 7.42 MWh y se ha evitado la emisión de 54,091 toneladas de gas metano, equivalente a 1,136,458 toneladas métricas de bióxido de carbono al producir 270,727 MWh de electricidad dando servicio:

En este primer sistema es una red de captación de biogás sobre un área clausurada de 44 has. En las que se depositaron residuos sólidos municipales no peligrosos de 1991 a 1999, y según el estimado proveerá de biogás para operar la planta al menos 20 años, consta de 160 pozos. Este sistema consta de varias fases o subsistemas: captación, conducción, succión, limpieza y dosificación

La Segunda Fase Monterrey II 5 Motogeneradores

Este segundo sistema consiste en una central de generación eléctrica integrada por 7 motores de combustión interna con capacidad cada uno de 1.06 MW

La Tercera Fase Monterrey III 4 Montogeneradores

Contempla la ampliación de la infraestructura para el uso y captura del biogás para la generación de electricidad en el relleno sanitario y consiste en incrementar la red de captación del biogás en otra sección del relleno sanitario de un área de aproximadamente 40 has. Para la extracción del gas en esta sección se perforaron entre 130 y 160 nuevos pozos. No se requirieron de nuevas infraestructuras, obra consistió básicamente en perforación de pozos, instalaciones de tuberías, cimentaciones, instalación de los motores de combustión interna, instalación de bombas, motores, transformadores, tableros eléctricos y equipos de interconexión e instalación de alumbrado.

Que se traduciría en la reducción en la compra de energía a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) esto es porque el área metropolitana consume mucha energía y la inversión en ella es muy alta.

3.6 El proceso de generación de energía eléctrica a partir de la recuperación del biogás.

La misión de la Planta de Bioenergía de Nuevo León es mitigar las emisiones del biogás, al aprovechar el metano como combustible renovable y alterno en la generación de energía eléctrica, a continuación las referencias científicas.

Datos Técnicos

Ubicación: Municipio de Salinas Victoria, Nuevo León

Combustible: Biogás del Relleno Sanitario (Metano +CO₂)

Tamaño de

La Planta: Número de pozos: 585
Volumen de extracción de biogás: 9,100 m³/hr. Prom.,
Área de extracción: 140 hectáreas
Volumen de residuos sólidos: 19 millones de tons. Aprox.

Capacidad de

Producción: Potencia eléctrica:
7.4 MW en 2003
12.72 MW en 2007
16.96 MW en 2010 estimada
Con la ampliación de la Planta se generarán cerca de 40,000 MWh/año.

Tecnología

Utilizada 16 Motogeneradores GE-Jenbacher JS-320 de 1.06 MW c/u

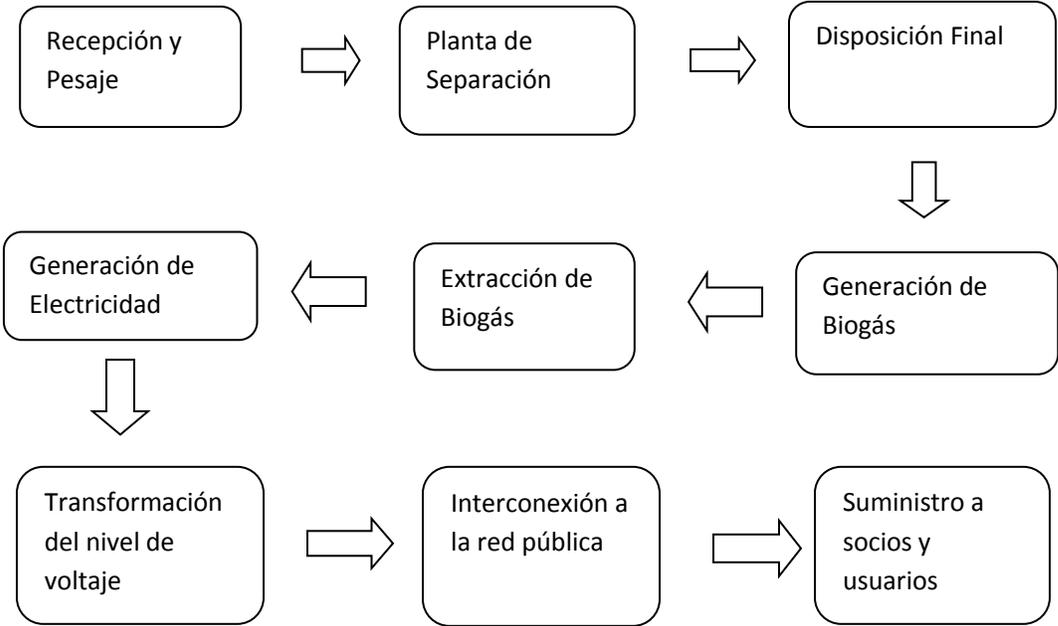
Inversión Fase I, II y III US \$ 24.5 Millones de dólares.

Como se ha mencionado, el objetivo de esta asociación fue la de la realización del proyecto para la reducción de las emisiones de gas metano, generadas en los tiraderos a cielo abierto y que tienen un impacto en el efecto invernadero por medio del aprovechamiento del biogás extraído del relleno sanitario de Salinas Victoria.

Ello con el fin de producir energía eléctrica de fuentes alternativas, en beneficio directo de los gobiernos que conforman el Área Metropolitana de Monterrey, así como de algunos organismos del estado de Nuevo León.

A continuación una breve descripción del diagrama de funcionamiento de la planta:

Diagrama 1 Del proceso para generar energía en la Planta BENLESA



Elaboración propia con datos del SIMEPRODE

La anterior representación esquemática muestra las principales actividades en el confinamiento de residuos comenzando con el ingreso de vehículos que, pueden ser desde convencionales hasta especializados, con mecanismo de compactación que contienen los residuos sólidos. En general la maquinaria de transporte la componen unidades de contenedor, los sistemas de auto cargantes, chasis y camiones de transporte, pasando por basculas dicho transporte para llevar un registro contabilizando el histórico de toneladas que entran a las instalaciones, posteriormente se realiza el proceso de separación en la planta que se encuentra ubicada en dichas instalaciones para recuperar los materiales y después comercializarlos; entonces son depositados los residuos en el predio del vertedero que son cubiertos con una capa de material flexible que aísla la materia orgánica

del oxígeno, luego comienza el proceso de descomposición anaeróbico, esto es que sin la presencia de oxígeno, se genera un tipo de alteración con bacterias metanogénicas, que como parte de su digestión producen gas metano.

Después prosigue la recuperación del biogás por medio del sistema de captación del biogás que incluye los siguientes componentes:

- Pozos de captación,
- Equipamiento de pozos,
- Mecanismos de control de flujos.

Este sistema de conducción consiste en la instalación de una red de tubería de HDPE (tubería de polietileno de alta densidad), que transporta el biogás desde los pozos de captación en el subsuelo, y mediante el ramal central conduce el biogás generado a la zona de motores; de esta forma el sistema de succión permite la extracción segura y limpia del biogás y se lleva a cabo utilizando sopladores centrífugos permitiendo así la generación de electricidad, cabe señalar que cuentan con un sistema de remoción de humedad, a la vez que limpia y elimina partículas del biogás, por lo que el equipo corresponde a controles de estricto aislamiento. La siguiente etapa es que el sistema cuenta con motores con generadores acoplados que se encargan de transformar en electricidad la energía mecánica de los motores, el siguiente paso es que cada motor está conectado a un transformador elevador, en donde las salidas de los cables en media tensión llegarán a un tablero tipo metal clad al cual llegará también la línea de interconexión de red de la CFE (Comisión Federal de Electricidad). Cada motor está provisto de un sistema de sincronización para que facilite la interconexión del generador con la red de CFE, en tanto que en cada máquina existen los transformadores de potencial y de corriente correspondientes interruptores, cuchillas y/o demás equipo de control y protección, además de la medición que solicita la CFE.

De manera que la última etapa finaliza en el suministro a los proveedores así como la venta de excedentes de energía.

Retomando el tema del potencial energético del Biogás, existen básicamente dos procesos de conversión de residuos sólidos urbanos a energía: los de tipo biológico y los de tipo térmico.

El primero se refiere al proceso de descomposición que es efectuado por bacterias, mediante el procedimiento de digestión anaerobia, donde se descomponen de forma natural la parte orgánica de los residuos en ausencia de aire, ello ocurre en los rellenos sanitarios y sitios no controlados, como también en tanques o reactores donde se acelera el proceso anterior, resultando una mezcla de gases conocida como Biogás, cuyo componente principal es el metano (CH_4), también encontrado en el gas natural y el segundo gas de efecto invernadero. Es equivalente a 21 veces el bióxido de carbono, como en cualquier otro gas, algunas de las propiedades del biogás dependen de la presión y temperatura, también son afectadas por el contenido de humedad. Los factores más importantes para caracterizar el biogás son las siguientes:

-Cómo cambia el volumen cuando cambian la presión y la temperatura.

-Cómo cambia el valor calorífico cuando cambian la temperatura, presión y/o contenido.

-Cómo cambia el contenido de vapor de agua cuando cambian la temperatura y/o presión.

El **valor calorífico** del biogás es cerca de 6 kWh por metro cúbico, es decir que un metro cúbico de biogás es equivalente a aproximadamente medio litro de combustible diésel. El biogás producido del relleno sanitario es explosivo e inflamable, si no se evacua de manera adecuada se puede dispersar sin control dentro del propio relleno sanitario e invade también terrenos adyacentes y puede causar incendios y explosiones.

En cuanto a los segundos tratamientos, se refieren a procesos térmicos como la incineración, la pirolisis, la gasificación en arco de plasma, que se caracterizan por la conversión de carbono para liberar energía en forma de calor, que a su vez produce vapor y electricidad en una turbina.

La pirolisis es una etapa intermedia de la incineración, donde se limita la presencia de oxígeno y el mismo carbono, proveniente de los residuos sólidos es convertido a combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, como carbón vegetal, monóxido de carbono, metano e hidrógeno. El alquitrán, en este tratamiento, se ha empleado tradicionalmente para la producción de carbón vegetal, se le conoce como destilación seca de la madera.

En la gasificación se distinguen dos mudanzas, dependiendo de la temperatura de transformación, el primero ocurre a temperatura 500°C y el segundo en arco de plasma, donde el carbono es convertido mediante aire o gas ionizado a temperaturas de 5000°C a 7000°C.

En ambos casos se genera monóxido de carbono, hidrógeno y metano, que pueden ser empleados como combustible para la generación de electricidad en motores de combustión interna y modernamente en celdas de combustible.

El biogás generado en los rellenos sanitarios es una mezcla de gases que, contiene un 50% de metano con un 45% de bióxido de carbono y en menores cantidades: oxígeno, nitrógeno, vapor de agua y ácido sulfhídrico, así como una gran variedad de vestigios de gases, es un poco más liviano que el aire y posee una temperatura de inflamación de alrededor de los 700° C (Diésel 350° C, y propano cerca de los 500° C) La temperatura de la llama alcanza 870° C.

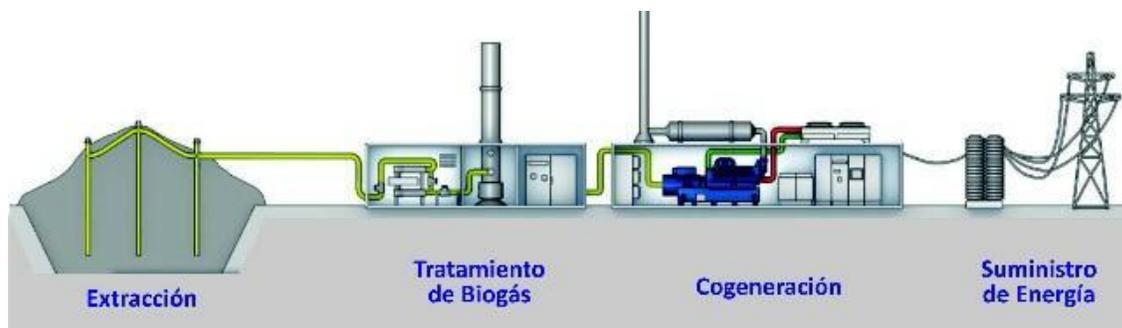
Entre más largo es el tiempo de retención, más alto es el contenido de metano y con esto el poder calorífico. Con tiempos de retención cortos el contenido de metano puede disminuir hasta en un 50%, y con un contenido de metano mucho menor del 50% el biogás deja de ser inflamable.

La forma de aprovechar el gas metano que se produce en el relleno sanitario es la siguiente: los residuos sólidos son cubiertos con una capa de material flexible que aísla la materia orgánica del oxígeno, el proceso de descomposición anaeróbico, es decir sin la presencia de oxígeno, se genera un tipo de descomposición con bacteria metanogénicas que, como parte de los residuos de su digestión, producen gas metano; con el uso de motores de combustión interna, cuyo sistema consiste en

extraer el biogás directamente del relleno, mediante un sistema de tuberías que canaliza el gas. (Primera etapa extracción del biogás)

Técnicamente el sistema de conducción está formado por una red de tubería HDPE que transporta el biogás desde los pozos de captación en el subsuelo, y el remanente central conduce el biogás generado a la zona de motores. De esta forma, el sistema de succión permite la extracción segura y limpia del biogás generado en el relleno y la generación de electricidad se lleva a cabo utilizando sopladores centrífugos. Se cuenta con un sistema de remoción de humedad y otras sustancias indeseables que limpia el biogás, a la vez que elimina las partículas, por lo que el equipo responde a estrictos controles de aislamiento y seguridad. Los motores acoplados se encargan de transformar en electricidad la energía mecánica de los motores que finaliza con el suministro a sus proveedores a fin de tener una combustión limpia y eficiente, como lo muestra la figura 3.2.

Figura 3.2 Esquema de la infraestructura de una planta generadora de electricidad a partir del biogás



Fuente: Tomado de ICLEI- Gobiernos locales por la sustentabilidad

En el esquema 3.2 se visualiza la operación del relleno sanitario para la generación diaria, esto es el biogás producido, es colectado mediante una red de tubería que une todos los pozos y transporta el biogás hasta los cabezales en donde se monitorea y evalúa su comportamiento por lo que el biogás debe pasar por un sistema de filtrado de impurezas para retirar la humedad y no dañar los motogeneradores, posteriormente mediante una bomba se extrae el biogás

creando una presión negativa para ser conducido a las instalaciones anexas que incluye los 16 motores de combustión interna de 1.06 MW marca GE Jenbacher modelo JGC GS-L.L. El biogás se quema en el motor, generando la electricidad en el generador eléctrico acoplado y un transformador incrementa el voltaje para poder ser incorporado a la red eléctrica (la capacidad de generación es de 16.96 MW). El título de permiso de cogeneración es No. E/217/COG/2002 éste se ha modificado a través de los años para incluir la ampliación de la capacidad de generación e incorporar nuevos socios.

La bioenergía generada en la planta de biogás se proporciona y entrega a través de la red nacional de electricidad, perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Para ello se celebró un Contrato de Interconexión en marzo del 2003, así como también otros Convenios Asociados y contratos de porteo o transmisión de energía eléctrica de largo plazo entre los distintos asociados y BENLESA. Los distintos socios cuentan con contratos quinquenales independientes directamente con Bioenergía de Nuevo León, acordando que la CFE vendería a los distintos municipios socios una tarifa 10% menor que la tarifa comercial de dicha paraestatal.

BENLESA (La Asociación Público Privada APP), que se encarga de la operación y administración de la planta, así como del mantenimiento de la instalación y del equipo tanto de su mantenimiento o fallas si ocurrieran, así como también de la venta de excedentes de energía a la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

También es el responsable de regular el flujo de energía que se incorpora a la red nacional para dar servicio a los asociados. Que en la política de biogás se encarga de la transformación del metano en biogás.

La población beneficiada es: los gobiernos municipales del Área Metropolitana de Monterrey fungen como socios y su papel es comprar la electricidad producida por BENLESA. En cuanto a la generación de energía, la SENER responsable de la política energética en México, elaboró los permisos necesarios y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) puso a disposición de la política su infraestructura para la distribución de la energía.

Durante el día abastece de energía eléctrica a las Líneas 1 y 2 del Metro, al Palacio de Gobierno, Macro Plaza, DIF de Nuevo León, y a los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. En tanto que las noches abastece al Servicio de Alumbrado Público de: Monterrey, San Nicolás, Guadalupe Apodaca, Santa Catarina, Escobedo, San Pedro Garza García.

Beneficiarios de la Energía del Biogás

Cargas Locales:

1) BENLESA; 2) SIMEPRODE

Alumbrado Público:

- 3) Municipio de Monterrey (NL)
- 4) Municipio de San Pedro Garza García (NL)
- 5) Municipio de San Nicolás de los Garza (NL)
- 6) Municipio General Escobedo (NL)
- 7) Municipio de Santa Catarina (NL)
- 8) Municipio de Guadalupe (NL)
- 9) Municipio de Apodaca (NL)

Otras:

- 10) Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.
- 11) Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, O.P.D. Líneas 1 y 2
- 12). Gobierno del Estado de Nuevo León (Oficinas Generales)
- 13) 4 Centro de Atención del DIF de Nuevo León
- 14) Parque Fundidora

Según el Plan Sectorial de energía del Estado de Nuevo León 2014-2015 cuenta con el 5% de usuarios nacionales de energía eléctrica; 1,564,918 usuarios, asimismo el estado ocupa el 3er lugar nacional en producción de electricidad y gas,

durante el 2013 sus ventas internas de energía eléctrica ascendieron a poco más de 17,447 GWh.

Cabe precisar que uno de los principales incentivos para realizar este tipo de proyectos tiene una correspondencia con el ingreso económico de los pobladores y el crecimiento demográfico poblacional del espacio urbano en este caso de la área metropolitana de Monterrey; este ejercicio administrativo estatal permite que las inversiones gubernamentales estén asociadas con empresas privadas, logrando los recursos financieros para este tipo de instalaciones, permitiendo que la empresa privada determine las cuotas de los servicios y garantice sus ganancias.

Por otra parte este tipo de figura “concesiones” están adheridas al sistema capitalista neoliberal y también conllevan a elevar los precios del servicio a los consumidores, cuenta de ello lo menciona Peña (2010) en la primera década del siglo XX fue en Monterrey donde operó desde principios del siglo (1904) el servicio de sistema de agua potable recayó en una empresa privada (Water Works Sewage Limited) con este tipo de privatizaciones se intenta justificar el alza de las tarifas de servicios públicos para “mejorar” la calidad del mismo, dando pie a múltiples desajustes del servicio llevándolo a negocios de enriquecimiento de uno cuantos, en detrimento de la sociedad local., continuando con el mismo actor para ejemplificar las presiones de este tipo de organizaciones empresariales por la demanda de agua, el Grupo Monterrey es un actor principal en los conflictos por el agua (p. 94).

3.7 Los beneficios económicos y ambientales del relleno sanitario de Salinas victoria.

❖ AMBIENTALES

Benlesa genera energía eléctrica limpia mediante el biogás que se crea a partir de la descomposición controlada de los residuos orgánicos, que se confinan en el relleno sanitario de Salinas Victoria en las afueras del área Metropolitana de

Monterrey; con ello se reduce la explotación de hidrocarburos nacionales, cuyas reservas son limitadas.

El biogás que se va a destruir equivale a mitigar más de 4 millones de toneladas de CO₂. Se dejan de emitir gases de efecto invernadero, lo cual equivale a retirar 170 mil automóviles de circulación, sino se mitigara este gas se requeriría de plantar más de 2,000 hectáreas de árboles

En mayo del 2007 el Banco Mundial firmó con Bioenergía de Nuevo León un contrato de reducción de emisiones equivalentes a 1,000,000 de toneladas de Co₂

Un metro sustentable por consumo de energía limpia en el mundo evita gases contaminantes que escapen a la atmósfera, es más barato que la energía eléctrica convencional.

Se comprobó que los beneficios ambientales existen, pues si el biogás no es recolectado al generarse se difunde la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, los cuales absorben la radiación infrarroja que re-emite la tierra, ocasionando que la atmósfera incremente la temperatura, produciendo cambios en el nivel del mar y afectando la producción agrícola actual, entre otros eventos; por tanto representa una gran ventaja al reducir la emisión de gases de efecto invernadero al utilizar esta energía renovable con la disminución de gases contaminantes perjudiciales para el medio ambiente, mitigando el cambio climático.

Pero también debe contemplarse las alteraciones que producen este tipo de proyectos al ecosistema o uno de sus componentes puedan ser alterados o sufrir un daño potencial.

❖ ECONOMICOS

La energía que produce la planta es capaz de abastecer casi el 60 % del consumo de energía del alumbrado público de la zona metropolitana de Monterrey. También tiene ahorros para los gobiernos municipal y estatal de aproximadamente de \$ 2.5 MM dlls por año por concepto de descuento en alumbrado público y energía a edificios públicos y el Metro aplicados a programas de beneficio social.

Los más de 130 millones de kw-h que se producirán, anualmente son equivalentes al consumo de más de 33,000 casas de interés social al año.

Otro beneficio es la comercialización de los bonos de carbono, que se otorgan por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre otros). Esto se originó en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en diciembre de 1997 bajo los términos del Protocolo de Kyoto, en el cual México firmó como país miembro del Anexo II el 9 de junio de 1998 y la ratificó el 7 de septiembre del 2000.

Cabe destacar el potencial energético que México cuenta con la abundancia de energías renovables, particularmente la solar, ubicados en los estados de Sonora y Chihuahua por ser los de mayor insolación como los calentadores, sistemas fotovoltaicos y el bombeo de agua con aerogeneradores, sin embargo, como en los rellenos sanitarios la utilización de motogeneradores que funcionan con biogás, para la generación de energía eléctrica, depende de la compra de tecnología extranjera para su aprovechamiento, el costo en empleo de esta energía suele elevarse. Por ello es indispensable que el Estado desarrolle tecnología mexicana a mediano y largo plazo para ser accesible el aprovechamiento de energías renovables en los hogares y comunidades rurales.

3.8 Contrastes y posibles réplicas de la captura de biogás del relleno sanitario Salinas Victoria en México.

Si bien el relleno sanitario de Salinas Victoria, se originó como un proyecto promovido por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) para la captura y destrucción de las emisiones de metano que generan los residuos sólidos urbanos de la zona metropolitana de Monterrey y municipios conurbados de la ciudad, representó un proyecto piloto en la generación de biogás en México y Latinoamérica, su funcionamiento ha tenido varios incidentes como la denuncia que realizó el SIMEPRODE en marzo del 2014 sobre la falta de rellenos sanitarios, ya que a causa de los adeudos millonarios que los municipios del área metropolitana

sostienen con el organismo, los rellenos sanitarios están escaseando. Sin embargo, debido a la falta de recursos no se pueden construir más; asimismo, el delegado de la SEMARNAT en Nuevo León Guillermo Cueva Sada explicó que “ faltan plantas de transferencia en Pesquería y Apodaca para que no les cueste tanto el traslado de la basura”.(11 de marzo del 2014 en Horizonte)

Continuando con la misma temática, en un reportaje publicado por el periódico la Jornada con fecha del 28 de marzo del 2008, se expone el caso de una colonia de pepenadores asentados en los alrededores de los confinamientos del relleno sanitario; mostró que estas familias viven en condiciones infrahumanas, lo cual causa enfermedades respiratorias, dolores de cabeza , constantes infecciones de la piel, principalmente entre los niños, también padecen la proliferación de ratas, moscas, víboras y sabandijas, además de olores nauseabundos y condiciones insalubres son la realidad diaria de cientos de familias que no tienen otro lugar donde vivir; los afectados expresaron ser gente de muy bajos recursos en su mayoría compuesta por pepenadores, por lo que solicitaron al gobierno estatal atención médica y regularizar los terrenos que ocupan.

Debido a las altas densidades de poblaciones urbanas, al crecimiento económico y a la industrialización, se han originado un incremento en la generación de residuos sólidos, cuyo tipo, considerados en este estudio son los no peligrosos, los que provienen de casa habitación así como de sitios de servicios privados, públicos y establecimientos comerciales; pero cabe destacar que con la instalación del relleno sanitario de Salinas victoria se modificó el paisaje local, transformando la vida del pueblo originario asentado en ese lugar. Para entender el éxito de este proyecto comparemos la experiencia de otros rellenos sanitarios dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México.

La experiencia del caso del relleno sanitario Bordo Poniente localizado en la Ciudad de México, cuya clausura fue en el 2011, el más grandes del mundo, como afirmó en aquel entonces el jefe de Gobierno Marcelo Ebrard. En los 26 años de operación del Bordo Poniente fueron depositados diariamente alrededor de 12 mil toneladas de desechos sólidos que se generan en la ciudad de México. Tan sólo en su cuarta

etapa, que se inició en 1994, se confinaron 72 millones de toneladas de basura, Con datos de la Agencia de Gestión Urbana los 8 mil 500 toneladas de residuos que se generan en la Ciudad de México. En 2017 se destinaba el 85 % a rellenos localizados en el municipio de Ixtapaluca, estado de México estos son; la Cañada y el Milagro Se planea construir dos plantas para capitalizar la basura, sería de termovalorización y biodigestión; proyectando reducir el impacto ambiental y financiero de los residuos que se tiene estimado que sería una de las plantas más grandes en América Latina y Caribe, ya que cuenta con 10 hectáreas en las que se planea la construcción de una planta de biodigestión con capacidad para 2 mil toneladas de residuos orgánicos; con la generación energía de esta planta se planea abastecer las 12 líneas del Metro. Ambos proyectos habrán de conformar un parque de energías renovables derivado del tratamiento de los residuos sólidos, se tiene contemplado para su diseño, construcción, operación y mantenimiento entre 500 y 600 millones de dólares, según datos de la propia agencia.

Cabe considerar, como comenta el titular de la dependencia Slomianski que, una planta de biodigestión se mete la basura orgánica en cámaras selladas y mediante unos tubos especiales se introducen bacterias, que trabajan a una temperatura determinada y provocan que se acelere el proceso de descomposición natural; lo que duraría 12 años en descomponerse, tardará 21 días

El proyecto para construir una planta generadora de electricidad a partir del biogás no se ha concretado por lo que continua detenido, esto se debe a que no hay arreglos institucionales dentro del gobierno, puesto que la situación se ha politizado debido a los cambios de gobiernos y ha quedado en el ejercicio público distintos partidos que han impedido una solución contundente.

El grave problema que esto ocasiona es que el combustible no aprovechado, contribuye a agravar más el efecto invernadero, causante del cambio climático, sin olvidar los altos costos que implica trasladar los residuos sólidos a los rellenos autorizados por el gobierno del Estado de México, todos ellos privados. Según el titular de dicha agencia implica un costo alrededor de 450 pesos por tonelada, entre gastos de flete, peaje, y tarifa en los rellenos sanitarios cobrando una cuota muy

alta por cada tonelada que reciben, si no hay la flexibilidad de los gobiernos de la Ciudad de México, del Estado de México y el Federal, provocará más daño ambiental y a la salud complicando más su tratamiento, pues muchos de estos residuos son arrojados a las barrancas, en camellones y jardines ciudadanos, los lixiviados acaban filtrándose al subsuelo y los gases contaminantes llegan a la atmósfera provocando un elevado daño ecológico.

Otro ejemplo es el relleno sanitario de Tlalnepantla, con una extensión de 36 hectáreas, empezó a funcionar en abril de 1998 mediante una concesión de 20 años otorgada a la administración del Consorcio Internacional de Medio Ambiente y de Mexicana de Medio Ambiente, empresas que cobran al municipio 82 pesos por tonelada de basura que reciben en el relleno sanitario.

En nueve años han sido sepultadas ahí más de cuatro millones de toneladas de basura doméstica. A simple vista parece haber un control estricto de los desechos; no obstante, las emanaciones de gas se desperdician y contaminan el aire.

Actualmente no cuentan con los recursos financieros que permitan aprovechar el biogás para la generación de electricidad, sin estos recursos es difícil aplicar las tecnologías necesarias, para que sean operados de forma correcta y con la supervisión adecuada para que puedan contribuir a evitar la liberación de gases de efecto invernadero.

El estudio de caso del relleno sanitario de Salinas Victoria que se expuso en la presente trabajo, está relacionada con el proceso de emplear a los residuos sólidos en la generación de energía eléctrica limpia, al tiempo que se reducen toneladas de CO₂ destruyendo uno de los principales gases de efecto invernadero, causante del calentamiento global, asimismo favoreciendo a la comunidad local; este tipo de proyectos tienen una utilidad institucional del gobierno local para el ahorro en el gasto de energía, pero también implica observar que hubo una serie de particularidades en el campo de políticas públicas federales y locales que permitieron hacer posibles la conjunción de recursos económicos-financieros-tecnológicos como condición de ser elegida para proyecto piloto en México. Sin embargo se deben de asumir que existen las alteraciones al medio ambiente local

y a la salud de la población, también se debe distinguir que este tipo de proyectos de tipo ambiental, económico y político promovidos por las autoridades públicas buscan la privatización de los servicios públicos introduciendo mecanismos de empresas privadas dentro de una organización gubernamental bajo un esquema de sustentabilidad, en aras de seguir la línea descentralización de los servicios públicos, derivado de una política económica capitalista como forma de obtener ganancias en detrimento de los ingresos familiares al destinar estos recursos monetarios como la única vía para una correcta eliminación de sus residuos sólidos, bajo este esquema se logra confundir el beneficio empresarial con una tarea necesaria de servicio público, privilegiando el interés empresarial.

Asumir que cada uno de nosotros somos parte contribuyente al deterioro del medio ambiente y por ende ser parte de la solución; nos permitirá cuestionarnos ante el estilo de vida de consumismo que llevamos para optar por una actuación sencilla y solidaria con la naturaleza, y demás seres vivos con quienes nos vinculamos, mediante la reducción de residuos sólidos así como el uso de plásticos, favoreciendo la producción y comercialización de productos agroecológicos, utilizar más el transporte público entre otros.

Es importante señalar que la parte ambiental se trató de forma muy general, ya que ante este tipo de proyectos es necesario el monitoreo ambiental (pruebas físicas-químicas) , que permite evaluar y medir los impactos más importantes del agua, y del suelo derivadas del tratamiento y disposición final, de los residuos sólidos urbanos, y que son de suma importancia para evitar la contaminación de aguas subterráneas y la alteración del medio ambiente, que son tratados en otro tipo de investigaciones vinculados a la ingeniería.

Posicionarse al lado de la defensa de la naturaleza y de un intercambio más amistoso y respetable entre la diversidad de culturas, lenguas, identidades, historias y espiritualidades de los pueblos originarios, fomentando la igualdad garantizará la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.

Conclusiones y propuestas

A partir de la implementación del relleno sanitario de Salinas Victoria, como proyecto pionero en México que buscó la transición energética utilizando la captura del biogás para producir energía limpia, a partir del confinamiento de los residuos sólidos urbanos, fue novedoso y exitoso. Pero no fue por casualidad, sino fue el resultado de una serie de condiciones que permitieron su impulso, como lo fue una coparticipación privada, la inversión extranjera y el apoyo del Banco Mundial, para el asesoramiento de la tecnología que se requería, sin dejar de lado los fundamentos legales promovidos por las autoridades mexicanas que afianzaron en la consolidación de este proyecto.

Es precisamente el respaldo del Banco Mundial, que facilitó la implementación del sistema de gestión integral de residuos, a fin de resolver el problema de una inadecuada disposición, de los residuos sólidos urbanos que prevalecía en la administración pública de esos tiempos.

Con el caso de la utilización del biogás recuperado del relleno sanitario de Salinas Victoria, como combustible para la generación de electricidad, permitió la penetración de fuentes de energías renovables cuya incorporación tuvo grandes ventajas, entre ellas evitar la quema de residuos a cielo abierto y que el suministro de servicio público de electricidad fuera de menor costo, además del cumplimiento de las metas del cambio climático, esta transición energética hacia un consumo más limpio y generación de formas finales útiles, obliga fomentarlo a escala nacional, pues representa una forma sustentable en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos. Asimismo permite sustituir los combustibles fósiles como carbón mineral, petróleo, gas y uranio que han sido perjudiciales al medio ambiente por décadas. Con la transformación de estos residuos en combustible alternativo permitirá disminuir la dependencia energética y contribuir a reducir los efectos del cambio climático cobrando relevancia este tipo de proyectos sustentables. En definitiva se observó la reducción de costos en el suministro eléctrico de la población cercana, siendo un beneficio económico, con la condición de un arreglo institucional y empresarial que

proporcionó la tecnología necesaria para la captación del biogás en relación directa con la generación eléctrica para consumo local. Es decir, sin esa asistencia técnica-financiera, no se hubiera concretado el proyecto puesto que la capacidad financiera de los municipios son insuficientes para absorber este tipo de inversiones y por tanto del mantenimiento de ello. Sí existe un manejo inadecuado de los rellenos sanitarios y no se cuenta con una infraestructura eficiente pueden originar riesgos como las explosiones, el esparcimiento de malos olores y propagación de fauna nociva.

Se comprobó, en términos teóricos que, el relleno sanitario es un proyecto económico y sustentable, que los gobiernos locales implementan para disponer de forma adecuada los residuos sólidos urbanos

La cuestión es si están preparados los demás gobiernos locales para replicar el ejemplo del relleno sanitario de Salinas Victoria, ya que no todas las municipalidades cuentan con presupuestos para establecer dichos espacios además que, buscar el lugar correcto y contar con la tecnología para su operación, y los respectivos estudios de impacto ambiental para su operación y mantenimiento es un reto.

- Por ello se propone que se formulen los rellenos sanitarios en pequeña escala, que su funcionamiento se quede en manos de cooperativas de comunidades o municipios para que puedan generar energía para su autoconsumo y el excedente puedan comercializarlo. Además que se debe impulsar el desarrollo tecnológico nacional para no depender del externo que resulta costoso e inaccesible.
- Adicionalmente se debe fomentar planes y programas de separación de residuos sólidos en escuelas, empresas e instituciones gubernamentales de forma práctica y no teórica.
- Promover la clausura de tiraderos a cielo abierto por medio de una campaña de concientización hacia la población para difundir los beneficios económicos y ambientales en la captura de biogás de los rellenos sanitarios.

- Vincular la gestión de los residuos sólidos a la ciudadanía en responsabilizarse por un menor consumo de envases y embalaje y sustancias tóxicas que dañan al medio ambiente.
- Que los distintos niveles de gobierno hagan cumplir la Ley en materia ambiental, ya que en ocasiones ante desastres ambientales, como derramamientos de sustancias peligrosas, contaminación de las aguas superficiales por el vertimiento de sustancias tóxicas, entre otras, quedan en la impunidad y la población local es la que sufre de enfermedades y envenenamiento.
- Mejorar las condiciones de operación del relleno sanitario con la inclusión social de los trabajadores informales “pepenadores” en la separación de los residuos, para que laboren con las medidas preventivas necesarias para evitar daños a su salud.
- Que la prestación del servicio municipal para la recolección de residuos sólidos urbanos se vuelva gratuito y no concesionada, ya que la intervención de empresas ha ocasionado que la gente prefiera tirarla en las calles o terrenos.
- Propagar actividades de valorización de materiales contenidos en los residuos sólidos dentro de las escuelas, edificios gubernamentales y en el público en general.
- Fortalecer presupuestalmente a las comunidades más alejadas de las que no es tan accesible el servicio de recolección y se promueva las formas autogestivas de eliminar sus residuos sólidos, ya que el modelo de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos está diseñado para grandes inversiones y los límites en su aplicación es la orientación técnica, y de mirada empresarial, distinguiendo el centro urbano para su ejecución.

Referencias

Alfonso de Esteban, A. (1982) Sociedad urbana medio ambiente. En Sociología y medio ambiente p. 91-102. Recuperado el 20 de septiembre del 2018 de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=189081>

Arnoletto, E. J. (2014) Hacia una gestión pública para un desarrollo sustentable. Cordoba, Argentina: Eumed.

Arvizu, F. J. L.; Villamar, J.H.M., & Saldaña, M. J.L. (2006). Evaluación del potencial energético de los rellenos sanitarios. Revista AIDIS, de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. Vol. 1 Núm. 1

Balboa, J. (2004, 21 de agosto) Tlalnepantla pretende generar energía eléctrica a partir de la basura. La Jornada, sección sociedad y justicia, p. 19

Banco Mundial (1994). Second Solid Waste Management Project recuperado febrero del 2018 en

<http://documentos.bancomundial.org/curated/es/302351468774641849/Mexico-Second-Solid-Waste-Management-Project>

-----29 de mayo del 2013. Finanzas Carbono consultado el 23 de abril del 2018 en

<http://finanzascarbono.org/noticias/banco-mundial-reporte-sobre-el-estado-y-tendencias-del-mercado-de-carbono/>

Barkin, D. (2001). Cap.5. Superando el paradigma neoliberal: desarrollo popular sustentable. En (Norma Giarracca comp.). ¿Una Nueva Ruralidad En América Latina? (pp. 81-99). Buenos Aires, Argentina: Ediciones CLACSO

-----b. (2001). Cap. 10 Superando el paradigma neoliberal: desarrollo popular sustentable. En (Delgadillo M. J.) Los Terrenos de la política ambiental en México (pp. 335-356). México: Ediciones: Miguel Ángel Porrúa.

----- (2002). Cap. 10.El desarrollo autónomo: un camino a la sustentabilidad. En (Héctor Alimonda comp.). Ecología, Política, Naturaleza, Sociedad y Utopía (p.169-202). Buenos Aires, Argentina. Ediciones: CLACSO.

----- (2012). La significación de una Economía Ecológica radical. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. Vol. 19, 1-14-

Bellinghausen, H. (2019, 7 de octubre). Santa Greta y el día después. La Jornada: opinión recuperado el 08 de octubre de 2019, de

<https://www.jornada.com.mx/2019/10/07/opinion/a10a1cul>

Best y B. R. & Estrada, G. C. A. (2012) 2ª sec. La alternativa de las fuentes renovables de energía en México. En Crisis energética mundial y futuro de energía en México (pp. 76-85) México: Juan pablos Editor s.a.

Bifani, P. (2007). Medio Ambiente y Desarrollo (1ª ed.). México: Universidad de Guadalajara.

Bioenergía de Nuevo León S.A. de C.V., recuperado 4 de enero de 2017 disponible en : www.benlesa.com.mx

Bojórquez T. L & Ortega R. A. (1988) las evaluaciones del impacto global: conceptos y metodologías La Paz, Baja California Sur, México: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur.

Boletín ONU. El daño ambiental aumenta en todo el planeta, pero aún hay tiempo para revertir el peor impacto si los gobiernos actúan ahora: PNUMA. Fecha de consulta: 08 de diciembre del 2018 en Disponible en: <http://www.cinu.mx/comunicados/2016/05/el-dano-ambiental-aumenta-en-t/>.

Calva, J. L. (2007) Sustentabilidad y desarrollo ambiental. Agenda para el desarrollo. México: Colección granada.

Cambio climático global.(2001). consultado el 4 de agosto de 2018 en :

<https://cambioclimaticoglobal.com/>

Camero, H. (2014, 11 de marzo). Faltan a Nuevo León rellenos sanitarios. El Horizonte, p. 26.

Carrizales, D. (2008, 27 de marzo) Más de 1500 familias de Nuevo León viven rodeadas de basura. La Jornada. Recuperado en febrero 20 del 2018 de

<http://www.jornada.unam.mx/2008/03/28/index.php?section=estados&article=033n1est>

Chavez, S.; Salinas, J.; Dávila I. (2008, 20 de febrero) Los rellenos sanitarios “no son opción” para Edomex. La Jornada, sección estados. Recuperado en junio del 2018 de

<https://www.jornada.com.mx/2008/02/20/index.php?section=estados&article=038n1est>

CEPAL (marzo del 2004). División de Desarrollo sostenible y Asentamientos Humanos consultado en agosto del 2018 en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5620-mercado-carbono-america-latina-caribe-balance-perspectivas>

Comisión Europea. (2015). Energía, Cambio Climático, Medio Ambiente, Acuerdo de París consultado el 04 de febrero del 2018 en: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es

Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU. (1987). Informe Brundtlan 1987 consultado el 03 de febrero del 2018 en:

www.ecominga.uqam.ca/.../CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambi.

Common, M. & Stagl, S. (2008). Introducción a la economía ecológica. ((1ª ed. en español). Barcelona, España: Editorial Reverté.

Corona, R. A. (2000) Economía ecológica: una metodología para la sustentabilidad. México: UNAM. Facultad de economía.

Cortinas, C (2001). Hacia un México Sin Basura. Bases e implicaciones de las Legislaciones sobre residuos. (1ª ed.). México. D.F.

----- (2003). Manuales para regular los residuos con sentido común. Recuperado marzo de 2018, en: <http://www.cristinacortinas.net>

----- (2006). Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Recuperado mayo del 2018 e: <http://www.semarnat.gob.mx>

Daly, H. (2007) Ecological economics and sustainable development: selected essays of Herman Daly .EEUU: Series editor Jeroen C.J.M.

Delgadillo, M. J.(2001).Los terrenos de la política ambiental en México. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, Porrua.

Dehays, J. (2000) Medio Ambiente. Léxico de la política. (1ª ed.) México. Fondo de Cultura Económica.

De la Vega, N. (2012) 1ª sec. Transformación de los sistemas energéticos: componente fundamental de un nuevo crecimiento. En Crisis energética mundial y futuro de la energía en México (pp. 40-58). México: Juan Pablos Editor, s.a.

Diccionario de la Real Academia Española. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=OIQ6yC8> consultado: diciembre del 2018

Dirección de Educación Ambiental del CDMX. (2011) Manual Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el D.F. México.

ECODES (mayo del 2010) Mecanismos de Desarrollo Limpio consultado en septiembre del 2018 en <https://ecodes.org/tag/mecanismos-de-desarrollo-limpio/>

EcoHuella. (mayo del 2015). ¿Qué son los mercados de carbono o sistema de comercio de bonos de carbono? consultado en septiembre del 2018 en <https://www.eco-huella.com/2015/01/bonos-de-carbono.html>

Ferrari, L. & Estrada, G. C. A. (2012). Cap.1 Crisis energética mundial y fuentes alternas de energía. En Crisis energética mundial y futuro de la energía en México. México. (pp.19-39). México: Juan Pablos Editor. S.A.

Estado de Nuevo León. (2009).Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Nuevo León. Periódico Oficial del Estado. Mayo, Nuevo León, 2009.

----- (2015) Plan sectorial de energía del Estado de Nuevo León 2014-2015 recuperado en marzo del 2018 en <http://www.nl.gob.mx/servicios/plan-sectorial-de-energia-del-estado-de-nuevo-leon-2014-2015>

..... (2018) Servicios. Confinamiento de basura. Consultado en noviembre del 2018 en: <http://www.nl.gob.mx/servicios/confinamiento-de-basura-para-municipios>

----- (2018). Programas y acciones. Manejo ecológico y procesamiento de desechos consultado en agosto del 2018 en: <http://www.nl.gob.mx/programas/manejo-ecologico-y-procesamiento-de-desechos>

EQTEC (2018) Gasificación de residuos y biomasa recuperado en noviembre del 2018 en <http://www.eqtec.es/es/areas-de-negocio/gasificacion-de-residuos-y-biomasa>

Field, C. B. y Field, M. (2003). Economía Ambiental. (3ra ed.) Spain: McGrawHill.

Giddens, A. (1999) . *La tercera vía: la renovación de la socialdemocracia*. Madrid, España: Taurus

GIZ (2014) Aprovechamiento energético de residuos urbanos consultado en enero del 2018 en <https://www.giz.de/en/worldwide/29020.html>

----- (2016) Aprovechamiento energético Salinas Victoria consultado en diciembre del 2018 en https://www.giz.de/en/worldwide/33989.html?query=relleno+sanitario+salinas+victoria&send_button_search=Search

Gobierno de la CDMX. (2 de marzo del 2011) FIDE. Dirección de Educación Ambiental. .Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el D.F. consultado en marzo del 2018 en www.sma.df.gob.mx

Gómez, F. L. (2016, 04 de julio) Se construirá megaplanta para convertir la basura en energía. La Jornada, sección: capital, p. 30.

González, D. G. (2003). Ecosistemas y crecimiento económico durable. En Economía Informa, Abril-Mayo, Número 316. Facultad de Economía, México.

González, B. (2017, 27 de marzo). Energía generada por basura moverá al Metro. El Universal, sección ciencia. Recuperado el 12 de enero de 2018, de <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2017/03/27/energia-generada-por-basura-movera-el-metro>

González, G. E. (1993) Realidad y Prospectiva de la educación ambiental formal. México: Universidad de Guadalajara.

Goodland R., et al., (1997). Medio Ambiente y desarrollo sostenible, Más allá del Informe Brundtland. España: Trotta.

Gutiérrez, G. E. y González, G. E. (2010). De las Teorías del Desarrollo al Desarrollo Sustentable. México: Siglo XXI.

Gutiérrez, P. J. (2011). La gestión y el manejo holístico de la naturaleza. En Medio ambiente y políticas ambientales en el México contemporáneo. (1ª ed.). México: Ediciones U.A.G. y M. A. Porrúa.

Gutiérrez, A. V. (2006) *Diagnóstico para la gestión integral de residuos*. SEMARNAT-Instituto Nacional de Ecología (INE), Ciudad de México.

Guzman, G.I. & Morales, J. (2012). Agroecología y agricultura ecológica. Aportes y sinergias para incrementar la sustentabilidad agraria. En *Agroecología*, v. 6, p. 55. España.

ICLEI- Gobiernos Locales por la Sustentabilidad (02 de agosto del 2012) Taller: Manejo de Residuos Sólidos recuperado en julio del 2018 en <http://www.biogas-iclei.org.mx/>

Islas, S. J. M. (2012) 2ª secc. Elementos para la transición energética hacia un uso creciente de las energías renovables en México. En *Crisis energética mundial y futuro en México* (pp.61-75). México: Juan Pablos Editor s.a.

Instituto de Investigaciones Eléctricas. (2012) *Generación de electricidad mediante residuos sólidos urbanos*. (1ª ed.). México.

INEGI (2014) Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2013 recuperado en junio del 2018 en <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825063559>

-----b (2014) Datos abiertos. Residuos Sólidos Urbanos. Consultado en junio del 2018 en https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2013/default.html#Datos_abiertos

----- (2016). Conociendo a Nuevo León. 6ª edición consultado en febrero del 2018 disponible en : www.inegi.org.mx

----- (2016). Estructura económica de Nuevo León en síntesis recuperado agosto del 2018 en : <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825090029>

----- (2017). Anuario estadístico y geográfico entidad federativa: Nuevo León Recuperado en diciembre del 2018 en : <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825094911>

Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1999) *Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos*. Primera edición, diciembre 1999. México. D.F.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (18 de mayo del 2018). *Mecanismo de Desarrollo limpio* consultado en agosto del 2018 en

<https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollo-limpio-mdl>

IPCC. Quinto Informe de Evaluación recuperado el julio del 2018 en :

<https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/el-impacto-del-cambio-climatico-irreversible-5-informe-del-ipcc-2014/>

Jiménez, H. L.(2000). Desarrollo sostenible, transición hacia la coevolución global. Madrid: Pirámide

Kolstad, Ch. D. (2000) Economía Ambiental. (2da ed.) México: Oxford University Press.

Langner, A. & Macías V. (2012, 16 de enero) Cuesta 40% más a GDF el traslado de basura. El economista p.22.

Leal, M., Chávez V. & Larralde, L. (1996). Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Temas Ambientales, Dic. 1996, 41-121.

Leff, E. (1994). Ecología y Capital racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. México: Siglo XXI.

----- (1998) Saber Ambiental. (1ª ed.) México: Siglo XXI.

----- (2000). Saber Ambiental sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. (1ª ed.) México: Siglo XXI.

----- (2008) Discursos Sustentables. (1ª ed.) México: Siglo XXI.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente consultado en agosto del 2018 disponible en :

biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf

López, L. V. M.(2008). Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable origen, precisiones conceptuales y metodología operativa.(1ª ed.) México: Trillas.

Macías, V. (2012, 05 de septiembre) Avanza licitación para la captura de biogás en Bordo poniente. Recuperado en marzo del 2018 de

<http://eleconomista.com.mx/distrito-federal/2012/09/05/gdf-busca-reducir-basura-bordo-poniente>

Martínez, A. J. y Schlupmann, K. (1991). La ecología y la economía. (1ª ed.) México: FCE.

_____ (1998) Curso de economía ecológica. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, oficina regional para América Latina y el Caribe.

_____ (1999) Introducción a la economía ecológica. España: Rubes.

_____ & Jordi, R. (2000). Economía ecológica y política ambiental. (1ª ed.) México: FCE.

Monitoreo de medios, Comunicado (2014, 08 de septiembre) Biogás de bordo poniente. Reforma, p.3

Mulás, P. P. (2012) 2ª sec. La investigación y desarrollo tecnológico en a transición energética. En Crisis energética mundial y futuro de la energía en México (pp. 86-96). México: Juan Pablos Editor s.a.

Muñoz, V. y González M. A. C. comp. (2000). Economía, Sociedad y medio ambiente reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México. (1ª ed.) México: Semarnat.

Naredo, J. M. (1987) La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico (1ª ed.) España: Siglo XXI.

Navarrete, J.M. y Cuauhtémoc L. (2005, Abril). El manejo de residuos sólidos municipales en México y la participación del Banco Mundial. Revista Comercio Exterior, 348-361.

Notimex (2012, 12 de septiembre) Comunicado Jose Luis Luege Tamargo. Conagua podría retirar al GDF concesiones sobre bordo poniente.

Nl.gob.mx/ Municipios/Salinas Victoria (2019) recuperado en enero del 2019

<http://www.nl.gob.mx/municipios/salinas-victoria>

ONU Medio Ambiente (2016) Sexto Informe de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO por sus siglas en inglés) consultado en febrero del 2018

<https://www.unenvironment.org/es/resources/perspectivas-del-medio-ambiente-mundial-6>

Organización Meteorológica Mundial. (2017). Declaración sobre el estado del clima mundial en 2016 , consultado en diciembre del 2017 en

https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3516

Peña, R. J. (2010) Crisis del agua en México una interpretación sobre sus orígenes desde la ecología política (periodo 1980-2007). Tesis de Doctorado en Sociología. Universidad Autónoma Metropolitana.

Pérez, E. (2011). Cap. Desarrollo urbano sustentable. En Medio Ambiente, sociedad y políticas ambientales en el México contemporáneo una revisión interdisciplinaria (pp. 45-67). México. Ediciones Universidad Autónoma de Guerrero , Instituto Politécnico Nacional.

- Pirez, P. (1994) *Buenos Aires metropolitana. Política y gestión de la ciudad*. Buenos Aires, Argentina: Centro editor de América Latina.
- PNUMA (1987) Informe Brundtlan consultado en enero de 2018 en www.ecominga.uqam.ca/.../CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambi.
- PNUMA (2003) GEO América Latina y el Caribe: perspectivas del medio ambiente recuperado en noviembre del 2018 de https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/2017-12-brasil_andres-guhl.pdf
- PNUMA (2007) Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO4 consultado en diciembre del 2018 disponible en <https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article2139>
- PNUMA (2014) Quinto Informe de Evaluación El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU (IPCC) consultado marzo del 2018 <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/el-impacto-del-cambio-climatico-irreversible-5-informe-del-ipcc-2014/>
- Programa de Gestión Integral de residuos sólidos para el Distrito Federal 2009 – 2014 (PGIRSDF). *Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal*, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Ciudad de México noviembre 2009
- Quintero, S. M. L. y Hernández F. C. coordinadores (2008). *Desarrollo Sustentable aplicaciones e indicadores*. (1ª ed.). México: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Restrepo, I. (2015, 05 de abril). Cambio climático y acción humana. La Jornada. Recuperado el 22 de mayo del 2018, de <http://www.jornada.unam.mx/2015/04/05/opinion/022a1eco>
- Ribeiro S. (2015, 30 de mayo) Cambio climático: armando la trampa. La Jornada Sección Opinión. Recuperado el 30 de mayo de 2018 de <http://www.jornada.unam.mx/2015/05/30/index.php?section=opinion>
- Román, G. Beltrán, L. y Mejía, A. (2012). Cap. 7 Manejo de residuos y desarrollo sustentable. En *Cambio climático y políticas de desarrollo sustentable* (pp.395-411). México: Juna Pablos Editor. Consejo Nacional de Universitarios.
- Rosales, V. V. A. (2010). *Estrategias de Gestión Sustentable para el aprovechamiento de biogás del relleno sanitario Bordo Poniente*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
- Sánchez, J. A. (2019, 30 de septiembre). La mejor gestión de los residuos es no generarlos. La Jornada, sección sociedad y justicia, p. 31
- Saldivar, V. A. (2000). Sustentabilidad ambiental y política social: dos hermanas distantes. En Carlos M. V. y Ana C. Glz. M. *Economía, sociedad y medio ambiente*

(Reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México) (pp. 215-226) México: Ediciones INE-SEMARNAP.

-----b. (2000). Desarrollo para la sostenibilidad. En Economía Informa, Junio, Número 288. Facultad de Economía, UNAM, México.

----- (2003). Globalización y Medio ambiente:pobreza sin desarrollo. En Economía Informa, Abril-Mayo, Número 316. Facultad de Economía, UNAM, México.

------(2004). Estrategia de Conservación para el Desarrollo, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas , SEMARNAP. En Problemas de Desarrollo, Abril, Vol. 35, núm. 137, México

-----b (2004).Recursos naturales: ¿crecimiento o desarrollo sustentable”, María Luisa Quintero (coordinadora), Recursos naturales y desarrollo sustentable: reflexiones en torno a su problemática,(pp. 21-23.). México: Miguel Ángel Porrúa.

----- (2006). Ordenamiento urbano para el desarrollo sustentable del siglo XXI: una propuesta integral” En Economía Informa, Marzo-Abril, Número 339. Facultad de Economía, UNAM, México

SEDESOL (2012). Guía Municipal de Acciones frente al Cambio Climático. (1ª ed.) México.

SEMARNAT (2001). Guía para la Gestión Integral de los Residuo Sólidos municipales (1ª ed.) México.

----- (2006). Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (1ª ed.) México.

----- (2017) Indicadores básicos del desempeño ambiental residuos sólidos recuperado en septiembre del 2018 en <http://www.semarnat.gob.mx>

----- (2017) Valorización energética de residuos urbanos recuperado febrero del 2018 en <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/foro-internacional-2015-valorizacion-energetica-de-residuos-urbanos>

----- (2017) Aprovechamiento energético de residuos urbano recuperado en marzo del 2018 en <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/aprovechamiento-energetico-de-residuos-urbanos-enres>

----- (2018) Información sobre residuos sólidos urbanos recuperado en febrero del 2018 en <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>

SENER (2017) Generación bruta de electricidad por entidad federativa recuperado diciembre del 2018 en <https://datos.gob.mx/busca/dataset/generacion-bruta-de-electricidad-por-entidad-federativa>

------(2017) Ventas internas de energía eléctrica por entidad federativa recuperado en diciembre del 2018 en

<https://datos.gob.mx/busca/dataset/ventas-internas-de-energia-electrica-por-entidad-federativa>

Savary, T. (2004, mayo) La integración de la economía y la ecología en el marco de la sustentabilidad. Revista Scielo Colombia, p.32

Seoánez, C. M. (1998) Medio Ambiente y Desarrollo: manual de gestión de los recursos en función del medio ambiente. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Sousa, G. Eduardo (2010, agosto). De la ciudad a la metrópoli. Una interpretación teórica del fenómeno expansivo ligado a la vivienda, a la vulnerabilidad y a la pobreza: El caso del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Revista INVI No. 69, 19-101.

Tapia, N. A. (1998).Innovación tecnológica y medio ambiente: conceptos, problemas y aplicaciones. En Saldívar V. Américo, De la economía ambiental al desarrollo sustentable (pp. 123-142).México:UNAM

Tarragó, M. (1988). La ciudad y el urbanismo” En Bassols, M., Donoso, R., et. Al. Antología de la Sociología Urbana. UNAM. Ciudad de México.

Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. (1ª ed.). Ciudad de México: McGrawHill.

Urquidi, L. V. (2007) Desarrollo sustentable y Cambio Global. (1ª ed.). México: El Colegio de México, Distrito Federal.

Wallerstein, I. (1984). El moderno sistema mundial Madrid: Siglo XXI.