



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

**ESTRATEGIA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE
PET EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS, CAMPUS NORTE**

**TESINA
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE
RESIDUOS**

**P R E S E N T A
LIC. EN C.I.A. KARLA DANIELA FLORES TRUJILLO**

DIRECTOR DE TESINA: M. EN C. ENRIQUE SÁNCHEZ SALINAS

CUERNAVACA, MORELOS

ENERO, 2019

*“El autor debe estar en su obra como Dios en el
Universo, presente en todas sus partes, pero en ninguna
visible”*

- *Gustave Flaubert*

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no
en el resultado; un esfuerzo total es una victoria
completa”*

- *Mahatma Gandhi*

AGRADECIMIENTOS:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca para realizar los estudios de la especialidad en Gestión Integral de Residuos y a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos UAEM por brindarme la oportunidad para formar parte de este Programa Educativo.

A la Especialidad en Gestión Integral de Residuos y a todos los que formaron parte de este Proyecto Educativo, muchas gracias por las enseñanzas y la experiencia.

DEDICATORIA

Agradezco infinitamente a Dios por todo el amor y la bendición que derrama sobre mi vida, por sembrar en mi corazón un sueño que hoy se convierte en una realidad; porque tus promesas me acompañan y abren puertas.... Gracias Dios por cada batalla que peleas a mi lado, por tu infinita bondad y porque hoy todo esto sucede gracias a ti.

A mis padres a quienes amo y admiro profundamente; a mi madre Ma. De los Ángeles Trujillo Reyes y Norma Flores Trujillo; a mi padre Fco. Javier Flores Vallejo; por la motivación y el amor que encuentro en sus ojos; por la forma en la que me han instruido y preparado para ser quien soy y enfrentar cada reto que se presente en la vida; porque la vida es más bonita a su lado.

A mi hermana Karen; mi cómplice, mi amiga, mi compañera de vida...a quien amo y admiro; gracias por ser la primera en creer en mí y en mi capacidad para lograrlo haciéndome saber que todo es posible con esmero, responsabilidad y amor; hoy a ti dedico este logro que también es tuyo, reconociendo que sin tu ayuda esta aventura no hubiese comenzado, gracias hermana ¡esta lucha fue nuestra!

A mis hermanos Javier, Jesús, Reyna y Charo a quienes amo con todo mi corazón y quienes fueron parte de esta etapa; por su amor desmedido, su entera confianza y apoyo... ¡Si se pudo! A mis sobrinos por su cariño Héctor, Enrique, Mariana, Pablo y a mi ñoñito que tanto amo y quien alegra mis días; a mi cuñado Enrique gracias por el apoyo.

Al M.C Enrique Sánchez Salinas; expreso mi más profunda admiración, cariño y respeto; gracias por la oportunidad que me brindó para llevar a cabo este proyecto satisfactoriamente a su lado, por la paciencia, el esmero, el amor y la dedicación hacia su trabajo; hoy mi aprendizaje se lo debo a usted; a esa forma tan grande de enseñar y de instruir...gracias por crear en mi esa sed inmensa de superación y de seguir aprendiendo; por su amistad y carisma... extrañare su particular forma de regañarme y su humor tan peculiar ¡Gracias!

A mis maestros con quienes cree un vínculo no solo académico si no personal; por todas las enseñanzas, las lecciones, el conocimiento, la paciencia, las bromas, las risas ¡gracias! Mtro. Enrique Sánchez, Dra. Laura Ortíz, Dr. Rafael Monroy, Dr. Alexis Rodríguez, Mtro. Julio Lara, Mtra. Ariadna Zenil... por ser parte de mi formación; hoy con mucho cariño dedico también a ustedes este trabajo.

Por aquellos amigos que encontré durante el camino y quienes hoy permanecen dentro de mi corazón; por la experiencia de vivir y compartir, gracias Magali, Daniela, Sergio, Jacinto, Ignacio, Cesar Báez, por hacer de esto una experiencia y un viaje más liviano y compartir un mismo sueño ¡Los quiero muchísimo y los llevo

dentro de mi corazón! a ti Cesar Gonzáles mil gracias, no encuentro palabras que puedan expresar mi agradecimiento y cariño; eres mi hermano; esa otra mitad que uno busca en este mundo y yo la encontré... gracias por cada abrazo, cada consejo, cada risa y cada anécdota.... Te llevo en mi corazón y te llevo de la mano a donde quiera que vaya y para toda la vida... gracias.

A mis amigos del CEIB gracias por acogerme y brindarme su amistad, por hacerme parte de su equipo ¡los quiero! ¡Los adoro! Mejores amigos.

Al PROGAU por todas las atenciones durante mi estancia, Dra. Ma. Luisa Castrejón, Dra. Mariana Romero, Mtro. Julio Lara; Biólogo Felipe gracias por su apoyo y por su entrañable amistad gracias.

Por último y no restándole importancia, gracias al L.EC. Alan Gabriel García Pérez; te amo mi amor gracias por tu apoyo incondicional y porque gracias a este proyecto tu y yo hoy estamos juntos... la prueba más grande de que los tiempos de Dios son perfectos y nos hicieron coincidir.

RESUMEN

El tema de los residuos se presenta como uno de los fenómenos de índole mundial más preocupantes en virtud a la compleja situación que guarda la gestión ambiental y el análisis del ciclo de vida, interviniendo directamente en la crisis ambiental por la que el planeta tierra atraviesa.

Muchos son los factores que se asocian a la problemática ambiental con respecto a los residuos; tales como el crecimiento poblacional, el modelo económico vigente, la industrialización, la cual se centra fundamentalmente en la extracción y transformación de recursos naturales, la urbanización y los patrones de consumo adoptados por la sociedad moderna; fenómenos que en su conjunto han detonado directamente en el incremento del volumen de generación de residuos de todo tipo.

El plástico de manera particular se ha constituido en las últimas décadas como uno de los materiales que más se asocia con los residuos debido a su alta demanda por diversos sectores productivos; de acuerdo a sus características y a su difícil degradación es también uno de los materiales que más impacta al entorno ambiente y se ha abierto una importante campaña mundial para restringir su producción y uso extensivo. En el caso de México, no se han logrado establecer políticas públicas encaminadas a valorizar dicho residuo y en menor medida se han promovido a nivel local algunos instrumentos legales con la finalidad de evitar el uso de dichos materiales.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) albergan un importante número de estudiantes, trabajadores, profesores y prestadores de servicios que realizan sus actividades por más de ocho horas durante seis días a la semana, delimitando a la generación de grandes volúmenes de residuos urbanos en los que los plásticos forman parte importante de los mismos ya que constituyen los empaques o contenedores de muchos productos que son adquiridos por la comunidad universitaria.

Todo lo anterior pone en manifiesto la necesidad de elaborar una estrategia de manejo integral de residuos PET dentro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Norte, fomentando la valorización, la recuperación tanto de material, de energía como de recursos económicos que sirva de modelo para su implementación en otras IES.

ABSTRACT

The issue of human wastes is one of the most worrisome global phenomena. This is a complex situation regarding environmental management and life cycle analysis, which are directly correlated to the environmental crisis that the planet is going through.

The main factors associated with the environmental problems regarding to human waste such as population growth, the current economic global model, industrialization (which focuses primarily on the extraction and transformation of natural resources), urbanization and consumption patterns adopted by modern society; have been detonated directly in the increase in the volume of human waste generation of all kinds.

Particularly plastics have been constituted in recent decades as the materials most associated with human waste. This is due to its high demand by several productive sectors. According to its characteristics and its difficult degradation, plastics also are the materials that impact the environment more severely. This is why currently there is a global campaign to restrict its production and extensive use. In Mexico public policies makers have not reach a consensus for a law aimed to valuing such waste. Thus, there are not legal instruments at the local level aimed to avoid the use of such materials.

Higher Education Institutions are home for a significant number of students, workers, professors and service providers who carry out their activities for more than eight hours during six days a week. This delimits the generation of large volumes of urban waste in which plastics to the campuses where an important part of them and consume products packed or in containers that can be acquired by the university community.

All stated above shows the need to develop a PET management strategy within the Autonomous University of the State of Morelos, North Campus. This program must promote the recovery of materials, their valorization as energy and economic resources and should serve as model for other Higher Education Institutions to implement similar programs.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	viii
Índice de figuras.....	x
Índice de tablas.....	xi
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	3
1.1 Huella ecológica.....	3
1.2 Población Mundial.....	3
1.3 Residuos.....	4
1.3.1 Clasificación de los residuos.....	5
1.3.2 Subproductos de los Residuos Sólidos Urbanos.....	7
1.3.3 Residuos sólidos valorizables.....	8
1.4 Composición de residuos sólidos a escala mundial.....	9
1.5 Proyección mundial para el manejo de residuos.....	11
1.6 Población nacional en México.....	11
1.6.1 Composición de los residuos sólidos urbanos en México.....	12
1.7 Gestión integral de residuos.....	14
1.8 NOM-083- SEMARNAT-2003.....	22
1.9 Política de las 3 “R´s”.....	23
1.10 Población y residuos. Situación en el estado de Morelos y en el Municipio de Cuernavaca.....	24
2 Industria del plástico en el mundo.....	25
2.1 Industria del plástico en México.....	28
2.1.1 Adquisición de agua embotellada en México.....	31
3. Plástico.....	33
3.1 Tipos de plástico.....	35
3.2 Legislación vigente en materia ambiental y de residuos en México.....	37
3.2.1 Norma Mexicana NMX-E-232-CNCP-2011.....	39
3.3 Problemática ambiental generada por los plásticos.....	39
3.4 La resina de tereftalato de polietileno (PET/PETE).....	41
4 Economía lineal y ambiente.....	42
4.1 Economía circular y ambiente.....	43

4.2 El reciclaje en México	43
4.2.1 Mercado de reciclaje en México.....	44
5. La Unión Europea como modelo de sustentabilidad.....	45
5.1 Tratamiento de residuos en la UE	46
6. Plan de manejo para residuos	46
CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	48
Antecedentes	48
Planteamiento del problema	49
Justificación.....	51
Hipótesis	52
CAPITULO III OBJETIVOS.....	52
Objetivo General.....	52
Objetivos específicos.....	52
Diseño de la investigación.....	53
Materiales y métodos.....	53
CAPITULO IV PROPUESTA A IMPLEMENTAR	55
IV.I Área de estudio.....	55
IV.II Plan de Acción.....	57
IV.III Análisis de la generación, recolección y acopio de los residuos PET en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa.	57
IV. Diagnóstico de la generación y manejo de residuos PET dentro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa.	58
CAPITULO V ANALISIS ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL.....	62
V.I Análisis económico.....	62
V.II Análisis Social	65
V.III Análisis Ambiental	66
V.III Propuesta a implementar	66
VI. PRINCIPALES HALLAZGOS	68
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

Índice de figuras

Figura 1: Población mundial en el período 1950-2015 (Modificada de ONU, 2015).....	4
Figura 2: Composición de residuos a escala mundial (Recuperada ISWA, 2015).....	9
Figura 3: Composición de los residuos sólidos a escala mundial por nivel de ingresos, 2012 (Banco Mundial, 2014).	10
Figura 4: Dinámica poblacional en México 1950- 2015 (Modificada de INEGI, 2015).....	12
Figura 5: Composición de los RSU en México (SEDESOL, 2012).	13
Figura 6: Diagrama de la Gestión Integral de Residuos (Recuperado SEMARNAT, 2006). 15	
Figura 7: Generación de RSU en México 2010-2014 (Recuperado INEGI).	16
Figura 8: Clasificación de RSU	17
Figura 9: Composición de RSU en el estado de Morelos (EGIREM, 2017).....	25
Figura 10: Principales países productores de plástico a escala global (PMRG).	26
Figura 11: Consumo de plástico en kg/habitante por región (Plastic Europe, 2016).....	27
Figura 12: Producción de diferentes tipos de plástico a escala mundial (Geyer et al., 2017).	28
Figura 13: Segmentación de producción de botellas y envases de plástico en México 2015- 2018 (INEGI, 2018).....	30
Figura 14: Segmento de consumo de plásticos (ANIPAC, 2017).....	31
Figura 15: Número de viviendas registradas en México 1990- 201. INEGI, 2015 (Elaboración propia).	31
Figura 16: Ciclo de vida de los plásticos (Elaboración propia).....	34
Figura 17: Segmentación de consumo por tipo de plástico (Modificado Ortiz, 2011).....	37
Figura 18: Proceso Industrial para la obtención de PET (Recuperado ENVAPET, 2017)...	42
Figura 19. Diagrama general de la estrategia metodológica.....	53
Figura 20: Localización del Estado de Morelos (INAFED, 2017).	55
Figura 21: Localización del Municipio de Cuernavaca, Morelos (INEGI, 2017)	56

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los residuos (LGPGIR, 2018).	6
Tabla 2. Clasificación de los residuos por subproducto (SEMARNAT, 2015).	7
Tabla 3. Residuos sujetos de aprovechamiento (SEMARNAT, 2015).	8
Tabla 4. Organismos Internacionales en materia ambiental.....	11
Tabla 5. Residuos sólidos urbanos en México (Recuperado de INEGI, 2014).....	21
Tabla 6. RSU generados en el estado de Morelos y el municipio de Cuernavaca (Modificada de INEGI, 2014).	24
Tabla 7. Producción anual de envases y botellas de plástico en México (INEGI, 2018).	29
Tabla 8. Número de viviendas registradas en el estado de Morelos y el municipio de Cuernavaca en el 2010.	32
Tabla 9. Estimación económica de gasto de agua embotellada/ vivienda en el estado de Morelos y municipio de Cuernavaca.....	33
Tabla 10. Clasificación de los termoplásticos y su funcionalidad (Recytrans, 2013).....	36
Tabla 11. Legislación vigente en materia ambiental y de residuos en México (Cámara de Diputados, 2017).....	38
Tabla 12. Contenedores exclusivos dentro del Campus Chamilpa.	58
Tabla 13. Lugar y volumen de PET recolectado de los contenedores dentro del Plantel....	60
Tabla 14. Peso de botellas PET dependiendo el tamaño	60
Tabla 15. Cálculo de botellas que puede contener una malla con capacidad de almacenaje de 40	61
Tabla 16. Mercado de residuos en Cuernavaca,Morelos.....	63
Tabla 17. Recuperación económica por PET acopiado y vendido	64
Tabla 18. Proyecciones de recuperación a corto, mediano y largo plazo	65

Introducción

El crecimiento industrial, como base activadora de la economía que se posiciona como una oportunidad que favorece al crecimiento económico de las naciones, se establece dentro del marco de la globalización como el propulsor de externalidades negativas que afectan directamente al ambiente; caracterizándose por las acciones encaminadas a la extracción de recursos naturales para su transformación; logrando satisfacer las necesidades de la sociedad mediante el abanico de productos que se puedan ofertar a los diferentes mercados.

Sin embargo, no existen acciones generadas e impulsadas por el sector empresarial, en donde el crecimiento económico, la cohesión social y la protección ambiental avancen en paralelo, es decir; no existe o al menos no es aplicable la responsabilidad social (Sabogal, 2008) y la responsabilidad extendida de los productores (REP), en donde la participación de la sociedad, la industria y el gobierno se aseguren de que la normatividad ambiental vigente sea aplicada correctamente.

La industria de la manufactura en México, conformada por sectores tales como la industria alimenticia, de bebida y tabaco, maquinaria y equipo, derivados de petróleo y del carbón como lo son la industria del plástico y el hule, la industria metálica, de productos elaborados de minerales no metálicos, la industria textil, la industria de cuero, de papel, de madera y de fabricación de muebles (INEGI, 2017); se presentan como influyentes de manera importante en el flujo comercial y productivo en México, representando unas de las actividades económicas que favorecen directamente a grandes sectores como el de aeronáutica, automotriz entre otros; tanto a nivel nacional como internacional; atrayendo importantes inversiones extranjeras directas y constituyéndose como uno de los sectores que más aporta al Producto Interno Bruto del país.

La Industria del plástico en especial, por su volatilidad y dinamismo; logra establecerse como uno de los sectores más sobresalientes en México y en el mundo; gracias a la gran variedad de productos ofertados y que son incorporados a cadenas

de producción de diversas Industrias, siendo parte esencial del desarrollo y crecimiento económico del país, ignorando que el plástico, una vez desechado, se presenta como uno de los residuos más difíciles de manejar, debido a los impactos ambientales, sociales y económicos que su producción, uso y disposición generan.

De manera particular, el Estado de Morelos no se mantiene ajeno ante la problemática generada por dicho material, debido a que dentro de los residuos que generan su composición, los plásticos representan un sector importante, tanto en el Estado como en los Municipios que lo conforman.

El presente trabajo fue realizado en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa, institución que no escapa a la dinámica social, económica y ambiental del entorno donde se ubica geográficamente. En la actualidad el aumento en la generación de residuos, se encuentra directamente ligado tanto al incremento de alumnos matriculados dentro del Campus, como a las tendencias adoptadas por la población, basadas en los patrones de consumo por los que la sociedad ha sido influenciada. Hasta Abril del 2018 la máxima casa de estudios del estado de Morelos albergó cerca de 21, 757 alumnos, ubicados en 56 licenciaturas, 14 especialidades, 39 maestrías y 15 doctorados ofertados (UAEM, 2018), sin contar al personal académico y administrativo y la población flotante (proveedores y visitantes principalmente).

Debido a esta situación surge la iniciativa de elaborar un plan de manejo para los residuos exclusivamente de PET, buscando minimizar su generación y la huella ecológica que provoca su consumo mediante la aplicación de diversas estrategias.

CAPITULO I

1.1 Huella ecológica

La Huella ecológica es una herramienta que mide el impacto generado por el insostenible estilo de vida de los seres humanos y la búsqueda del desarrollo económico, el cual deteriora la capacidad del ambiente para regenerarse y seguir suministrando los recursos naturales que demanda la creciente población humana (Wackernagel y Rees, 2001) es así como la huella ecológica se conceptualiza como aquellos espacios y recursos naturales productivos que son demandados para satisfacer las necesidades básicas humanas.

La sobrepoblación, así como la interacción del hombre con la naturaleza han trastocado los límites ecológicos y provocado un deterioro ambiental en muchos casos irreversible. Esta evidente realidad es el resultado de una inadecuada administración y distribución de los recursos naturales que responde a la dinámica del sistema económico actual y que interviene como uno de los principales propulsores de la problemática suscitada por la extracción de materias primas y energía; derivada de una nula integración e interacción con las esferas sociales y ambientales, pilares de la sustentabilidad en conjunto con la esfera económica (Wackernagel y Rees, 2001).

1.2 Población Mundial

El aumento de la población mundial, el proceso de industrialización y la acelerada urbanización demandan mayor cantidad de materias primas, productos de necesidad básica y espacios geográficos que en su conjunto limitan la capacidad de los ecosistemas para regenerarse, con lo que incrementa su vulnerabilidad ante fenómenos naturales (Weisman, 2014). Esta situación manifiesta de manera certera las dificultades para mantener el actual ritmo de crecimiento y estilo de vida de la sociedad contemporánea.

La población mundial actual es de más de 7,600 millones de personas y podrá alcanzar los 8,600 millones para el año 2030. A medida que el tiempo transcurre, se estima que la población llegará a 9,800 millones de habitantes para 2050 y a 11,200 para 2100 de acuerdo con datos de la ONU (2017). Así, los límites ecológicos serán insostenibles en comparación con la población estimada en 1950 (ONU, 2015) (Figura 1). Esta situación ha generado como consecuencia el despliegue de fenómenos tales como la degradación ambiental, hambruna, pobreza, limitados recursos naturales, disminución de la calidad de vida, la declinación y pérdida de diversas especies entre otros fenómenos en materia económica, social y ambiental (Banco Mundial, 2014).

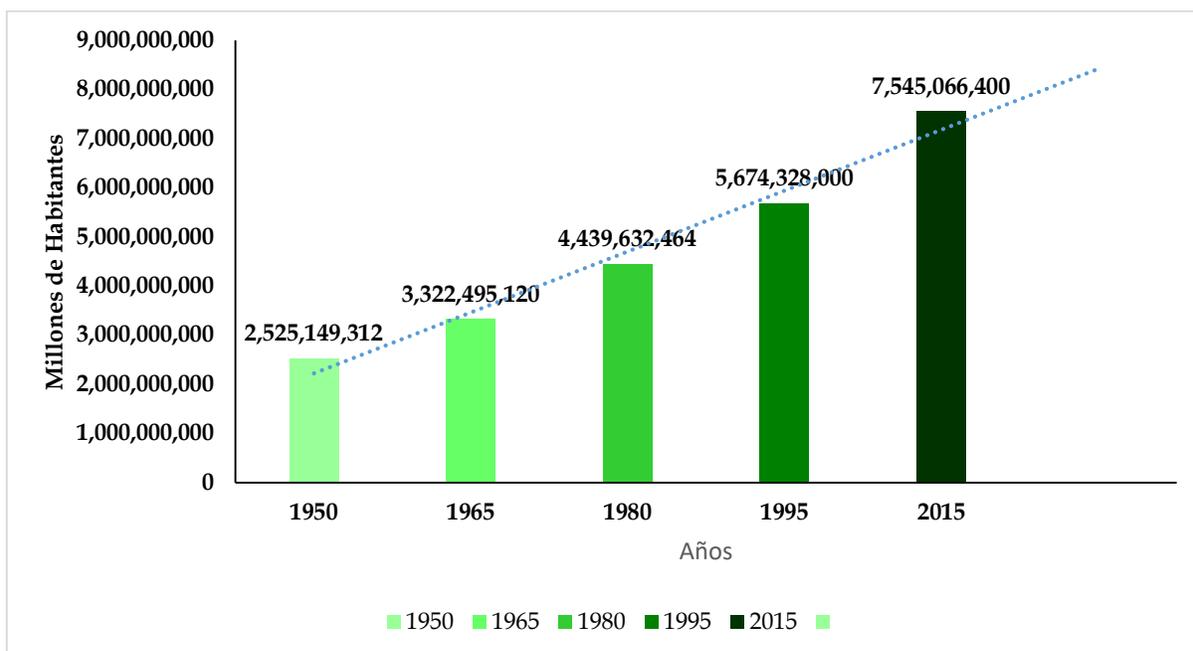


Figura 1. Población mundial en el período 1950-2015 (Modificada de ONU, 2015).

1.3 Residuos

El término basura ha estado ligado directamente con el concepto de residuos (SEDESOL, 2017), provocando total desconocimiento frente a la problemática que se suscita al darle valor cero al que pudiera ser una fuente de oportunidades productivas y sustentables, antes de convertirse en un desecho sujeto a disposición

final (Barradas, 2009). La situación acerca de los residuos desde su generación hasta su disposición, ha traído consecuencias sociales, económicas y de carácter ambiental, que difícilmente han sido solucionadas. El problema de los residuos yace entonces desde su conceptualización universal, la gestión inadecuada y la mala disposición, siendo uno de los fenómenos propulsores de la actual crisis ambiental global.

Muchas son las definiciones que conceptualizan el término “residuo”, la otorgada por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), lo define como aquellos materiales cuyo propietario o poseedor deshecha y que se encuentra en estado sólido, semisólido o gaseoso contenido en un recipiente o depósito, estos pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la Ley (LGPGIR, 2018).

Por su parte la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), establece que residuo hace referencia a los diversos materiales generados en diferentes procesos tales como extracción, consumo, producción, transformación, utilización determinando la incapacidad de usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (LGEEPA, 2018).

De conformidad con las definiciones antes citadas, el término de residuo se refiere a todo material generado y desechado, que puede ser valorizado, tratado y reincorporado a nuevos ciclos de vida, convirtiéndose en parte sustancial para la elaboración de otros productos y favoreciendo los ritmos de crecimiento económico.

1.3.1 Clasificación de los residuos

La clasificación de los residuos comprende el estado físico, características y propiedades que poseen los mismos desde su origen de generación hasta su disposición final. De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, en su artículo 15 manifiesta la importancia de la clasificación de los residuos en la elaboración de inventarios orientados a la toma de decisiones de riesgo y de manejo de los residuos dependiendo de su comportamiento y efectos

adversos tanto a la salud como al ambiente (LGPGIR, 2018). Además, mediante la correcta clasificación de los residuos se podrán establecer de manera adecuada estrategias de gestión que faciliten su adecuado tratamiento y disposición. La clasificación de los residuos se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los residuos (LGPGIR, 2018).

Residuos Sólidos Urbanos	Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas; aquellos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.
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 posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad (CRETIB), así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Dependiendo la fuente de generación los Residuos Sólidos se pueden dividir en:

- Residuos Sólidos Urbanos
- Residuos de Construcción
- Residuos Agropecuarios
- Residuos Hospitalarios
- Residuos de Depuradoras de aguas (Lodos residuales)
- Residuos de incineradoras
- Residuos Industriales

1.3.2 Subproductos de los Residuos Sólidos Urbanos

La categorización de subproductos de los Residuos Sólidos Urbanos según el artículo 18 de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) permitirá identificar mediante la separación de residuos primarios y secundarios (orgánicos e inorgánicos), cuáles residuos pueden ser susceptibles de aprovechamiento biológico y comercial (LGPGIR, 2018) (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los residuos por subproducto (SEMARNAT, 2015).

RESIDUOS ORGÁNICOS	Cuero
	Fibra dura vegetal
	Residuos alimenticios
	Huesos
	Residuos de jardinería
	Madera
	Aceite Comestible
RESIDUOS INORGÁNICOS	Cartón
	Papel
	Material ferroso
	PET
	Envases de cartón encerado
	Fibras sintéticas
	Unicel
	Hule
	Aluminio
	Vidrio
Poliuretano	

De acuerdo a la SEMARNAT (2015), los residuos orgánicos son aquellos que tienen una descomposición natural rápida (biodegradables) y que por sus características pueden transformarse en materia orgánica; mientras que los residuos inorgánicos son todos aquellos residuos de desecho industrial y que a causa de sus características y su composición química sufren una degradación más lenta.

1.3.3 Residuos sólidos valorizables

Los residuos sólidos valorizables son aquellos que pueden ser recuperados e incorporados a nuevas cadenas productivas mediante el tratamiento adecuado (Tabla 3). Esto con la finalidad de someterlos a procesos de reciclado que permita alargar su ciclo de vida, obteniendo como principio materia prima a partir de un desecho, logrando la creación de nuevos productos (Schlesinger, 2007). El valor de este tipo de residuos se encuentra directamente determinado en su composición, puesto que no es solo un desecho, se trata de una nueva oportunidad encaminada a la reducción de costos, de aprovechamiento y de reducción de impactos ambientales como principio (INTI, 2015).

Tabla 3. Residuos sujetos de aprovechamiento (SEMARNAT, 2015).

RESIDUOS SUJETOS DE APROVECHAMIENTO
Cartón
Papel
Material Ferroso
Material no ferroso
Plástico rígido o de película
Envase de cartón encerado
Fibras sintéticas
Unicel
Hule
Latas
Poliuretano
PET
Material de construcción y demolición
Algodón
Trapo
Loza y cerámica
Pañales

1.4 Composición de residuos sólidos a escala mundial

El crecimiento poblacional se relaciona directamente con la generación de diversos tipos de residuos que se producen por las diferentes prácticas que el ser humano desarrolla cotidianamente, las cuales van desde actividades de extracción, de transformación, de producción y de consumo. En la actualidad, los procesos de urbanización y de industrialización que impulsan el modelo económico dominante no logran integrar el tema ambiental y el compromiso social en el marco de una política de desarrollo sustentable.

En el año 2015, la generación mundial de residuos fue de aproximadamente 7- 10 billones de toneladas, de los cuales 2 billones de toneladas corresponden a residuos sólidos urbanos (RSU) (ISWA, 2015). La composición de residuos a escala mundial se presenta en la Figura 2.

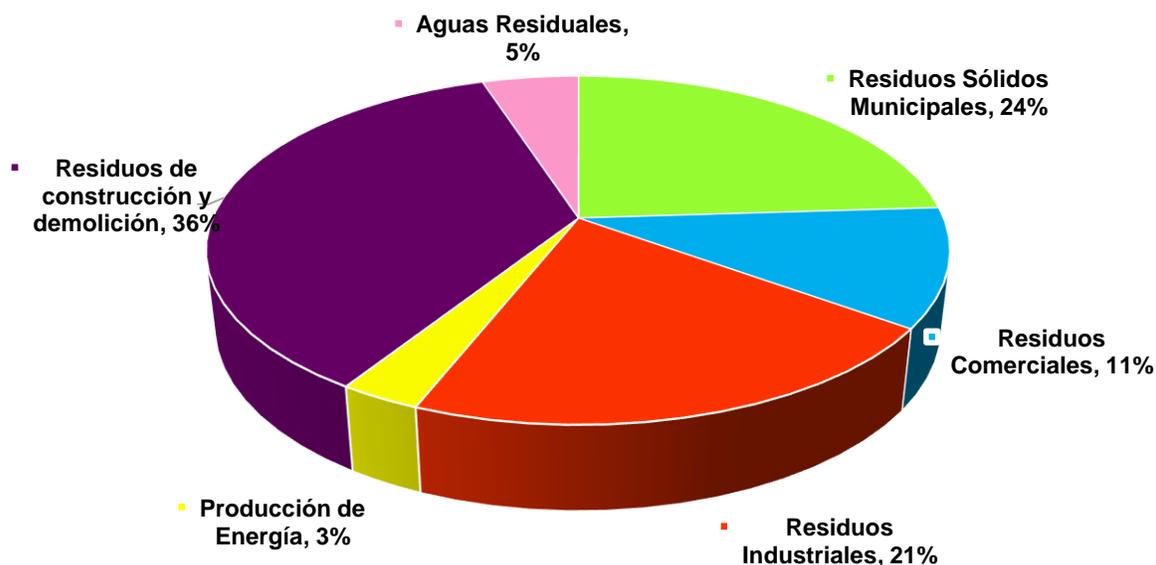


Figura 2. Composición de residuos a escala mundial (Recuperada ISWA, 2015).

Según datos publicados en informes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2017), se estima que el aumento de la población para el 2030 será de 8.500 millones de habitantes, para 2050 será de 9.700 millones y de 11.200 millones para el año 2100, proyecciones basadas en variantes como fecundidad y aumento en el

número de hijos en países en que la media de fecundidad es menor a dos hijos. El crecimiento poblacional representará un aumento de residuos a nivel mundial.

La composición de los residuos sólidos urbanos (RSU) a escala mundial está relacionada con el nivel de ingresos de la población de cada uno de los países, los cuales se clasificarán en cuatro grupos: países con ingresos bajos, medio bajos, medio altos y altos (Figura 3). Las características de la población de los países, sus necesidades y los niveles de consumo serán determinantes fundamentales de las cantidades de residuos generados (Banco Mundial, 2014). Los datos a escala mundial muestran que el tipo de residuos predominantes son los orgánicos, seguidos del papel y del plástico.

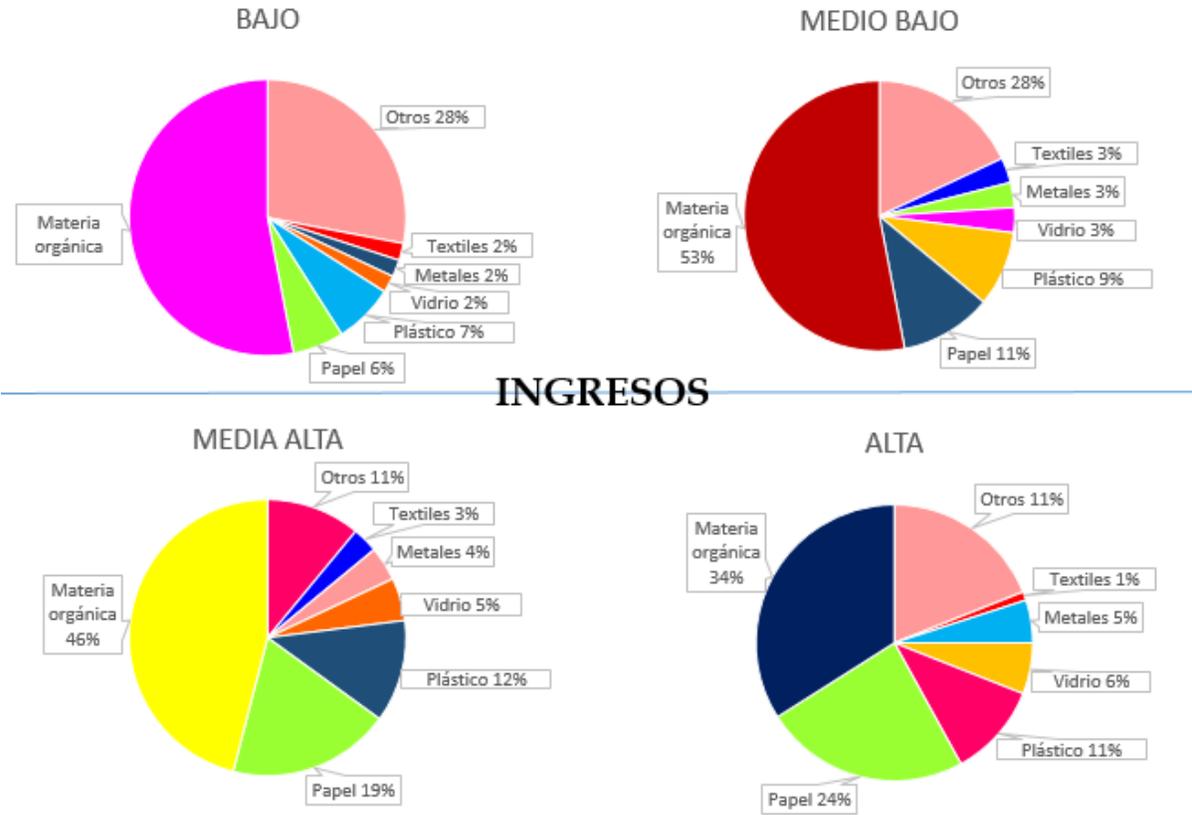


Figura 3. Composición de los residuos sólidos a escala mundial por nivel de ingresos, 2012 (Banco Mundial, 2014).

1.5 Proyección mundial para el manejo de residuos

Muchos son los esfuerzos que buscan direccionar al mundo a un comportamiento más amigable con el entorno, de ahí que la intervención protagonista de diversos Organismos Mundiales (tabla 4), quienes buscan estrategias para mitigar los impactos ambientales producidos por los humanos, especie que hasta la fecha se presenta como una de las mayores amenazas la constitución y el funcionamiento de los ecosistemas.

Tabla 4. Organismos Internacionales en materia ambiental

• Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund WWF)
• Organización Mundial de la Naturaleza (World Nature Organization WNO)
• Acción de la Tierra (Earth Action)
• Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
• Nature Conservancy
• GREENPEACE

Estos organismos han planteado la implementación de sistemas integrales y políticas que respondan a la dinámica demográfica e industrial mediante planes de acción en el marco de sustentabilidad (Banco Mundial, 2014).

1.6 Población nacional en México

El territorio nacional está compuesto por 31 estados y la Ciudad de México. La población en México según la Encuesta Intercensal de 2015 fue de 119 millones 530 mil 753 habitantes (INEGI, 2015). Durante el periodo de 1950 a 2015 la población reflejó un incremento de 93 millones 739 mil habitantes aproximadamente (Figura 4) cifra que implica un mayor consumo y abastecimiento de productos básicos de alimentación, y los bienes que aseguran mantener la calidad de vida (Mazzini, 2015), el incremento de la mancha urbana es una consecuencia principal.

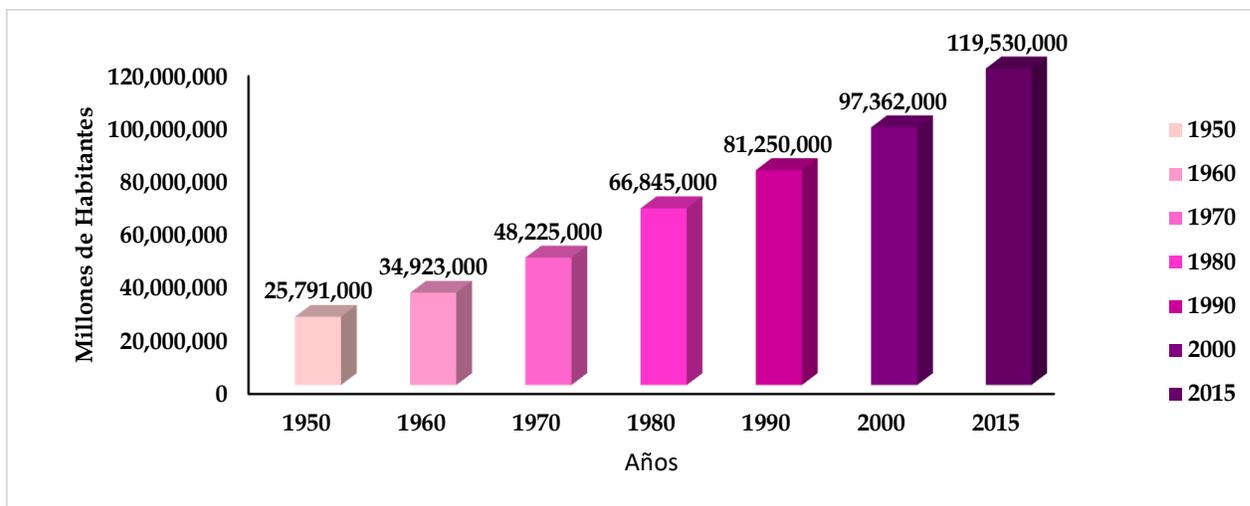


Figura 4. Dinámica poblacional en México 1950- 2015 (Modificada de INEGI, 2015).

1.6.1 Composición de los residuos sólidos urbanos en México

Actualmente la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en México asciende a aproximadamente 102, 887,315 kilogramos diarios (INEGI, 2014). El volumen de generación diaria de RSU representa una cultura ambiental equivocada, la falta de políticas públicas pro-ambientales y los hábitos de consumo de la sociedad en general. Así, se desechan productos que pierden su valor después de ser adquiridos, satisfacen una necesidad en un tiempo reducido y se vuelven obsoletos rápidamente (Guzmán *et al.*, 2011).

En México, la ausencia de una estrategia de Gestión Integral de Residuos y la nula gobernanza encaminada a incentivar la prevención, minimización y separación de los residuos, ha logrado que en la actualidad la optimización en los procesos de recolección, tratamiento y disposición final, sea una problemática evidente, debido a que no se ha logrado establecer la dirección correcta hacia el desarrollo sostenible (Salgado, 2012).

La situación de los residuos, así como su volumen y composición dependen de factores asociados al desarrollo socio-económico de los países, los patrones de consumo que presentan y los nuevos productos y sustancias que ingresan a los mercados de manera continua (Gutiérrez, 2006).

El conocimiento de la composición de los RSU es un factor determinante para establecer la estrategia de manejo que cada tipo de residuo necesita, con la finalidad de recuperar energía, reaprovechar los materiales, y reducir el volumen en los sitios de disposición, los cuales incrementarían su tiempo de funcionamiento.

La SEDESOL (2012), reporta que la composición de los RSU en México es la siguiente manera: materiales ferrosos 1%, aluminio 2%, textiles 1%, materiales no ferrosos 1%, vidrio 6%, plástico 11%, papel, cartón, otros productos de papel 14% (Figura 5). Los residuos que más predominan en la composición total son los de naturaleza orgánica, seguido por residuos de papel, cartón y otros productos de papel y finalizando con materiales de plástico.

No obstante, la información nacional no se encuentra actualizada, las bases de datos oficiales de la composición de los RSU se reportan hasta el año 2012.

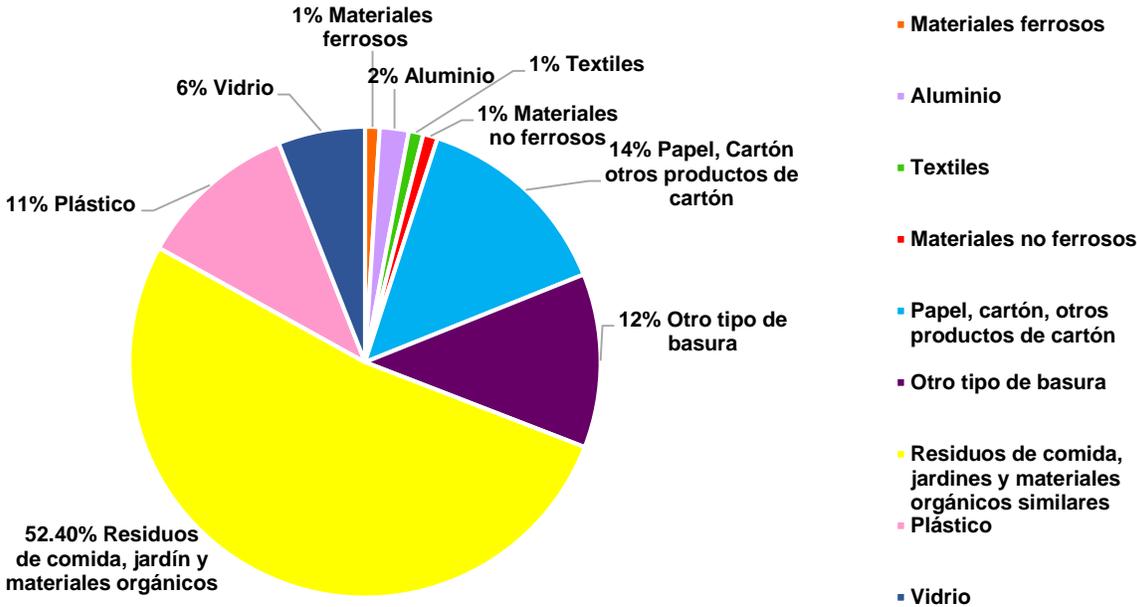


Figura 5. Composición de los RSU en México (SEDESOL, 2012).

1.7 Gestión integral de residuos

La gestión integral de residuos busca establecerse como una política de prevención y de acciones normativas que permitan su aprovechamiento mediante la valorización, tratamiento y disposición final; con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y sociales producidos, incorporando esquemas de responsabilidad compartida con acciones ambientalmente adecuadas, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables (LGPGIR, 2018).

La industrialización, la urbanización y el desarrollo económico que buscan el crecimiento de México, han provocado una creciente demanda de recursos naturales, bienes y servicios con niveles de consumo que se incrementen de manera significativa; trayendo como consecuencia la generación de grandes volúmenes de residuos de diferente naturaleza. La inadecuada disposición, la falta de recuperación para la integración a nuevas cadenas productivas de los materiales susceptibles a valorización, ha hecho que el tema de los residuos siga manifestándose como una problemática alarmante con una necesidad de solución inmediata (Esquer, 2009).

La creciente preocupación social por las condiciones ambientales ha llevado a México a diseñar estrategias e instrumentos encaminados a la búsqueda de soluciones sustentables, con el objetivo de establecer nuevos patrones culturales en la sociedad que fomenten los principios de reducción, reuso y reciclaje. Es importante mencionar que la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos (LGPGIR) busca más allá de la prevención y valorización de los residuos, la adopción de medidas que minimicen el impacto de su generación, desde su extracción hasta su disposición final, reduciendo el consumo de energía y recursos naturales que garanticen la reducción de la huella ecológica (Cortinas, 2016).

1.6 Manejo integral de residuos sólidos urbanos

El manejo integral de los residuos se presenta como uno de los mayores retos para México, dicho proceso comprende diversas etapas que van desde la generación, separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final (Figura 6); teniendo como principio base la adaptación a condiciones y necesidades que permitan el cumplimiento de objetivos de valoración, eficiencia sanitaria, ambiental, económica y social (LGPGIR, 2018).

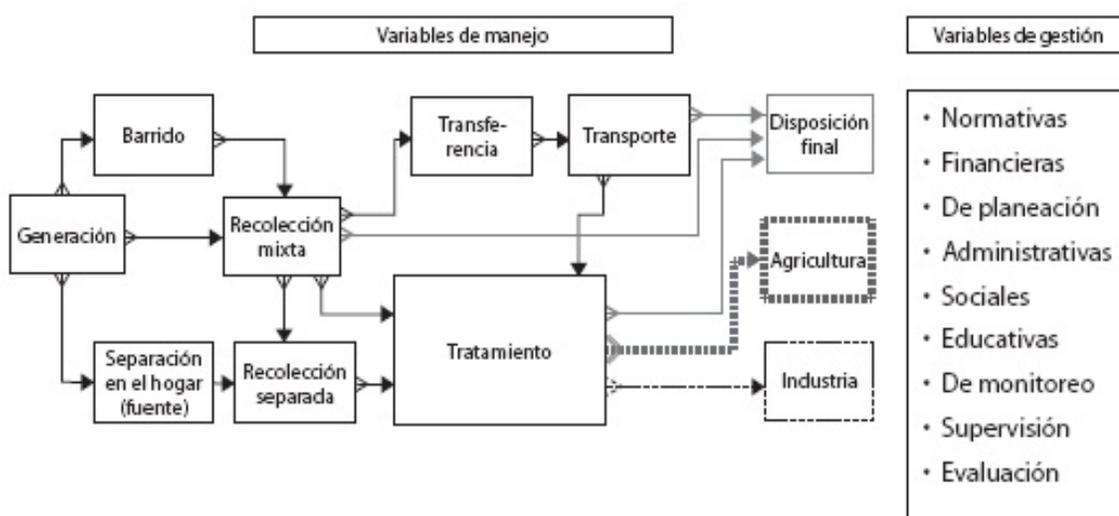


Figura 6. Diagrama general de la gestión integral de residuos (Recuperado SEMARNAT, 2006).

A continuación, se describe cada una de las etapas del proceso de gestión:

Generación: La generación se produce a partir de aquellas actividades humanas que cause la transformación de un material en un residuo, la generación puede presentarse en base a la extracción de materia prima, producción y consumo. Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en México (SEMARNAT, 2017), se estima que la generación diaria de Residuos Sólidos Urbanos asciende a 102,895.00 toneladas, las cuales, debido a la nulidad de una gestión integral adecuada, no han logrado posicionarse como una oportunidad sustentable de aprovechamiento.

De acuerdo a factores tales como el crecimiento demográfico, la industrialización, la urbanización y el consumo, a través de los años el incremento con respecto a la generación de RSU a nivel nacional es indudable (Figura 7), presentando un aumento de 16,544.895 toneladas en el periodo de 2010- 2014.

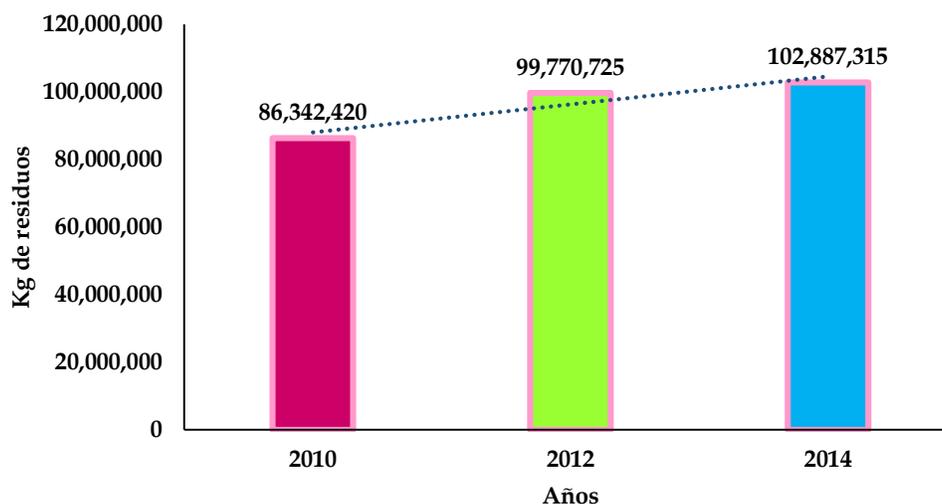


Figura 7. Generación de RSU en México 2010-2014 (Recuperado INEGI, 2017).

Separación: Consiste en clasificar los componentes que conforman los RSU desde la fuente en la cual son generados (LGPGIR, 2018) (Figura 8). La separación tiene la finalidad de reducir la cantidad y el volumen de residuos que van directamente a los rellenos sanitarios (SEDEMA, 2017).

- Separación de Residuos Sólidos Biodegradables (orgánicos): residuos alimenticios, que sirvan como materia para compostaje (SEDEMA, 2017).
- Separación de Residuos Sólidos Reciclables (inorgánicos): Materia prima para reutilización y reciclaje, papel, cartón, plástico, vidrio, metales (SEDEMA, 2017).
- Separación de Residuos Inorgánicos no reciclables: Materiales que difícilmente pueden ser sometidos a procesos de reciclaje (SEDEMA, 2017).
- Separación de Residuos de Manejo Especial o voluminosos: Residuos electrónicos domésticos (SEDEMA, 2017).

Según la LGPGIR (2018), la separación deberá ser:

- Separación Primaria: Separación de materiales orgánicos e inorgánicos.
- Separación Secundaria: Separación de materiales inorgánicos: susceptibles a ser valorizados.
- Separación en la fuente: Evita que al mezclarse los materiales se contaminen unos con otros. Facilita el proceso de clasificación de residuos para fines de reuso y reciclaje de acuerdo a sus características.



Figura 8. Clasificación de RSU

Recolección y transporte: Se define como el conjunto de acciones que comprende la recolección y transporte de los Residuos Sólidos Urbanos al sitio de almacenamiento o disposición correspondiente, haciéndolo de manera eficiente y al menor costo de operación. El método de recolección deberá ser diseñado de acuerdo a las condiciones topográficas y socioeconómicas del área dispuesta, garantizando la eficiencia del servicio. Con lo que respecta al transporte, este se presenta de manera directa o por medio de centros de transferencia (SEDESOL, 2017).

Métodos de recolección:

- Método de parada fija o transporte
- Método de acera
- Método de contenedores
- Método intradomiciliario

Tratamiento y disposición final: Es la etapa final del Manejo Integral de Residuos, en esta etapa los residuos recolectados son dispuestos para su procesamiento y tratamiento correspondiente antes de su disposición final (LGPGIR, 2018).

- **Tratamiento:** Procedimientos de transformación mediante los cuales las características de los residuos son modificados, permitiendo su reducción (volumen), o peligrosidad (LGPGIR, 2018). El objetivo de dicho procedimiento es la reducción de impactos ambientales, darle periodos de vida más largos para los sitios de disposición final y la posibilidad de aprovechar materiales valorizables.

Proceso físico:

1. Separación (manual/mecanizada) que consiste en la recuperación de papel, cartón, vidrio y plástico con fines de comercialización.
2. Trituración: Proceso que busca reducir el volumen de los residuos disminuyendo los costos de transporte.
3. Compactación: Utilizado generalmente en rellenos sanitarios con fines de confinamiento definitivo de los residuos.

Proceso biológico:

1. Composta: Proceso biológico aerobio en donde un conjunto de organismos se encargan de la descomposición de la materia orgánica.
2. Digestión anaerobia: Proceso microbiológico en donde existe una ausencia total de oxígeno logrando que la materia orgánica se degrade.

3. Vermi-compostaje: Proceso de biooxidación y estabilización de materia orgánica mediada por la acción de lombrices de tierra.

Procesos químicos:

1. Hidrólisis: Mediante este proceso se rompen los enlaces moleculares de los residuos para reducir su toxicidad (para residuos peligrosos).
2. Oxidación: En este proceso la presencia de agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono e hipoclorito de calcio se encargan de oxidar la materia orgánica (utilizada para el tratamiento de lodos residuales).
3. Vitrificación: Utilizado para inmovilizar componentes peligrosos de los residuos.

Procesos térmicos:

1. Incineración: Proceso efectivo de tratamiento para residuos peligrosos y no peligrosos. Dicho proceso tiene como prioridad la reducción de peso y volumen de los residuos sólidos mediante la combustión controlada en presencia de oxígeno con la finalidad. En este proceso se genera energía a partir del aprovechamiento de calor.
2. Pirolisis: Consiste en la descomposición térmica de la materia en ausencia de oxígeno transformando la materia en gas de síntesis y carbón.
3. Gasificación: Descomposición térmica de los residuos mediante la ausencia parcial de oxígeno, derivando en una combustión incompleta. Mediante este proceso se pretende obtener gas de síntesis con fines de crear energía y biocombustible.
4. Esterilización: Radiación térmica que inactiva totalmente los agentes infecciosos que se presentan en los residuos peligrosos

Disposición final: Es la acción de depósito o confinamiento permanente de los Residuos, cuyo propósito es evitar la liberación directa al ambiente, con fines de preservación de ecosistemas y prevenir afecciones a la salud humana (LGPGIR, 2018), además de buscar la mitigación directa de los impactos generados al ambiente.

- **Sitios de disposición final**
 1. Rellenos Sanitarios
 2. Tiraderos a cielo abierto
 3. Sitios controlados

En México debido la carencia de una estrategia de educación ambiental integral y de infraestructura apropiada y suficiente han provocado que la disposición final de los residuos este fuera del marco normativo. Hasta el 2013, México registraba 1,882 sitios de disposición final, de los cuales únicamente 245 corresponden a rellenos sanitarios mientras que la cifra restante pertenece a tiraderos a cielo abierto (Méndez, 2013); esta situación representa una amenaza tanto al ambiente como a la salud humana, debido a que se genera de manera directa fauna nociva, diversas fuentes de infección y vectores de enfermedades, olores fétidos, contaminación de mantos acuíferos y ecosistemas terrestres, así como la liberación de gases a la atmósfera.

En el país en general, no se han establecido principios para que la Legislación vigente en materia de residuos y su disposición sea aplicable de manera uniforme, exigiendo que cada gobierno cumpla con las Normas estipuladas que garanticen el goce de un ambiente sano para la población, tal y como lo establece la Constitución.

Los indicadores y los datos estadísticos proporcionados por el Sistema Nacional de Estadística y Geografía (2014), mostraran la situación del manejo de los residuos a Nivel Nacional (Tabla 5), así como el número de Municipios y Delegaciones que plantean la aplicación de una Gestión Integral como modelo fundamental, centros

de acopio para materiales valorizables y cantidad de residuos en sus distintos tipos que llegan a dichos sitios.

Tabla 5. Residuos sólidos urbanos en México (Recuperado de INEGI, 2014).

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN MÉXICO (2014).	
Número de Municipios y Delegaciones con Servicio de Recolección y Disposición Final de RSU (2014)	2,266
Número de Municipios y Delegaciones con estudios sobre la composición de los RSU (2014).	134
Número de Municipios y Delegaciones con estudios sobre la generación de los RSU (2014).	109
Número de Municipios y Delegaciones con programas locales orientados a la Gestión Integral de RSU (2014).	108
Cantidad promedio diario de Residuos plásticos recolectados en Centros de Acopio (2014).	22, 686 kg
Cantidad promedio diario de Residuos electrónicos y electrodomésticos recolectados en Centros de Acopio	5, 067 kg
Cantidad promedio diario de Residuos de vidrio recolectados en Centros de Acopio (2014).	10, 644 kg
Cantidad promedio diario de Residuos de fierro, lámina y Acero recolectados en Centros de Acopio (2014).	14, 139 kg
Cantidad promedio diario de Residuos de Cobre, broce, plomo recolectados en Centros de Acopio (2014).	1, 362 kg
Cantidad promedio diario de Residuos de Aluminio recolectados en Centros de Acopio (2014).	1, 386 kg
Cantidad promedio diario de Residuos de PET recolectados en Centros de Acopio (2014).	59, 195 kg
Cantidad promedio diario de Residuos de papel y cartón recolectados en Centros de Acopio (2014).	39, 874 kg
Número de Municipios y Delegaciones que administran centros de acopio de materiales valorizables (2014).	97

Número de Estaciones de transferencia RSU (2014).	101
Cantidad promedio diario de RSU recolectados obtenidos mediante el método: vehículos, capacidad, viaje (2014).	40, 035, 867 kg
Cantidad promedio diario de RSU recolectados obtenidos mediante el método: pesaje (2014).	54, 235, 110 kg
Número de Municipios y Delegaciones sin servicio relacionado con el manejo de RSU (2014).	141
Número de Municipios y Delegaciones con servicio de recolección, disposición final y tratamiento de RSU (2014).	48
Número de vehículos con compactador utilizados para la recolección de RSU (2014).	10, 187
Cantidad promedio recolectada de RSU (2014).	102, 887, 315 kg
Número de vehículos con caja abierta utilizados para la recolección de RSU (2014).	4, 272
Número de vehículos utilizados para la recolección de RSU (2014).	15, 838

1.8 NOM-083- SEMARNAT-2003

La legislación ambiental vigente en México incluye la NOM- 083- 2003, la cual es el instrumento para establecer el sitio, construcción, diseño, operación y monitoreo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial frente a su disposición final, esto con fines de protección al ambiente (DOF, 2015). La finalidad de dicha Norma, radica en la manera en la que los residuos serán dispuestos, cumpliendo con los objetivos base como la gestión integral, principios de prevención, minimización, valorización y mejora de la disposición final a la cual los residuos sólidos serán sometidos y que la Norma estipula, teniendo como fin la homogeneidad, compactación y reducción del volumen de los residuos mediante el recubrimiento de los mismos.

1.9 Política de las 3 “R’s”

La adaptación a distintas estrategias que garanticen la minimización de impactos ambientales provocados por los hábitos de consumo y la generación de residuos se manifiesta como una opción de integración a una visión diferente, enfocada a la sustentabilidad, donde se exploren las maneras de disminuir, aprovechar y valorizar los residuos hacia una economía circular, asociados a hábitos de consumo responsables.

Para esto, se ha desarrollado un esquema a escala mundial conocido como política de las 3 “R’s”, iniciativa que busca en principio disminuir la cantidad de residuos que llegan a sitios de disposición final. La LGPGIR define los siguientes términos de la siguiente forma:

Reducir: Disminución de consumo y productos usados que necesiten tratamiento o disposición final.

Reutilizar: Es el proceso mediante el cual se emplea un producto con el mismo fin para el que fue producido.

Reciclar: En este proceso los residuos sufren una transformación en sus características mediante un proceso de producción con el fin de reincorporarlos como materia prima a nuevos ciclos productivos.

Valorización: Se entiende como aquel procedimiento encaminado al aprovechamiento de los recursos de residuos mediante técnicas que no comprometan a la salud humana ni al Ambiente.

La correcta aplicación de dichas estrategias ambientales, buscan establecer resultados favorables en aspectos tanto económicos, sociales y ambientales, debido a que se reducirían pérdidas energéticas, de recursos naturales, se evitaría liberar gases tóxicos a la atmósfera, se minimizaría la generación de fauna nociva por la mala disposición de los Residuos, aumentaría el tiempo y el espacio dentro de los

sitios de disposición final y los costos de transporte serían reducidos de igual manera; optimizando y desarrollando estrategias bajo un esquema de sustentabilidad.

1.10 Población y residuos. Situación en el estado de Morelos y en el Municipio de Cuernavaca

El estado de Morelos es considerado como uno de los Estados con mayor índice de población (INEGI, 2015), se coloca en el lugar número 23 a nivel Nacional, con una población de 1, 903, 811 habitantes. El Estado cuenta con 33 municipios dentro de los que destaca Cuernavaca, mismo que presenta el mayor número de pobladores por encima de los demás Municipios. La generación de RSU está directamente asociada a la población de un determinado lugar. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reporta la generación de RSU a nivel estatal y municipal para el periodo de 2010- 2014 (Tabla 6), sin embargo al carecer de información actualizada se han estimado los valores para el año 2015, lo que arroja una generación *per-cápita* de 1.30 kg a nivel estatal para el mismo año.

Tabla 6. RSU generados en el estado de Morelos y el municipio de Cuernavaca (Modificada de INEGI, 2014).

		2010	2014	2015
Estado de Morelos	Población	1, 777, 227	1, 899, 306	1, 903, 811
	RSU	1, 401, 360 kg	1, 453, 941 kg	2, 474, 954. 3 kg
	RSU Per Cápita	1.26G	1.30g	1.30 kg
		2010	2014	2015
Municipio de Cuernavaca	Población	365, 168	383, 562	366, 321
	RSU	400, 000 kg	402, 390 kg	348, 004. 9 kg
	RSU Per Cápita	0.92 kg	0.95 kg	0.95 kg

La composición de los residuos sólidos urbanos en el estado de Morelos reportados por la *Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos* y su Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (EGIREM, 2017) muestran como los materiales orgánicos predominaban, seguidos por los plástico y el papel (13% y 10% respectivamente) (Figura 9), representando 182,176.80 kg de plásticos sobre el valor estipulado en la generación total de residuos sólidos urbanos.

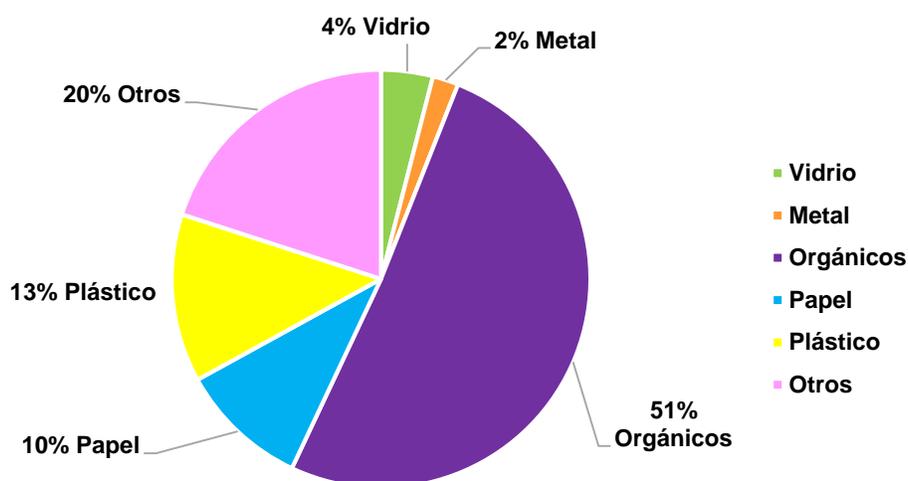


Figura 9. Composición de RSU en el estado de Morelos (EGIREM, 2017).

2 Industria del plástico en el mundo

La producción de plástico a nivel mundial, se presenta como un fenómeno crítico; debido al incremento en su fabricación, impulsado por factores tales como el crecimiento industrial, el modelo económico, la urbanización y la sobrepoblación que demanda cada vez más cierto tipo de polímeros. Según datos publicados para el año 2015, la producción mundial fue de 322 millones de toneladas, de las cuales 270 millones de toneladas correspondían a productos transformados a plásticos, mientras tanto los 50 millones de toneladas restantes, se destinaron a la fabricación de diversos productos tales como revestimientos, adhesivos, dispersores, pinturas y barnices, por mencionar algunos (Plastic Europe, 2016).

A pesar de que el plástico se posiciona como uno de los materiales predominantes en el mundo, dichas resinas se caracterizan por su funcionalidad, de las cuales se desprende el volumen de producción generado, estimando hasta el año 2015, que los termoplásticos se posicionaron a escala global como uno de los cuales se producen en mayor volumen, presentando 305 millones de toneladas anuales, de los cuales el 90% se refiere a plástico estándar, 9% a termoplástico estándar y tan solo el 1% a plásticos biodegradables (KI Polyglobe, 2015).

Dentro de los países que se reportan por su gran capacidad productiva de plásticos se encuentra en el Continente Asiático, Europa, Norte América, África y antiguos estados de la CEI (Figura 10).

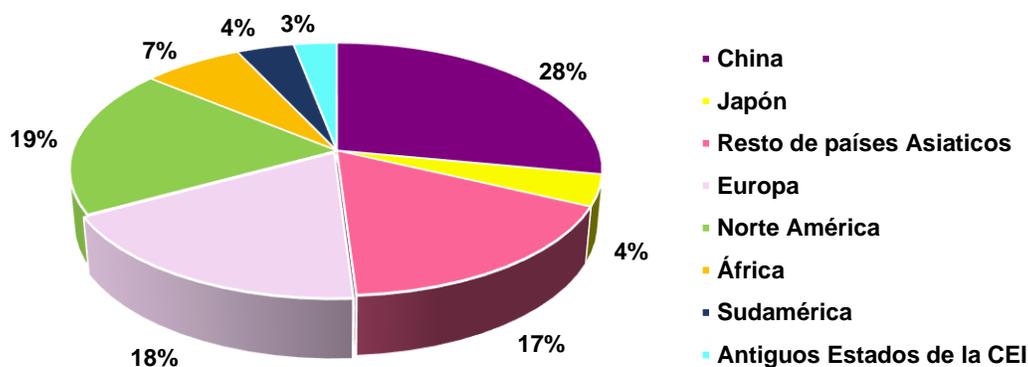


Figura 10. Principales países productores de plástico a escala global (PMRG).

Sin duda alguna, el plástico en la actualidad resulta ser uno de los materiales más necesarios, esenciales y comunes para el desarrollo tanto industrial, productivo y de consumo final alrededor del mundo, aun cuando dicho material también figura como uno de los materiales más difíciles e imposibles de asimilar por el Ambiente.

A pesar de que el plástico figura como uno de los materiales más innovadores y con mayor empleo en materia de aplicaciones en diversas ramas productivas, por sus componentes constitutivos no se considera un material biodegradable si no como

parte de los materiales acumulativos, presentándose así como uno de los impulsores de la nueva Era conocida como “Antropoceno” (Castro, 2011).

Estimaciones internacionales señalan que el consumo global de plástico *per cápita* de 1980 a 2015 se ha incrementado de manera importante, de acuerdo a la Figura 11 (Plastic Europe, 2016).

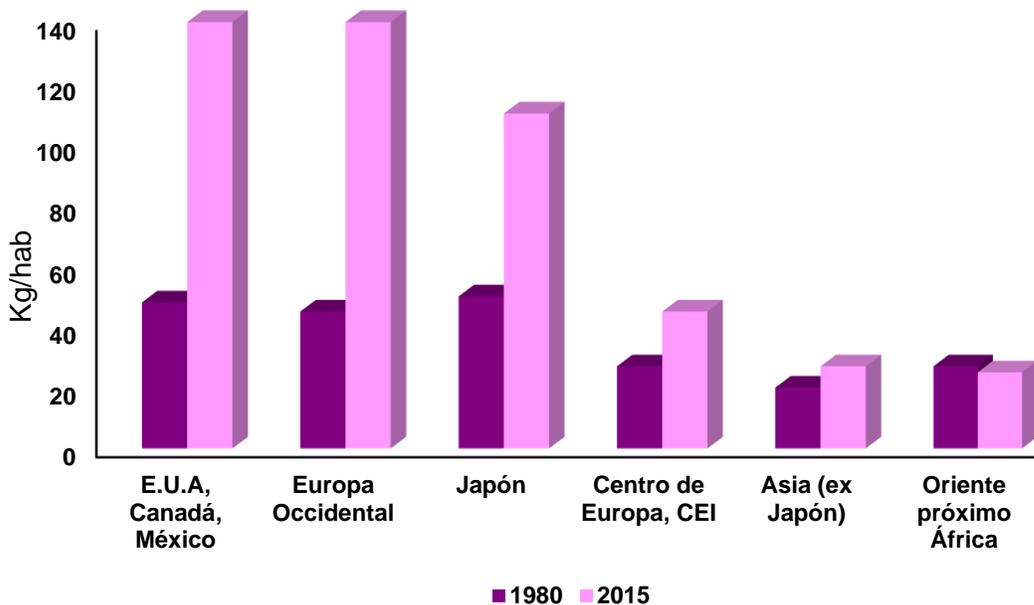


Figura 11. Consumo de plástico en kg/habitante por región (Plastic Europe, 2016).

A escala mundial, la industria del plástico ha presentado variaciones en su producción debido a factores de dependencia directa tales como el aumento en el precio de su materia constitutiva; el petróleo. Sin embargo, las reservas existentes en diversos países del mundo tales como Arabia Saudita y los Emiratos Árabes, no han logrado frenar la producción y uso de dicho material (Castro, 2011).

Se estima que la producción de plástico hasta el 2017 ha sido de 8,300 millones de toneladas métricas. En el 2015 se registraron cerca de 6,300 Mt. de residuos plásticos, a los cuales se les asignaron diferentes tipos de tratamiento, con la finalidad de someter a dicho material a diversos fines, tales como recuperación de energía,

desaparición y alargamiento de su ciclo de vida cuando estos cumplen con un ciclo preestablecido (Geyer *et al.*, 2017).

Sin embargo, en la actualidad no se ha logrado visualizar una manera más sustentable de manejo post consumo para los polímeros debido a que su recuperación es mínima y su destino final incluye tanto a ecosistemas terrestres como marítimos (Geyer *et al.*, 2017).

Además, la producción de las resinas plásticas será determinada por la demanda de cada sector y el uso de los materiales, tal y como se muestra en la figura 12.

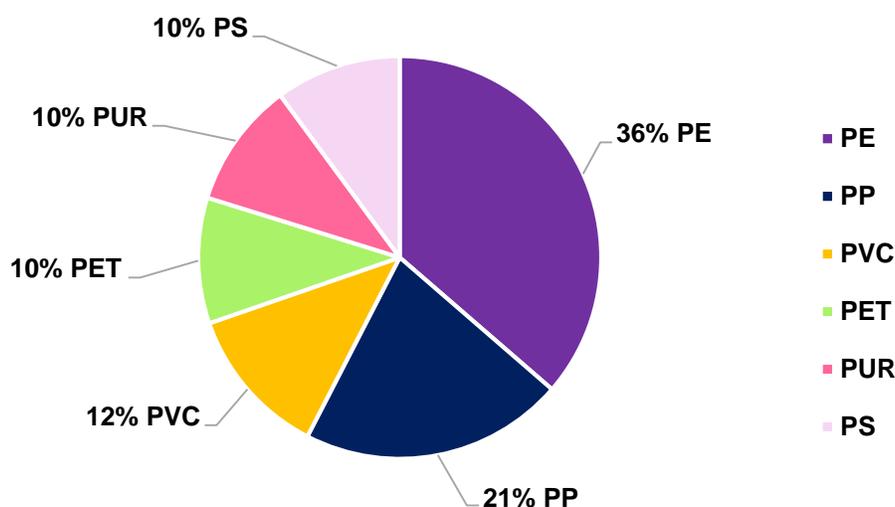


Figura 12. Producción de diferentes tipos de plástico a escala mundial (Geyer *et al.*, 2017).

2.1 Industria del plástico en México

Actualmente la industria del plástico, integrada por el sector petroquímico y de manufactura, representa uno de los flujos económicos más importantes en el país, debido al dinamismo predominante de dicha actividad, proveen a más de 50 ramas económicas y productivas gracias a la diversidad de sus productos y funcionalidad de uso (INEGI, 2015). En México, la industria del plástico se presenta como fuente de crecimiento potencial y activadora de la economía nacional. De acuerdo a las características que presentan los polímeros, estos logran ser incorporados a procesos

productivos y forman parte esencial de la cadena de valor de productos finales, logrando que la demanda de los sectores industriales por el plástico incremente de manera considerable (Góngora, 2014). Según datos del INEGI, el Producto Interno Bruto (PIB) del plástico fue de \$207,060,000.00 durante el periodo comprendido de 2013-2015 (INEGI, 2015), lo cual ratifica la importancia que tiene dicho sector en el desarrollo económico del país.

Mediante el Sistema de Clasificación de América del Norte (por sus siglas SCIAN), el volumen de producción de productos plásticos, en particular los envases y frascos de plástico con fracción 326160, podrá ser recopilado, analizado y estimado de manera adecuada. La aplicación del SCIAN permite obtener los datos económicos homologados del país (INEGI, 2017).

La producción de envases y botellas elaboradas a partir de material plástico es estimada a partir del año 2015 al segundo mes del 2018 (Tabla 7), esto con el objetivo de poder analizar el fenómeno objeto de estudio.

Tabla 7. Producción anual de envases y botellas de plástico en México (INEGI, 2018).

Producción Anual de envases y botellas de plástico en México						
Clasificación SCIAN 326160						
Año	De hasta 1/ 8 L.	De más de 1/ 8 hasta 1/4 L.	De más de 1/ 4 hasta 1/ 2 L.	De más de 1/ 2 hasta 1 L.	De más de 1 L. hasta 4 Lts.	Producción General Total por año
2018	128,562	108,992	207,723	753,500	79,729	1,278,506
2017	792,015	641,583	1,263,556	5,392,033	515,251	8,604,438
2016	842,335	678,546	1,174,037	5,269,500	468,185	8,432,603
2015	780,136	700,743	936,648	4,704,743	479,056	7,601,326
Volumen/ miles de piezas	2,543,048	2,129,864	3,581,964	16,119,776	1,542,221	25,916,873

La producción (en volumen de miles de piezas) generadas durante el periodo de tiempo 2015 al segundo mes del 2018, según datos proporcionados por el Instituto de Estadística y Geografía 2018, ascendió a 25 millones 916 mil 873 piezas de envases y botellas de manera general. La segmentación de la producción en porcentajes se observa en la Figura 13.

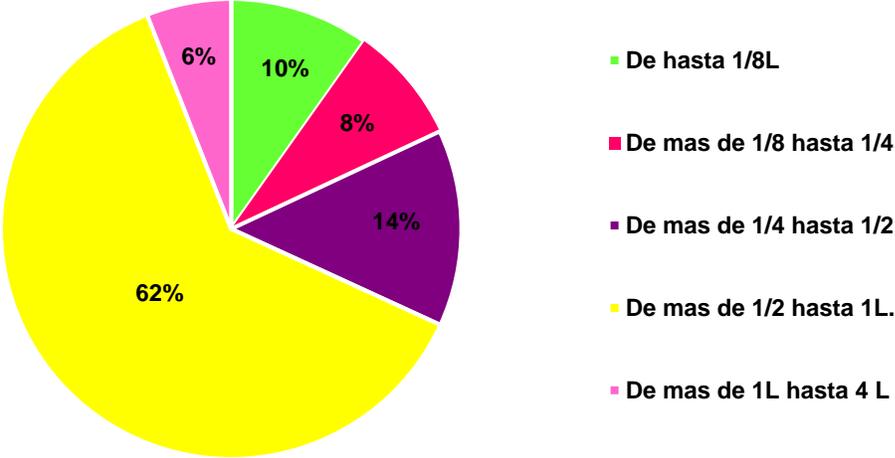


Figura 13. Segmentación de producción de botellas y envases de plástico en México 2015-2018 (INEGI, 2018).

El plástico se presenta como parte fundamental en la cadena de producción de diversos productos en diferentes sectores industriales, dándole funcionalidades distintas en base a las características que correspondan a las necesidades de cada sector (Figura 14).

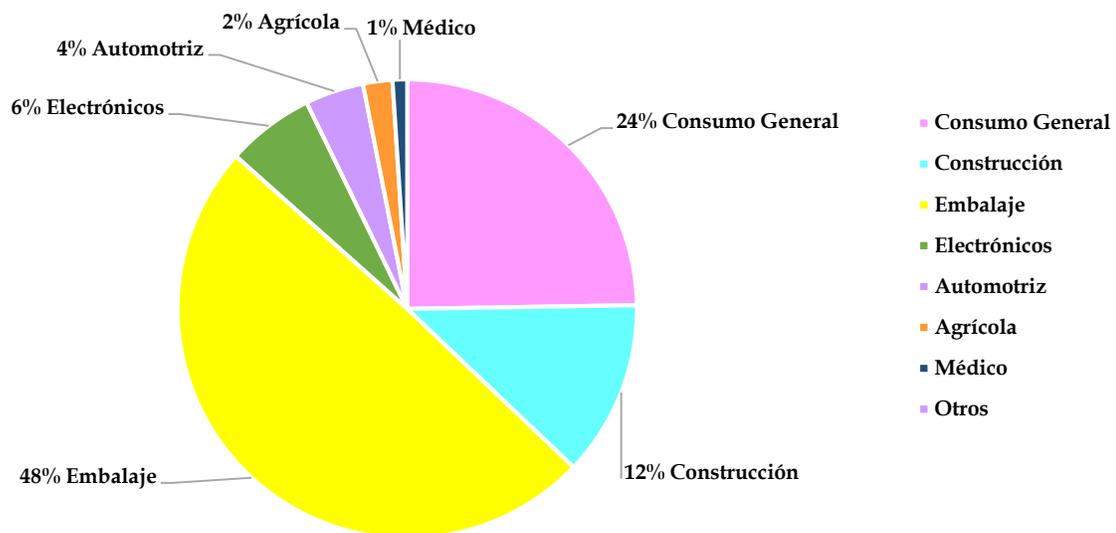


Figura 14. Segmento de consumo de plásticos (ANIPAC, 2017).

2.1.1 Adquisición de agua embotellada en México

Según datos del Censo y conteo de población y vivienda (Encuesta Intercensal 2015), en México se estiman 31, 949, 709 viviendas particulares, comparado con el registro de 1990, muestra un aumento del 49.3% lo que representa cerca de 15, 766, 399 viviendas más en un lapso de 25 años (Figura 15).

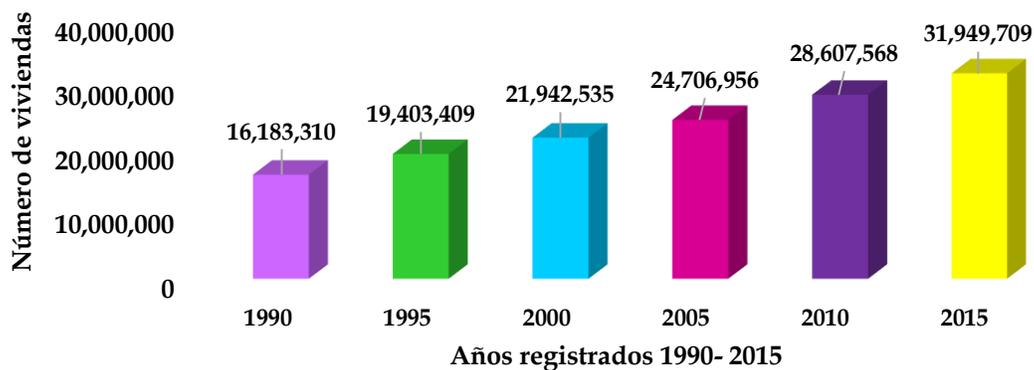


Figura 15. Número de viviendas registradas en México 1990- 201. (Elaboración propia con dato de INEGI, 2015).

El incremento del registro de viviendas en México, depende directamente del aumento de la población a través del tiempo en una zona geográfica determinada del Territorio Nacional. El estado de Morelos y el municipio de Cuernavaca hasta el año 2010 registraron los datos de número de viviendas que se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Número de viviendas registradas en el estado de Morelos y el municipio de Cuernavaca en el 2010.

Número de viviendas Registradas en el estado de Morelos y municipio de Cuernavaca hasta 2010	
Morelos	649, 678
Cuernavaca	132, 224

El incremento de la población delimita el grado de la adquisición de bienes de consumo básico; así como los hábitos en los patrones de consumo actual, entre los que destaca el consumo de agua embotellada.

Según datos del Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA) del INEGI; entre 2016 y 2017 mostró que tres de cada cuatro hogares en México consumen agua de garrafón o agua embotellada esto derivado de cuestiones salubres, de olor, color y densidad del agua proveniente de los grifos; teniendo un aumento del 5% en relación con el registro de 2015. Actualmente los hogares mexicanos destinan \$52.00 M/N del gasto semanal para el consumo de agua. En el caso del estado de Morelos y del municipio de Cuernavaca, de acuerdo al número de viviendas habitadas el gasto en términos monetarios para consumo de agua embotellada se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Estimación económica de gasto de agua embotellada/ vivienda en el estado de Morelos y municipio de Cuernavaca

Estado de Morelos			
649, 678 viviendas	Semanal	\$ 33,783,256.00 m/n	\$52.00 m/n semanal por hogar
	Mensual	\$ 135,133,024.00 m/n	
	Anual	\$ 1,621,596,288.00 m/n	

Municipio de Cuernavaca			
132, 224 viviendas	Semanal	\$ 6,875,648 .00 m/n	\$52.00 m/n semanal por hogar
	Mensual	\$ 27,502,592 .00 m/n	
	Anual	\$ 330,031,104 .00 m/n	

3. Plástico

El plástico se presenta como un material que forma parte fundamental de las actividades cotidianas de los seres humanos, gracias a sus propiedades moldeables que permiten crear una extensa gama de productos en diversas formas y con funcionalidades variadas. Las características de los polímeros tales como: bajo costo, impermeabilidad, diversa funcionalidad, bajo peso, en comparación con las características de otros materiales, ha logrado que el volumen de generación incremente considerablemente y que el uso en diferentes sectores sea cada vez mayor.

La elaboración de plástico se genera a partir del uso de recursos no renovables (combustibles fósiles) tales como: petróleo, gas natural y carbón, siendo el principal componente el petróleo. Los polímeros entonces se caracterizan por ser materiales inorgánicos persistentes que dependiendo de la clasificación en la que se encuentren, se determinará el tiempo que tardará su degradación (Meré, 2009). Se estima que cerca de 18.7 toneladas de petróleo son requeridas para un aproximado de 3.75 toneladas de plástico fabricado (Hernández *et al*, 2015).

En México el volumen de producción de todo tipo de productos que tienen como constitución el material plástico asciende a cifras estratosféricas, aun cuando estimar las cantidades específicas es una tarea difícil, tan solo de botellas de plástico en sus diferentes tamaño, hasta el segundo mes del 2018 se estima una producción de 1,278,506 unidades, lo que representa una cantidad considerable para que este fenómeno sea visualizado como un problema tanto en su producción como en su disposición final y recuperación (Figura 16).



Figura 16. Ciclo de vida de los plásticos (Elaboración propia)

3.1 Tipos de plástico

El plástico se presenta como uno de los materiales más persistentes en el ambiente debido principalmente a su composición química, sin embargo a pesar de que la situación actual por el uso de dicho material no es favorable, constituye uno de los materiales más comunes en la vida cotidiana.

Los plásticos se identifican por dos formas: Por su naturaleza y por su estructura. Los plásticos naturales se obtienen de la extracción de sustancias de composición natural (látex, caseína de la leche y celulosa); mientras que los sintéticos son elaborados a partir de combustibles fósiles. Los de estructura interna se dividen en tres grupos: termoplásticos, termoestables y los elastómeros (OCW, 2017).

Termoestables: Son aquellos que después de ser moldeados y formados, no pueden modificarse, puesto que si son sometidos al proceso de re procedimiento las propiedades originales que poseen pueden ser alteradas.

Elastómeros: Estos se caracterizan por su elasticidad y resistencia, recuperan su forma original después de haber ejercido cualquier tipo de fuerza sobre ellos. De fácil degradación puesto que se presentan como polímeros intolerantes a las altas temperaturas lo que dificulta su reciclaje.

Termoplásticos: Debido a que mantienen sus propiedades, pueden ser reciclados (no más de 5- 7 veces). Pueden ser sometidos a un re procedimiento y formar nuevos objetos ajenos al original. Estos son clasificados mediante un código de identificación mundial, el cual se presenta como un código normado, expresado con números del 1 al 7 dentro de un triángulo de flecha y que permitirá determinar las propiedades del tipo de plástico y su funcionalidad de acuerdo a la numerología (Tabla 10).

Tabla 10. Clasificación de los termoplásticos y su funcionalidad (Recytrans, 2013).

Código	Siglas	Nombre	Usos	Productos elaborados a partir de su recuperación
	PET	Tereftalato de Polietileno	Botellas, empaques, partes de electrodomésticos	Fibras de poliéster, muebles, alfombras, ropa, tejas, escoba.
	PEAD	Polietileno de alta densidad	Contenedores de alimentos, cajas para congelación, recubrimiento de mesas para amasado, cubiertas de mesa de laboratorio, gabinetes, muebles, mezcladores.	Canastas de bebidas Materas Envases Mangueras
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías, botellas de shampoo de aceite, garrafones, loseta, calzado, películas.	Llaveros Señalización de vías Mangueras
	PBD	Polietileno de baja densidad	Juguetes, bolsas plásticas, botellas retornables, utensilios desechables, películas estirables para empaque y embalaje.	Bolsas para la basura Mangueras
	PP	Polipropileno	Juguetes, empaques de alimentos, muebles, artículos domésticos.	Hebillas para el pelo, ganchos para colgar ropa
	PS	Poliestireno	Aislantes térmicos en construcción, juguetes, electrodomésticos.	
	Otros	Resinas epoxídicas Resinas Fenólicas Resinas Amídicas Poliuretano	Biberones, cd, carcasas de electrodomésticos.	Hebillas de cabello

En México el mercado de consumo de productos elaborados a partir del plástico es variado y depende de la actividad en la que se ocupe y cuales sean los usos, ya que las características de los componentes de las resinas determinarán para que sector estará destinado su uso. La segmentación en el consumo del tipo de plástico para el año 2011 se manifestó como se presenta en la Figura 17.

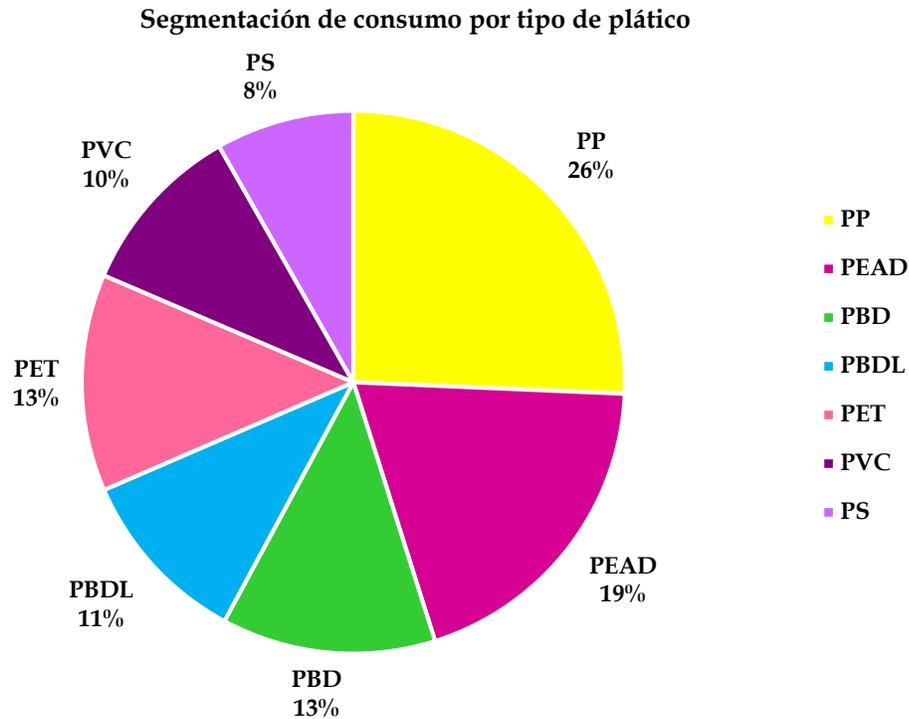


Figura 17. Segmentación de consumo por tipo de plástico (Modificado de Ortiz, 2011).

3.2 Legislación vigente en materia ambiental y de residuos en México

Actualmente en México los temas relacionados con el ambiente no tienen una alta prioridad a pesar de la necesidad urgente de remediar y minimizar los impactos provocados por la sociedad y sus actividades. Sin embargo, existen innumerables instrumentos normativos que buscan establecer el balance entre las esferas social, económica y ambiental.

La legislación vigente en materia ambiental y de residuos se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Legislación vigente en materia ambiental y de residuos en México (Cámara de Diputados, 2017)

Instrumento	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Establece como principio el desarrollo y bienestar de la Nación, estipulando los derechos que por Ley nos corresponden.
LGEEPA	Pone de manifiesta la preocupación social por las condiciones ambientales actuales, en esta Ley se establecen las atribuciones para los Estados, Municipios y la Federación
LGPGIR	Introduce el esquema de Gestión Integral de Residuos bajo los principios de: Prevención, valorización y manejo integral. Estipula la Responsabilidad compartida, el que contamina paga, Remediación de sitios contaminados.
Ley de Aguas Nacionales	Tiene por objeto regular la Explotación, uso y aprovechamiento de las aguas Nacionales, su distribución y control así como su preservación con fines de un desarrollo sustentables.
Ley General de Vida Silvestre	Hace manifiesto en conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua
Ley de Desarrollo Forestal Sustentable	La presente Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

3.2.1 Norma Mexicana NMX-E-232-CNCP-2011

Esta Norma Mexicana establece y describe los símbolos de identificación que deben tener los productos fabricados de plástico en cuanto al tipo de material que se utiliza, con la finalidad de facilitar su selección, separación, acopio, recolección, reciclado y/o reaprovechamiento.

Es aplicable a todos aquellos productos fabricados de plástico, comercializados en el territorio nacional, quedando excluidos aquellos artículos que por su tamaño no sea factible incluir el símbolo que identifique al material de manera legible, así como aquellos productos que sean reprocesados por el fabricante (reciclaje post-industrial).

3.3 Problemática ambiental generada por los plásticos

La problemática que se genera por el uso de los plásticos es innegable, ya que se presentan desde su producción, composición y disposición final, afectando el los ecosistemas acuáticos y terrestres (Perdomo, 2002).

Es posible observar como el entorno natural y urbano se deteriora con la presencia de los productos elaborados a partir del plástico, elemento fundamental de la industria de la manufactura y material asociado a la vida cotidiana contemporánea. Se pronostica que para el 2021 el consumo anual de botellas será de aproximadamente medio billón (Laville, 2017), cifra que implica que la problemática se incrementará de manera significativa si no se establecen soluciones como principio fundamental y prioritario.

La problemática se origina a partir del consumo desmesurado e inconsciente de materiales plásticos de un solo uso, sin considerar las implicaciones del pósconsumo y la extracción de los recursos naturales para su fabricación (Fernández, 2014).

Los plásticos tienen diversos impactos en el ambiente, por ejemplo su lenta degradación oscila entre 500 y 800 años, impidiendo que en los mares y en los suelos

se puedan degradar. Con el paso del tiempo los plásticos naturalmente se van fragmentando en pequeñas partículas que se incorporan a los mares, océanos y suelos (Ortíz, 2003).

Los cuerpos de agua superficiales son los sitios más vulnerables a la contaminación por plásticos, la disposición de estos materiales en hábitats acuáticos provoca que los animales confundan los residuos con alimento y sufran sofocación. Según datos de la ONU (2018), se estima que cerca de 100 mil organismos marinos han muerto a causa de intoxicación por plásticos.

La mayoría de los plásticos están constituidos de petróleo y cuando hay grandes derrames la vida de las plantas y organismos microbianos suele alterarse afectando al resto de la cadena trófica (Barnes *et al.*, 2009). Actualmente se estima que el 80% de los plásticos que se encuentran en los océanos provienen de actividades terrestres, de los cuales el 50% se encuentran hundidos en la profundidad (Plasticocean, 2017).

De acuerdo con datos de la ONU (2018), cerca de 5 billones de bolsas de plástico se producen al año y cerca de un millón de botellas se compran por minuto, lo cual hace evidente la irresponsabilidad de los seres humanos ante la generación de problemas tales como a la liberación de gases efecto invernadero, el consumo de recursos naturales y el incremento en el volumen de residuos plásticos y su inadecuada disposición.

Otro de los problemas provocado por los plásticos y que es uno de los más evidentes está relacionado con la afectación del paisaje, numerosos sitios son alterados por la presencia de bolsas, botellas, etiquetas, entre otros residuos que fácilmente se logran apreciar (Escalón, 2017). Además, la quema común de plásticos como opción tratamiento, con importantes efectos negativos a la salud humana debido a la liberación de sustancias químicas y elementos altamente tóxicos tales como monóxido de carbono, dioxinas, furanos, a los que se les atribuyen enfermedades

tales como el cáncer, enfermedades respiratorias, migrañas, infertilidad, afectaciones al sistema nervioso, náuseas, entre otros (Riquelme, 2015).

3.4 La resina de tereftalato de polietileno (PET/PETE).

Tras su descubrimiento en el año de 1941, gracias a J.R Whinfield y J.T Dickinson; la resina de tereftalato de polietileno por sus siglas conocido como PET O PETE, se ha posicionado como una de las principales fibras sintéticas utilizadas en la fabricación de botellas y envases en la industria de bebidas, en la industria farmacéutica y cosmética entre otras, encontrando dicho material en casi todos los productos que están a nuestro alcance. Esto representa para la industria del plástico, la búsqueda continua del desarrollo y la adaptación en los envases, esto sin alterar ni modificar las características base para satisfacer las necesidades de aquellos sectores a los que provee directamente (Ruggeri, 2013).

La resina de tereftalato de polietileno se clasifica como uno de los materiales derivados del petróleo. La fabricación industrial del PET inicia con el proceso de someter a presión y temperatura elevada a los componentes básicos (etilen glicol y ácido tereftálico). La resina de PET se presenta en forma de cilindros similares a un chip o a una hojuela (ENVAPET), que una vez iniciado el proceso, son inyectados por una maquinaria a presión a través de un dado con diversas cavidades de los cuales se obtienen las preformas, recipientes que se presentan desinflados y los cuales son sometidos a un proceso de calentamiento, para de esta forma ser introducidos en un molde que les permitirá tomar forma mediante inyección de aire de presión limpio (INEC). El el proceso se describe a continuación (Figura 18):

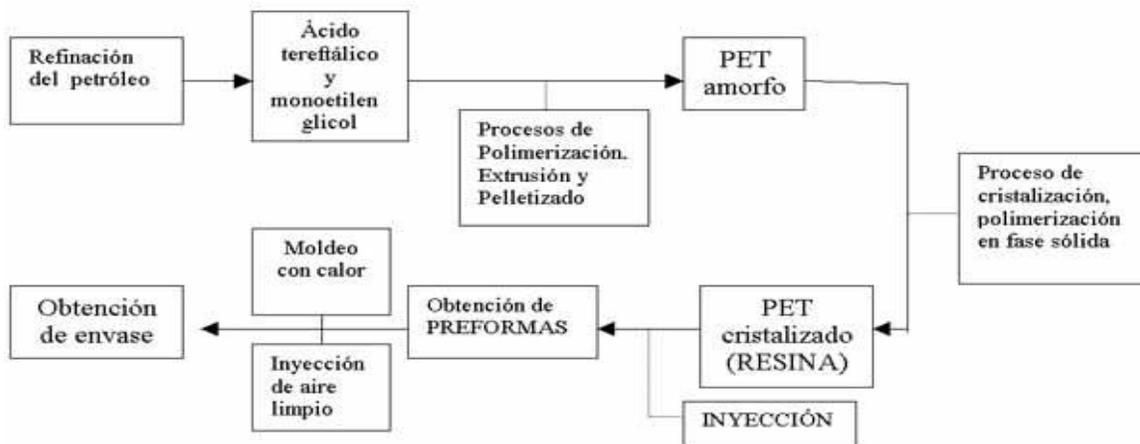


Figura 18. Proceso Industrial para la obtención de PET (Recuperado ENVAPET, 2017).

4 Economía lineal y ambiente

El modelo económico lineal que la sociedad ha adoptado para satisfacer el modo de vida actual, se ha manifestado como uno de los propulsores del desarrollo industrial; pero también como uno de los principales generadores de residuos, extractores de materia prima, energía y uno de los estimuladores del sistema de consumo. Ese modelo de economía lineal no considera la responsabilidad compartida como prioridad y las consecuencias directas son los impactos ambientales (MacArthur, 2015); así se establece el concepto “de la cuna a la tumba” como principio del modelo, descartando completamente la posibilidad de que el residuo sea gestionado e incorporado a nuevos ciclos productivos (González, 2013). Sin embargo, se buscan las oportunidades y los medios necesarios para cambiar y estimular los principios de la sostenibilidad en todos los aspectos; innovando el concepto de “recurso-producto- residuo” (Carhuapoma, 2015), por uno mucho más amigable con el ambiente.

4.1 Economía circular y ambiente

La economía circular se presenta como la base encaminada a la restauración, regeneración y reducción del consumo de recursos naturales y energía que garanticen la minimización del impacto ambiental actual. Mediante el impulso de nuevas decisiones más sustentables que den como resultado nuevas oportunidades económicas y nuevas fuentes de riqueza; generadas por el aporte de valor agregado a los residuos antes de su disposición final (MacArthur, 2015) y así optimizar el ciclo de vida los materiales. La inadecuada aplicación de una economía encaminada a la producción masiva y la extracción de recursos naturales, creando una necesidad para replantearse alternativas de un nuevo sistema productivo que reduzca la utilización de materia virgen, maximizando la reutilización de recursos con el fin de minimizar los problemas ambientales y sociales generados por la aplicación de una economía lineal (MacArthur, 2014).

4.2 El reciclaje en México

La industria del plástico en México, representa uno de los insumos más importantes para la elaboración de diversos productos que son ofertados en diversos mercados y por diversos sectores. Sin embargo el tema del reciclaje en México es un tema complejo y limitado, debido a los pocos programas que fomenten la recuperación de energía y de materiales con fines de integración productiva, debido a la falta de infraestructura adecuada para el procesamiento de residuos plásticos, financiamiento y su bajo valor (Suberza, 2012), es decir, México se enfrenta a grandes retos tanto económicos, sociales, legislativos, de mercados y políticos, los cuales no han permitido el aumento gradual en la tasa de reciclaje de residuos.

La cantidad de residuos plásticos generados ha posicionado a México como uno de los proveedores de materia prima para la elaboración de telas sintéticas para países como China, debido a que a nivel nacional no se han logrado establecer de manera favorable los beneficios del reciclaje, lo que provoca que diversos países aprovechen esta oportunidad.

4.2.1 Mercado de reciclaje en México

La descripción para aquellos residuos que resultan ser valorizables, se encuentra descrito en el término “materiales secundarios o alternativos” (INEC, 2002), y son todos aquellos materiales que resultan ser inútiles después de ser desechados y que en realidad cuentan con un potencial extraordinario en cuestión de reciclaje, aunque para su procesamiento o fabricación demanden gran cantidad de energía.

Se puede mencionar que dichos materiales “secundarios o alternativos” predominan en aquellos sitios de disposición final, llámese relleno sanitario o vertederos, generando una contaminación ambiental severa en mantos acuíferos, ecosistemas terrestres y que son perjudiciales para la vida humana y la vida animal como fue expuesto previamente.

Sin embargo en la actualidad el modelo de sustentabilidad en México no se ha manifestado como una prioridad, debido a que las estrategias impulsadas para rescatar aquellos residuos que pueden volver a la vida útil no han sido los suficientes, además de que la falta de políticas públicas, infraestructura y financiamiento; han frenado cualquier acción que pueda aplicarse con fines de recuperación, sin dejar atrás la demanda de los mercados de residuos los cuales establecen estrictos criterios para la compra de ciertos materiales y que sin su demanda dichos productos, este permanecerán como un desecho (INEC, 2002).

En el caso del plástico reciclado (generalmente en el caso de los envases de PET) existen varias especificaciones que el mercado de consumo demanda, exigencias que muchas veces frenan la posibilidad de seguir el rumbo del reciclaje como una alternativa viable. Las especificaciones a las que el plástico para reciclar debe ser sometido son las siguientes:

- Correcta clasificación de envases y botellas por colores
- Libre de cualquier líquido que pueda formar parte de los lixiviados y que puedan contaminar

- Libre de adhesivos que dificulten la remoción de etiquetas
- Que no sean envases multicapa
- Que los envases grandes no tengan agarradores

Dentro de la problemática para el reciclaje se encuentra que el plástico al someterse a este proceso se convierte en un material opaco, además de que diversos factores influyen en su precio final, tales como su recolección y acopio y el cumplimiento de sus especificaciones antes mencionadas que requieren de mano de obra y tecnología adecuada para cumplirlas, así como el precio de transporte (relación directa entre distancia- peso- volumen) hacia plantas recicladoras o puertos cuando dicho material se exportará (INEC, 2002).

5. La Unión Europea como modelo de sustentabilidad

En la actualidad, la sustentabilidad se manifiesta como un ícono de calidad ambiental para muchos países, en donde el diseño de alternativas han logrado que las 3 "R's" del ambiente sean la llave para minimizar el impacto que el consumo desmedido ha provocado en diversos ecosistemas alterándolos y desapareciéndolos parcialmente, tal es el caso de Europa, que según su informe del 2016, fundamenta su plan de trabajo en la creación de políticas públicas re direccionando el tema de los residuos en un campo mucho más explotado con una fuente de oportunidades imprescindibles, desarrollando tecnología más verde y basando su trabajo en tres principios descritos de la siguiente manera (Comisión Europea en 2016) :

- Crecimiento inteligente: Basando la aplicación de las estrategias en el conocimiento y la innovación de los procesos estandarizándolos, optimizándolos y estandarizándolos.
- Crecimiento sostenible: el crecimiento de la economía basado en la competitividad en el mercado usando racionalmente los recursos de manera adecuada, más sostenible.

- Crecimiento Integrador: Integrando el conocimiento multicriterio e integrando las esferas de la sustentabilidad (económica, social y ambiental).

5.1 Tratamiento de residuos en la UE

El principal objetivo de la aplicación de la política de gestión, es reducir la cantidad de residuos que son llevados a sitios de disposición final, minimizando la problemática que estos generan en ámbitos económicos, sociales y ambientales, utilizando los residuos como materia prima siempre y cuando sea posible, evitando la extracción de recursos naturales, proponiendo de manera jerárquicas las alternativas viables para el cumplimiento de los objetivos (EUROSTAT, 2017):

- Reducir la cantidad de residuos que van directo a los sitios de disposición final
- Promover y ejecutar procesos de reciclado y reutilización
- Minimizar el proceso de incineración
- Limitar uso de vertederos
- Lograr que todos los miembros de la Unión Europea apliques los principios de gestión de Residuos

6. Plan de manejo para residuos

El plan de manejo de residuos se define a sí mismo como el conjunto de acciones encaminadas al bienestar social y ambiental de un sitio, esto con la finalidad de reducir el impacto generado por la generación y disposición de los residuos mediante estrategias de prevención, reutilización y reciclaje de aquellos residuos que pueden alargar su ciclo de vida. El plan de manejo estipulado en la LGPGIR es conceptualizado como “el instrumento cuyo objetivo prioritario radica en minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos en sus distintas clasificaciones bajo criterios ambientales, económicos y sociales” (LGPGIR, 2015).

En la aplicación y el desarrollo de un plan de manejo de residuos destacan los siguientes principios:

- La minimización con respecto a la generación de los residuos
- Evitar la disposición final y fijar alternativas que permitan que los rellenos sanitarios tengan un ciclo de vida más largo
- Fortalecer la cultura Ambiental, así como las cadenas de valor

CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Antecedentes

Existen numerosos trabajos que abordan la problemática originada por los envases de plástico, las alternativas de solución planteadas al problema tienen diversas perspectivas, a continuación, se mencionan algunos casos de estudio seleccionados.

El estudio realizado por Mansilla y Ruiz (2009) aborda la problemática generada por los envases de PET mostrando cifras en donde se destaca que en México el consumo *per cápita* de bebidas en envase de plástico es de 120 litros anuales, el más alto en comparación con Chile (90 litros), Argentina (70) y Perú (50 litros), es por ello que se plantea la alternativa de reducir el volumen de residuos generado por las botellas de PET mediante el reciclaje, como estrategia para obtener fibras de poliéster, que en combinación con otras fibras permiten la fabricación de ropa, relleno de cojines, cortinas, entre otros.

Otro trabajo es el publicado por Moreno (2014), en donde se analizó la problemática relacionada con la basura en la ciudad de Valencia, lo que dio lugar a un conjunto de propuestas para disminuir su generación, a través del aprovechamiento del plástico para la producción de materia prima para la fabricación de nuevos productos.

Por otro lado, Vichique (2010) establece una alternativa de solución al problema de la contaminación por desechos de envases PET, en el municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México; en el trabajo se realiza una investigación de campo para reconocer las actividades de recolección y acopio, con la información obtenida se construyó un indicador de desarrollo sustentable para los envases de plástico postconsumo. Dentro de las alternativas que propone es el reciclaje de dichas botellas, ya señala que además permite ahorrar recursos a los habitantes y enfocar los hábitos hacia una economía sustentable.

Esquer (2009), realiza un análisis del tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU), concluyendo que el manejo adecuado de estos residuos implica la participación del gobierno, industria, comercio y sociedad, dentro de los cuales se debe proporcionar información actualizada que permita el conocimiento de diferentes alternativas y opciones para reducir el impacto en el ambiente; es por ello que el reciclaje es un plan estratégico de minimización que además de reducir costos en la gestión de los RSU, promovería la conservación del ambiente. Además, propone programas como el reuso y la reducción como nuevas e importantes opciones para disminuir la cantidad de residuos que requieren disposición final.

Por último, en el trabajo elaborado por Ibáñez y Corroccoli (2002), al analizar la valorización de los residuos sólidos urbanos, deducen que desde el punto de vista del sector privado, el reciclaje se puede adoptar solo si las ganancias estuvieran asociadas a costos menores incurridos en la recolección, proceso y disposición final de los desechos, con lo cual se tendrían beneficios sociales como un menor impacto ambiental, mejoramiento estético de las ciudades, menores costos por utilización del sitio de disposición, entre otros. Además, determinaron que la rentabilidad social de las plantas de reciclaje y los costos operativos del proceso de reciclaje disminuyen cuando existe una mayor conciencia social, comenzando por la separación de los residuos.

Planteamiento del problema

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018), se estima que de 2015 a los dos primeros meses del 2018, se fabricaron en México 25,916,873 botellas y frascos de plástico. Lamentablemente muchos de estos productos no reciben ningún tipo de tratamiento, incrementando el volumen de residuos sólidos en los sitios de disposición final, reduciendo las oportunidades de que los residuos plásticos de acuerdo a sus características, puedan ser reincorporados a nuevas cadenas de valor, convirtiéndose en materiales alternativos para fabricar otros artículos.

El plástico en general se ha convertido en un problema de índole mundial que provoca la contaminación del ambiente, ecosistemas acuáticos y terrestres, y en la atmósfera debido a los gases que se originan de su combustión. La nula aplicación de sistemas integrales de gestión se suma a la limitada capacidad del entorno para poder degradarlos (Frías, 2003).

Los importantes efectos que tienen los plásticos en el ambiente, derivan de sus características químicas (derivados del petróleo) y su persistencia de entre 100- 500 años (Ortíz, 2013).

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad urgente de revisar las políticas de sustentabilidad en México y en los Estados que conforman el territorio nacional, en virtud de que los problemas ambientales provocados por los residuos plásticos no parecen disminuir y plantea la complejidad para establecer una relación de equilibrio entre los sectores productivos, el social y el ambiental.

Justificación

La degradación ambiental y el deterioro de la calidad de vida son signo elocuente de la racionalidad económica dominante sobre la que se construido la civilización actual (Leff, 1994) y plantean la necesidad urgente de desarrollar estrategias encaminadas a minimizar los impactos ecológicos originados por los residuos.

La generación anual de botellas de plástico en México representa una amenaza latente debido a que su disposición final ha generado alteraciones en ecosistemas terrestres y acuáticos. Así, la sociedad ante la falta de estrategias de manejo de los residuos se ha visto inmersa en un entorno de “basura” como designio del desarrollo.

El desarrollo de estrategias de valorización, reuso y reciclaje de los RSU, específicamente de las botellas de plástico, representan un reto importante para el sector industrial, por ser los productores; el sector gubernamental por ser quien establece políticas ambientales, el sector social como consumidor y el académico como generador de alternativas de solución. Sin embargo, el propósito de fomentar una perspectiva integral de manejo, permitirá la reducción de la huella ecológica de los residuos plásticos, así como la concientización y sensibilización para desarrollar una cultura pro-ambiental.

En el caso de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa; el incremento en la matrícula estudiantil y del personal académico y administrativo, han logrado incrementar el volumen de residuos que se producen dentro del campus, situación que ha creado la necesidad de implementar estrategias sustentables que fomenten acciones tanto de aprovechamiento como de conservación.

Hipótesis

Si se establecen estrategias de educación ambiental encaminadas a la reducción, reuso, reciclaje y valorización de los envases de plástico es posible alcanzar beneficios ambientales, económicos y sociales.

CAPITULO III OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar el estado del arte de los residuos plásticos, para poder proponer Plan de Manejo dentro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa.

Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del manejo de residuos PET en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa.
- Identificar las bases para desarrollar un Plan de Manejo para los residuos de PET en el Campus Chamilpa.

Diseño de la investigación

A continuación, se presenta el diagrama general de la estrategia metodológica.

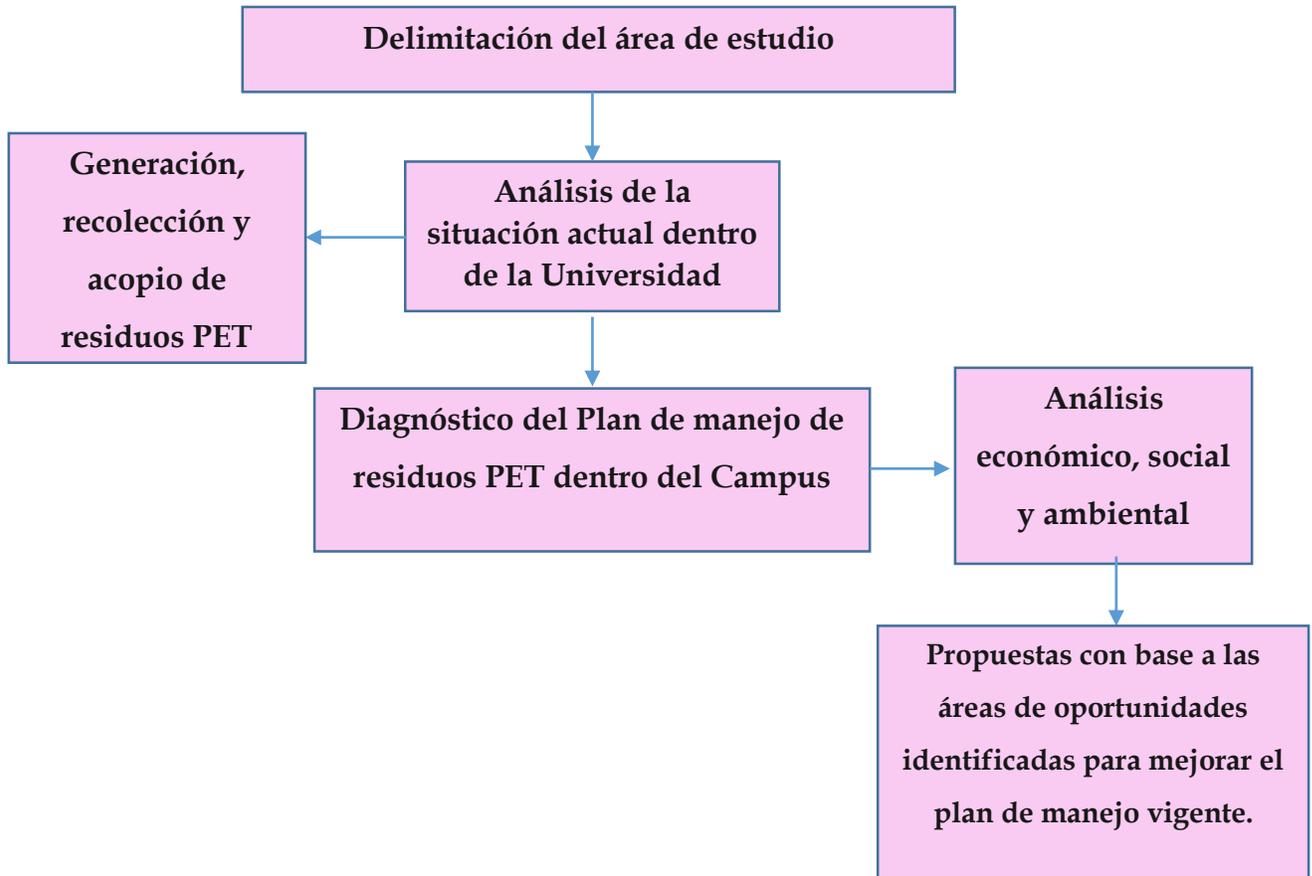


Figura 19. Diagrama general de la estrategia metodológica.

Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente proyecto fue necesario determinar el área de estudio sujeto a dicha investigación; posteriormente mediante la consulta de fuentes bibliográficas se logró conocer las características fundamentales del sitio para de esta manera elaborar una descripción detallada.

Una vez delimitada el área de estudio correspondiente, se realizó un análisis de la situación actual con respecto a la generación, recolección y acopio de residuos PET dentro de la Universidad. Para el cumplimiento de dicho objetivo fue necesario en

colaboración con personal del Programa de Gestión Ambiental Universitario (PROGAU), monitorear, registrar y observar las deficiencias y limitaciones de cada una de las etapas antes mencionadas, lo cual permitió generar un diagnóstico con respecto al plan de manejo de residuos PET vigente dentro de la Institución.

Acto seguido se continuó con la elaboración del análisis de los tres aspectos fundamentales de la sustentabilidad: sociales, económicos y ambientales relacionados con el manejo de residuos, los cuales permitieron identificar las áreas de oportunidad.

CAPITULO IV PROPUESTA A IMPLEMENTAR

IV.I Área de estudio

El estado de Morelos, forma parte de uno de los 31 estados y un Distrito Federal, ahora Ciudad de México, que forman parte de los Estados Unidos Mexicanos. Localizado en la parte central de la República, con una superficie de 4,958 kilómetros cuadrados lo que representa uno de los Estados con menor extensión territorial en el País; limitando con la vertiente sur de la serranía del Ajusco y la Cuenca del Río Balsas, el estado de Morelos está localizado geográficamente entre los paralelos $18^{\circ}22'05''$ y $19^{\circ}07'10''$ de latitud Norte, $93^{\circ}37'08''$ y $99^{\circ}30'08''$ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

Colindando al norte con la Ciudad de México y el Estado de México, en la parte Sur con el Estado de Guerrero; al este con el Estado de Puebla y al oeste con el Estado de México y Guerrero; teniendo variaciones de altitud que van desde los 3,000 msnm hasta los 850 metros dependiendo la región colindante (INAFED, 2017).



Figura 20. Localización del Estado de Morelos (INAFED, 2017).

El estado de Morelos se encuentra dividido en 37 municipios, de los cuales destaca su capital Cuernavaca que además de conocerse como la ciudad de la eterna primavera, también se caracteriza por ser uno de los municipios más poblados y con mayor extensión ocupando 4,892.63 km² de la superficie del Estado.

Su ubicación se encuentra en la parte del noreste del estado de Morelos, limitando al norte con el municipio de Huitzilac, al sur con el municipio de Temixco y Xochitepec, en la parte del oriente colindando con Huitzilac, Tepoztlán y Jiutepec y de lado del poniente con Temixco y Ocuilan en el Estado de México.

Sus coordenadas geográficas corresponden al norte 19°02', al sur 18°49' latitud norte, al este 99°10', al oeste 99°20', radicando su localización en el Eje Neo volcánico y la Sierra Madre del Sur.



Figura 21: Localización del Municipio de Cuernavaca, Morelos (Modificado de INEGI, 2017)

Dentro del municipio de Cuernavaca encuentra ubicada la máxima casa de estudios, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la cual cuenta con 48 unidades académicas de Nivel Medio Superior, Nivel Superior, Centros e Institutos de investigación los cuales han sido distribuidos en 17 de los Municipios que conforman al Estado (UAEM, 2018). La Universidad Autónoma del Estado de Morelos hasta abril del 2018 albergó cerca de 21, 757 estudiantes (UAEM, 2018) lo cual evidencia el aumento en el número de estudiantes con la apertura de diversos programas para su ingreso.

IV.II Plan de Acción

Para desarrollar de manera adecuada y efectiva la propuesta para integrar un Plan de Manejo para los residuos de plástico, específicamente PET dentro del Campus Chamilpa, fue necesario consultar las bases bibliográficas que dimensionaran la problemática general provocada por dicha corriente de residuos, así como la consulta de información con el personal encargado del manejo de residuos y con los “pepenadores”, para poder conocer y analizar la situación actual. De esta manera se fue clasificando la información en etapas que describan el proceso metodológico para el desarrollo del trabajo.

IV.III Análisis de la generación, recolección y acopio de los residuos PET en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa.

El análisis de la generación, separación, recolección, acopio y manejo de Residuos PET dentro de la Universidad, fue realizado durante el mes de octubre- noviembre, en días hábiles para alumnos, académicos y administrativos. Para cumplir con dicho objetivo se visitaron los contenedores establecidos estratégicamente dentro del campus (Tabla 12) y que son colocados exclusivamente para el acopio de dichos residuos. La estimación con respecto a la generación se calculó para 7 y 15 días. Los

resultados obtenidos fueron expresados en unidades de volumen (kg). Para el análisis de la generación dentro de las aulas, las oficinas y aquellos contenedores en donde los residuos son mezclados, fue necesario entrevistar con gente dedicada a la pepena, debido a que al ser recolectados los botes de “basura” los residuos son dispuestos de manera general y es labor de los pepenadores separarlos.

Con respecto al acopio de los residuos, estos fueron depositados en la Unidad de Acopio de Residuos (UAR), en donde dependiendo de sus características fueron separados, limpiados y acopiados.

El material utilizado para el cumplimiento de dicha actividad fue el siguiente:

- Overol
- Guantes
- Cubre bocas
- Bolsas de plástico
- Báscula

Tabla 12. Contenedores exclusivos dentro del Campus Chamilpa.

Unidad Académica	Número de contenedores establecidos
Gimnasio Auditorio	1
Edificio 1, 2 (Edificio Principal)	2
CIBIC	1
Unidad Biomédica	4
Psicología	2
Contaduría y Derecho	2
Polideportivo 1, 2	2

IV. Diagnóstico de la generación y manejo de residuos PET dentro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa.

En de las instalaciones del Campus universitario se generan diversos tipos de residuos, los cuales son depositados tanto en botes de basura que han sido clasificados de acuerdo a sus características (orgánicos, inorgánicos, papel, cartón,

vidrio); como en los contenedores exclusivos para cierto tipo de residuos colocados en puntos estratégicos dentro del Campus y en su mayoría los residuos que son dispuestos en los botes de basura en donde son mezclados con los demás desechos.

A pesar de los esfuerzos realizados por el Programa de Gestión Ambiental Universitario (PROGAU), para promover una cultura encaminada a la conservación del ambiente y la reducción de los impactos generados a la naturaleza; la falta de interés, de cooperación, de sensibilización y falta de compromiso e información de los integrantes de la Comunidad Universitaria, particularmente de los académicos y el personal administrativo sindicalizado han hecho que los residuos se conviertan en una problemática interna.

El diagnóstico arrojó que la generación aproximada de residuos de 16 toneladas/día (según datos proporcionados por los encargados de la recolección de residuos en la institución), dependiendo de diversos factores como la temporalidad.

Entre los residuos predominantes en el proceso de recolección se encuentran:

- Residuos orgánicos (desperdicios de comida)
- Unicel (vasos, platos, contenedores de comida, embalajes)
- Plástico (botellas, botellones, plástico de película, cucharas, tenedores, tubos)
- Papel (servilletas, hojas de cuaderno, periódico, libros)
- Cartón
- Hule

En el caso de los residuos de PET, la separación se lleva a cabo de dos maneras, una en la que las botellas pueden ser recuperadas de manera selectiva (los envases son dispuestos de manera correcta en los sitios adecuados), que consta en el monitoreo y vaciado periódico de los contenedores (botellones), los botes separadores (los que según sus características son marcados), y cuando los envases son separados a partir de la pepena (separación mixta, cuando los envases son mezclados con diferentes tipos de residuos y es necesario separarlos manualmente).

En lo que respecta al volumen de residuos de PET separado de manera selectiva, este varía dependiendo el sitio en el que fue dispuesto (Tabla 13), mientras que a través de la pepena son recolectados diariamente cerca de 25 kg. El tamaño de las botellas recolectadas dentro de los contenedores varía al igual que su peso (Tabla 14).

Tabla 13. Lugar y volumen de PET recolectado de los contenedores dentro del Plantel

Fecha	Lugar de recolección	Cantidad
27/10/17	PROGAU	1.6 kg
27/10/17	Contenedores Botellas UAEM	39 kg
06/11/17	Externo	1.7 kg
06/11/17	UAEM	0.6 kg
08/11/17	FCD	4.4 kg
08/11/17	UAEM	14.3 kg
13/11/17	BCU (Botellones)	1.8 kg
13/11/17	BCU (Desechable comida)	0.4 kg

Tabla 14. Peso de botellas PET dependiendo el tamaño

Botella	Peso con tapa	Peso sin tapa	Peso tapón/ anillo
2 Lts	52 gr	50 gr	2 gr
1.5 Lts	45 gr	43 gr	
1 Lt	39 gr	37 gr	
600 ml	30 gr	28 gr	

Una vez que los residuos han sido recolectados de los contenedores, estos son transportados directamente a la Unidad de Acopio que opera dentro de la Universidad mediante un vehículo asignado para realizar dicha tarea. Al llegar a la Unidad se descarga el PET y se dispone en el suelo para de esta manera eliminar aquellos residuos que son depositados en los contenedores pero que no cumplen con las características y la simbología del PET, una vez que las botellas fueron separadas están son abiertas manualmente para vaciar cualquier líquido o material que se encuentre dentro, siguiendo las especificaciones establecidas por el mercado

de residuos que lo demanda; en el caso de la Universidad, se tuvo que apegar a los lineamientos establecidos por "PREPLAST S.A. de CV".

De manera posterior, los envases fueron pesados y registrados en una bitácora, para finalizar el proceso se extiende una malla ciclónica y son depositados para facilitar su manejo. Es importante mencionar que para que dicha empresa reciba los residuos acopiados, deberán ser llenadas como mínimo seis mallas (240 kg de PET aproximadamente). Cada malla utilizada para para el acopio de PET, tiene una capacidad de almacenaje aproximada de 40 kg, para lo cual se estimaron los datos reportados en la Tabla 15.

Tabla 15. Cálculo de botellas que puede contener una malla con capacidad de almacenaje de 40

Botellas	Peso sin tapa	Num. Botellas requeridas para 1kg	Total de botellas acopiadas en la malla	Peso con tapa	Num. De botellas requeridas para 1kg	Total de botellas acopiadas
2 lts	50 grs	20	800	52 grs	19.23	762.2
1.5 lts	43 grs	23.25	930	45 grs	22.22	888.8
1 lt	37 grs	27.02	1,082	39 grs	23.64	945.6
600 ml	28 grs	37.71	1,508.4	30 grs	33.33	1,333.2

CAPITULO V ANALISIS ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL

V.I Análisis económico

Actualmente el mercado de Residuos y Centros de Acopio se presentan como una alternativa sustentable en donde la oferta y la demanda de ciertos desechos es aprovechada con fines económicos y de compromisos relacionados directamente con el ámbito social y ambiental, fomentando mediante la recuperación, el posicionamiento de nuevas opciones productivas, de conservación y de transformación a partir de los residuos.

En el estado de Morelos y los estados aledaños, existen diversas empresas posicionadas por el precio de mercado que manejan a la hora de comprar residuos (Tabla 16), estableciendo criterios básicos a los que los vendedores deberán apearse a la hora de iniciar el acto comercial.

Para conocer aquellos lineamientos fue necesario visitar algunos centros de acopio y establecer comunicación con empresas más establecidas.

Tabla 16. Mercado de residuos en Cuernavaca, Morelos

EMPRESA	DIRECCIÓN	ESPECIFICACIONES	PRECIO ESTABLECIDO
Centro de Acopio Ocotepc	Boulevard 17 de Abril, Ocotepc Morelos	No especificadas al momento de preguntar	\$ 2.50/ kg
DICSA	Carretera Cuernavaca, Cuautla Km 13.8, Jiutepec Morelos.	Envases libres de etiquetas y pegoles, libres de líquidos y residuos contenidos.	\$3.80/ kg
PREPLAST S.A. de C.V.	Xochitepec, Morelos	Envases libres de líquidos y residuos contenidos dentro de ellos.	\$ 4.00/ kg
BADIM S.A. de C.V.	Calle 4 Este, Lote 8 Esq. 46, CIVAC, Jiutepec	Envases libres de cualquier tipo de suciedad, no compactados.	\$ 3.50/ kg
Compra de Residuos Industriales	Centro de Cuernavaca, Morelos	Envases limpios	\$ 2.60 / kg

Las variantes que presenta el mercado se deben a que en el caso de las empresas establecidas la recolección es domiciliaria, mientras que los Centros de Acopio operan mediante la entrega directa de los vendedores a los locales comerciales, lo que implica un gasto extra con respecto al transporte hacia los centros establecidos.

El análisis presentado muestra una visión más amplia acerca de los beneficios que se podrán obtener en términos monetarios con la venta de residuos PET, logrando establecer una planificación financiera que permita evaluar la situación y direccionar de manera adecuada las proyecciones económicas a futuro así como la toma de decisiones y un plan de acción que pueda funcionar ; además de que si las estrategias de recuperación de dicho residuo fueran fortalecidas, el volumen de PET

incrementaría, debido a que los residuos recolectados por los pepenadores serían incorporados directamente maximizando el ingreso marginal de ganancia, utilizando dicha remuneración con fines de mejora en el aspecto ambiental dentro de la Universidad.

Se estima que la Universidad acopia de manera formal de 240-300 kg cada 10 o 15 días, si se reincorporaran los 25 kg que se recuperan de manera informal el margen de ganancia generado incrementaría de manera considerable (Tabla 17):

Tabla 17. Recuperación económica por PET acopiado y vendido

PET/kg acopiado De manera formal cada 10 o 15 días	Precio PREPLAST	Margen de ganancia de PET acopiado de manera formal cada 10 o 15 días	PET/kg si se reincorporaran los 25 kg recuperados de manera informal cada 10 o 15 días	Margen de ganancia de PET acopiado de manera formal e informal cada 10 o 15 días
300 kg	\$4.00/kg	\$1,200.00 mn.	575 kg	\$2,300.00 mn

Tabla 18. Proyecciones de recuperación a corto, mediano y largo plazo

Plazo	Tiempo meta	PET acopiado de manera formal	Recuperación-ganancia/acopio formal	PET acopiado de manera formal e informal	Recuperación-ganancia/acopio formal-informal
Corto Plazo	1 año	7, 200 kg	\$28,800.00 mn	13,800 kg	\$55,200.00
Mediano Plazo	5 años	36,000 kg	\$144,000.00 mn	69,000 kg	\$276,000.00
Largo Plazo	10 años	72,000 kg	\$288,000.00	138,000 kg	\$552,000.00

Es importante mencionar que las estimaciones presentadas pueden sufrir algún tipo de variación dependiendo de las fluctuaciones que se presenten en determinado tiempo. Entre los factores que destacan para el cambio en los precios del mercado se encuentran:

- Oferta y demanda en los mercados de residuos
- Disponibilidad del residuo en los mercados
- Estacionalidad
- Equilibrio en el mercado

V.II Análisis Social

La aplicación de un Plan de Manejo reestructurado permitirá mediante el monitoreo de las acciones estratégicas que serán impulsadas, que los problemas ambientales y a la salud humana provocada por los malos hábitos de consumo, el incremento en

el volumen de generación de residuos, su manejo y su disposición se minimicen considerablemente; así como la liberación de gases a la atmosfera.

A pesar de que el acopio y venta de los residuos PET se muestra como una alternativa adecuada para reducir el impacto generado por dicho material en materia de sustentabilidad, esta opción se encuentra llena de limitaciones y desconocimiento social, sin embargo, en un marco real; se presenta como una oportunidad para generar nuevos empleos y ganancias.

V.III Análisis Ambiental

La incorporación de los Residuos PET a nuevas cadenas productivas y de recuperación se presenta como una estrategia para reducir la extracción y utilización de materia prima para la fabricación de nuevos productos derivados de fuentes no renovables, debido a que dentro de este proceso la demanda de energía y recursos naturales se manifiesta de manera irracional, además de que gracias a la recuperación del materia, el espacio en los rellenos sanitarios aumenta, así como son disminuidas las emisiones a la atmósfera de gases efecto invernadero provocadas por los residuos sólidos urbanos en general, los lixiviados, los vectores de enfermedades y los malos olores (González, 2014).

V.III Propuesta a implementar

Para llevar a cabo de manera adecuada el cumplimiento del principal objetivo de este trabajo será importante seguir los siguientes pasos:

- Fortalecer y reestructurar las estrategias implementadas del PROGAU bajo un enfoque multicriterio, con el propósito de minimizar el volumen de generación de residuos PET maximizando su recuperación y transformación, visualizando los beneficios en los tres aspectos fundamentales: social, económico y ambiental.

- Buscar la manera de dignificar e incorporar al sector informal que opera en el Campus a un nuevo modelo de colaboración, con fines de incrementar el volumen de residuos PET recuperados y aumentar el margen de ganancia que se generará.
- Buscar el acercamiento con los sindicatos de la UAEM para impulsar la colaboración y establecer un programa de capacitación que apoye el Plan.
- Fomentar y consolidar planes y campañas de educación ambiental para todos los estudiantes, académicos y personal administrativo, con la finalidad de orientar a la comunidad acerca de temas relacionados con los residuos y su manejo, las implicaciones ambientales, sociales y económicas de un adecuado manejo.
- Instalar sistemas de depósito y retorno dentro de la Universidad.
- Incentivar a la Comunidad a participar con el programa.
- Crear una base de datos Universitaria, sistematizar y actualizar de manera permanente la información recolectada (población universitaria, unidades académicas, generación total de residuos, generación per cápita, volumen de residuos valorizables por sector, estrategias vigentes).

VI. PRINCIPALES HALLAZGOS

Es innegable que para reducir el volumen de residuos plásticos generados; los tres niveles de gobierno necesitan diseñar políticas encaminadas a modelos circulares tanto económicos, productivos, ambientales y de consumo. Para que las estrategias de gestión de los residuos sean exitosas se deben impulsar esquemas de incentivos que motiven a la población en general y a los productores a apostar por estrategias de marketing y producción verde.

Diversos estudios demuestran las posibilidades que poseen los residuos plásticos al ser tratados de manera correcta, mostrando los beneficios tanto de recuperación de energía, aprovechamiento de materia prima como de obtención de combustible; esto ejemplificado, en países en donde el modelo de sustentabilidad se ha manifestado como una iniciativa prioritaria tanto para la industria como para la sociedad.

En el caso de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Campus Chamilpa; el incremento de la matrícula de estudiantes aunados a los actuales patrones de consumo adoptados por la sociedad moderna, deben ser considerados a momento de diseñar e implementar estrategias de gestión de residuos.

En el Campus Chamilpa se ha implementado una estrategia de recolección de residuos de PET, sin embargo, requiere de una mayor participación de la comunidad en su conjunto.

Es importante mencionar que los cambios de administración han afectado las acciones impulsados para el manejo de residuos, interrumpiendo su continuidad para alcanzar sus objetivos.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANIPAC, La voz de la Industria del plástico (2017). Environmental Impact of packaging in the U.S and Mexico. Recuperado: <http://biblioteca.anipac.mx/biblioteca/plastic/empaque/environmental-impacts-of-packaging-in-the-u-s-and-mexico>
- Avedoy Gutiérrez Víctor (2006). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos. . Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. ISBN: 968-817-803-9. México.
- Banco Mundial. Global Waste Management (2015). Recuperado: file:///C:/Users/Pavilion/Downloads/-Global_Waste_Management_Outlook-2015Global_Waste_Management_Outlook.pdf
- Barnes A. David K, Galgani Francois, Thompson Richard, Barlaz Morton (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Recuperado: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1526/1985>
- Carhuapoma Sánchez, Christian Ney (2015). Envases plásticos 100% reciclables para el 2015. Recuperado: <https://es.scribd.com/document/349430770/Envases-plasticos-100>
- Castro Puig, Leonardo (2011). Los plásticos en el Ámbito Mundial. Recuperado: <https://airdplastico.wordpress.com/2011/06/02/los-plasticos-en-el-ambito-mundial/#>
- Comisión Europea, 2016. Informe de la Unión Europea. Desarrollo Sostenible. La UE anuncia sus prioridades. Recuperado: file:///C:/Users/Pavilion/Downloads/IP-16-3883_ES.pdf
- Corral Pérez & Ramos Castañeda (2012). La industria en el desarrollo económico de México. Observatorio de la Economía Latinoamericana. N° 170, 201. Recuperado: <http://eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2012>
- Cortinas de Nava, Cristina (2016). Prevención y Gestión Integral de los Residuos para lograr un Ambiente sano. Recuperado: <http://cristinacortinas.org/sustentabilidad/download/gestion-integral-de-residuos-para-lograr-un-ambiente-sano/>

- Cristian Frías, Arturo, Ize, Irina, Gavilán, Arturo (2003). La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta Ecológica* Octubre- Diciembre 67-82. Recuperado: <http://www.redalyc.org/html/539/53906905/>
- Diario Oficial de la Federación (2015). NOM-083- SEMARNAT- 2003. Recuperado: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5402726&fecha=04/08/2015
- ENVAPET. Aplicaciones de los envases PET en la Industria Embotelladora. Recuperado: <http://www.envapet.com.ar/aplicaciones-de-los-envases-pet/>
- Escalón, Edith (2014). Botellas desechables, problemas permanentes. Dirección de Comunicación de la Ciencia. Recuperado: https://www.uv.mx/cienciauv/blog/botellas_desechables/
- Esquer Verdugo, R. A. (2009). Reciclaje y tratamiento de los residuos sólidos urbanos. Tesis Ingeniería Civil. Instituto Politécnico Nacional. México, Distrito Federal. Recuperado: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3484/RECICLAJEYTRATAMIENTO.pdf?sequence=1>
- Esquer Verdugo, Rosario Alejandro (2009). Reciclaje y Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN. Recuperado: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3484/RECICLAJEYTRATAMIENTO.pdf?sequence=1>
- EUROSTAT, 2017. Eurostat Statistics Explained. Estadísticas sobre residuos. Recuperado: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/es
- Fernández, Rey Laura (2014). La obsolescencia programada: sus consecuencias en el ambiente y la importancia del consumo responsable. Recuperado: <https://www.uces.edu.ar/journalsopenaccess/index.php/terramundus/article/view/131/133>
- Frías Cristian, Ize Arturo, Gavilan Irina, Arturo (2003). La situación de los envases de plásticos en México. *Gaceta Ecológica* núm. 69, octubre-diciembre, 2003, pp. 67-82 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ISSN: 1405-2849. Recuperado: <http://www.redalyc.org/pdf/539/53906905.pdf>

- Góngora Pérez, Juan Pablo (2014). La Industria del plástico en México y el mundo. Comercio Exterior, volumen 64, número 5. Septiembre- octubre de 2014. Recuperado:
http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf
- González Madruga, César D, 2013. De la cuna a la tumba o de la cuna a la cuna. La crónica Diaria S.A. de C.V. Recuperado:
<http://www.cronica.com.mx/notas/2013/794291.html>
- González, G. E. (2004). Evaluación de programas de educación ambiental, experiencias en América Latina y el Caribe. UNAM, México D.F.
- Guzmán Chávez Mauricio & Macías Manzanares Carmen Himilce (2011). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. ISSN 0188-4557 Estud. soc vol.20 no.39 México, Enero- Junio 2012. Recuperado:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100009
- Hernández BCN, Zapata U.A.S., Medina R.N., Díaz R.U.E (2015). Evaluación de la efectividad del Programa de Manejo Integral de RSU- PET en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Campus Victoria. Memorias del XIII Congreso Internacional y XIX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Recuperado: <https://www.anca-cienciasambientales.org/memorias-anca>
- Ibáñez, Julio Ricardo & Corroccoli Mario Daniel (2002). Valorización de los Residuos Sólidos Urbanos. Anuario. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Rivadavia, Argentina. Recuperado:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/valoriza-residuos.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología (INEC), 2002. Estudio de los precios de los materiales recuperados a través de la pepena. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. Recuperado:
http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/precios_mat_pepena.pdf

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2008). Sistema de cuentas nacionales/A precios constantes 2008/ A precios corrientes. Recuperado: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales, 2010- 2014. Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/censosgobierno/municipal/cngmd/2013/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014). Residuos Sólidos Urbanos en México. Recuperado: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6200101796&ag=00>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales, 2013 y 2015. Recuperado: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=21385>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Encuesta Intercensal. Número de Población. Recuperado: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Industria del plástico y del Hule. Recuperado: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123808/Sector_Industria_Hule.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Viviendas particulares habitadas. Recuperado: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/vivienda/default.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). Volumen mensual de fabricación de productos de plástico/ valor total de la clase/ frascos y botellas. Recuperado: www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=104001000142012000100060
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). Encuesta mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) Volumen y Valor de producción por clase de actividad y producto. 3261 Fabricación de productos de plástico. 326160 Fabricación

- de envases y botellas de plástico. Recuperado: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2015). El valor de los Residuos, página 8-13. Recuperado: https://www.inti.gob.ar/ambientesg/pdf/El_valor_de_los_residuos.pdf
 - Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, INAFED, 2017. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Características del Estado de Morelos. Recuperado: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/mediofisico.html>
 - Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, INAFED, 2017. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Características del Municipio de Cuernavaca. Recuperado: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17007a.html>
 - International Solid Waste Association (ISWA). ISWA Report 2015. Recuperado: http://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Publications/ISWA_Reports/ISWAreport2015_webred.pdf
 - Kazuo Tameda, et al. (2018). Recycling of waste plastics disposed of in landfills: The effect of washing treatment. *Detritus. Multidisciplinary Journal for Waste Resources & Residues*.
 - Laville Sandra & Taylor Matthew (2017). A million bottles a minute: World's plastic binge 'as dangerous as climate change. 'The guardian. Recuperado: https://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change?CMP=fb_gu
 - Leff, E. (1994). *Ecología y capital: racionalidad Ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Siglo XXI.
 - Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2012). Recuperado: <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf>
 - Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos (2018). Recuperado: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf

- MacArthur Ellen Foundation (2015). Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada. Recuperado: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
- Mansilla Pérez I. y Ruiz Ruiz M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibras de poliéster. Ingeniería Industria. Núm. 27, pp: 123-137 ISSN: 1025-9929. Lima Perú. Recuperado: <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493008.pdf>
- Martínez Stone Claudia Montserrat. Tesis Antecedentes Históricos de México. Facultad de Economía UNAM. Recuperado: <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/MartinezSCM/anteced.pdf>
- Mazzini Galarza Andrea (2015). Sobrepoblación: Un problema que no para de crecer. Recuperado: <http://www.voicesofyouth.org/es/posts/sobrepoblacion-2>
- Méndez Ernesto (2013). Generan al día 86 toneladas de basura. Recuperado: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/04/10/893153#view-1>
- Meré, Marcos Javier (2009). Estudio del procesado de un polímero termoplástico basado en almidón de patata amigable con el medio ambiente. Universidad Carlos III, Madrid España. Recuperado: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10823/PFC_Javier_Mere_Marcos.pdf;jsessionid=11887309DE42CC98EFC0E49A56D8F0CE?sequence=1
- Módulo de Hogares y Medio Ambiente (2018). Recuperado: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/GrfiaMdoAmte/MOHOMA2018_06.pdf
- Moreno Ruiz, Luis Felipe. (2014). Plan para el aprovechamiento del plástico proveniente de los desechos sólidos producidos en la ciudad de Valera. Tesis Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Abierta Centro Local Trujillo. Caracas, Venezuela. Recuperado: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oSvY9H9sWZ0J:biblo.una.edu.ve/docu.7/bases/marc/texto/t38876.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>
- OCW. Open Course Ware. Massachusetts Institute of Technology (2017). Los plásticos, características y funciones. Recuperado:

<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

- Organización de Naciones Unidas (ONU) (2017). Naciones Unidas. Departamento de asuntos económicos y sociales. Noticias. Recuperado: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2015). Una población en crecimiento 2015. Recuperado: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2017). World Population Prospects 2017. Recuperado: <https://esa.un.org/unpd/wpp/>
- Ortíz Conde Mónica Paloma (2011). Presente futuro de la industria del plástico en México. Petroquímica PEMEX. Recuperado: <http://www.ptq.pemex.gob.mx/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2012/03%20Mercado%20pl%C3%A1sticos%202012.pdf>
- Ortíz Hernández, María Laura (2003). El impacto de los plásticos en el Ambiente. La Jornada Ecológica. Recuperado: <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/ecof.html>
- Perdomo M., Gilberto A. (2002). Plásticos y Medio Ambiente. Revista Iberoamericana Polímeros Volumen 3. Recuperado: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/abr/perdomo.pdf>
- Plastic Ocean. (2017). Oceano de plástico. Recuperado: <https://www.youtube.com/watch?v=Lm0MU3VUdKA>
- Plastics Europe (2016). An analysis of European plastics production, demand and waste data. Recuperado: https://issuu.com/plasticseuropeebook/docs/plastics_the_facts_2016_final_version
- Population Pyramid. Población mundial 1950- 2015. Recuperado: <https://www.populationpyramid.net/es/mundo/>

- Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos (PPGIREM). 2010. CEAMA. Gobierno del Estado de Morelos
- RECYTRANS, Gestión de Residuos (2013). Clasificación De los plásticos. Soluciones globales para el reciclaje. Recuperado: <http://www.recytrans.com/blog/clasificacion-de-los-plasticos/>
- RECYTRANS, Gestión de Residuos (2014). Residuos plásticos. Soluciones Globales para el reciclaje. Recuperado: <http://www.recytrans.com/blog/residuos-plasticos/>
- Wackernagel M. y Rees W. (2001). Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. Lom Ediciones, Santiago de Chile, 207 pp.
- Riquelme, Carlos (2015). Consecuencias de la quema de plásticos. Propuestas Ambientales. Recuperado: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/consecuencias-de-la-quema-de-plasticos-1396912.html>
- Ruggeri, Claudia (2013). ¿Qué es el PET y como se recicla? Espacio sustentable. Recuperado: <http://espaciosustentable.com/que-es-el-pet-y-como-se-recicla/>
- Sáez, Alejandrina, Urdaneta G., Joheni A. (2014), Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Revista Omnia, vol. 20, núm. 3, septiembre-diciembre, 2014, pp. 121-135. ISSN: 1315-8856. Recuperado: <http://www.redalyc.org/html/737/73737091009/>
- Salgado López, Juana Amalia (2012). Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. Universidad Autónoma del Estado de México. Quivera, vol. 14, núm. 2012-2, ISSN: 1405-8626 julio-diciembre, 2012, pp. 91-112. Recuperado: <http://www.redalyc.org/pdf/401/40126859005.pdf>
- Schlesinger, Mark E. (2007). Aluminium Recycling, University of Missouri- Rolla. Recuperado: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420006247.fmatt>
- Secretaria de Desarrollo Social (2012). Composición de los Residuos Sólidos Urbanos 2012. Recuperado: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/07_residuos/7_1_1.html

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006). Diagrama de variables en la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). La Huella ecológica de México. Recuperado: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/01_poblacion/recuadro3.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado: http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39412/RESIDUOS_SOLIDOS_UBANOS-ENCARTE.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Residuos sujetos de aprovechamiento. Recuperado: <https://www.gob.mx/residuos-solidos/descargables/95/i>
- Secretaría del Medio Ambiente (2017). Separación de Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado: <http://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/residuos-solidos>
- Statista, Plastic Europe (2015). Global production and consumption of Plastic. Recuperado: <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>
- Suberza, Emmanuel (2012). El Reciclaje de PET ya salvó 300 mil árboles. Recuperación: <http://www.vanguardia.com.mx/elreciclajedepetyasalvo300milarboles-1201661.html>
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), 2018. Matrícula de ingreso y reingreso de Escuelas de Nivel Superior, Superior y Posgrados de la U.A.E.M. Recuperado: <http://www.transparenciamorelos.mx/sites/default/files/Autonomos/UAEM/oti9/publica/matriculaAbril.pdf>
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM, 2018. Ubicación de planteles en el Estado. Recuperado: <http://www.uaem.mx/ubicacion/>

- Vichique Tecalco Sergio. (2010). Reciclaje de envases de plástico PET, un indicador de desarrollo sustentable: caso municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México (2007-2008). Tesis de Maestría en ciencias de Administración Pública. Instituto politécnico Nacional. México, Distrito Federal. Recuperado: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10371/Vichique%20Tecalco%20Sergio.pdf?sequence=1>
- Weisman Alan (2014). La cuenta atrás, ¿Tenemos futuro en la tierra? Editor Debate, 608 páginas. ISBN 9788499924434.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

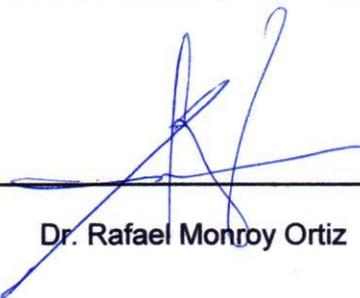
Cuernavaca, Morelos, 30 de mayo de 2018

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. KARLA DANIELA FLORES TRUJILLO** con número de matrícula **9920170102**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTRATEGIA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE PET EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, CAMPUS NORTE”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



Dr. Rafael Monroy Ortiz



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CEIB
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
EN BIOTECNOLOGÍA

Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 30 de mayo de 2018

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. KARLA DANIELA FLORES TRUJILLO** con número de matrícula **9920170102**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **"ESTRATEGIA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE PET EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, CAMPUS NORTE"**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

M. C. Enrique Sánchez Salinas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CEIB
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
EN BIOTECNOLOGÍA

Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 30 de mayo de 2018

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. KARLA DANIELA FLORES TRUJILLO** con número de matrícula **9920170102**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **"ESTRATEGIA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE PET EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, CAMPUS NORTE"**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Alexis J. Rodríguez Solís



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 30 de mayo de 2018

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. KARLA DANIELA FLORES TRUJILLO** con número de matrícula **9920170102**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTRATEGIA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE PET EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, CAMPUS NORTE”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

M.I. Ariadna Zenil Rodríguez



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CEIB
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
EN BIOTECNOLOGÍA

Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos
Cuernavaca, Morelos, 30 de mayo de 2018

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. KARLA DANIELA FLORES TRUJILLO** con número de matrícula **9920170102**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTRATEGIA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE PET EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, CAMPUS NORTE”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



M. MRN. Julio Cesar Lara Manrique