



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Los Residuos Sólidos en el Sur de Tamaulipas y sus implicaciones socioeconómicas

Raúl Treviño Hernández

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

CAPÍTULO 2

Residuos sólidos urbanos.

Marco Teórico

*“Al abrir incontrolablemente nuevos edificios a los rayos solares y al ambiente exterior, hemos olvidado –con nuestro propio perjuicio y a nuestra costa- la necesidad de contrastes, de calma, de obscuridad, de privacidad, de interioridad ...
...Hoy la destrucción de la vida interior esta simbolizada en el hecho de que el único lugar sagrado e inviolable sea, en la práctica, el retrete“*

Lewis Mumford (1961)

2.1. Introducción al problema de los residuos sólidos urbanos

Para el autor, parece más que interesante iniciar este capítulo retomando la metáfora alusiva a la sociedad de consumo, indiferente ante el servirse de las cosas y desechar, que Italo Calvino escribió en *La Città invisible*. Así, se utiliza el ejemplo de la ciudad de Leonia para iniciar la aproximación al tema de los residuos:

“La ciudad de Leonia se rehace a sí misma todos los días: la población despierta entre sábanas frescas, se lava con jabones apenas salidos de sus envoltorios, se cubre con vestiduras flamantes, extrae del más moderno frigorífico botes todavía intonsos, escuchando las últimas patrañas en el último modelo de radio.

En las aceras, apelmazados en tersos sacos de plástico, los restos de la Leonia de ayer esperan el carro de la basura [...]. La opulencia de Leonia se mide por las cosas que cada día se tiran para ser reemplazadas por otras nuevas. Tanto que uno se pregunta si la auténtica pasión de Leonia será verdaderamente, como dicen, gozar de las cosas nuevas y diferentes, o no más bien expulsar, apartar, purgarse de una impureza recurrente. Es cierto que los basureros son acogidos como ángeles, y que su trabajo de limpiar los restos de la existencia de ayer se rodea de un respeto silencioso, como un rito que inspira devoción, o quizás sólo sea porque una vez desechadas las cosas, nadie quiere pensar más en ellas.

Dónde llevan cada día su carga los basureros nadie se lo pregunta: fuera de la ciudad, cierto; pero de año en año la ciudad se expande y las inmundicias deben llevarse más lejos; la enormidad del desperdicio aumenta y los montones se elevan, se estratifican, se despliegan en un perímetro cada vez más vasto.

Añádase que cuanto más se afana el arte de Leonia en fabricar nuevos y excelentes materiales, más mejora la basura, más resiste al tiempo, a las intemperies, a fermentaciones y combustiones. Es una fortaleza de desperdicios, indestructibles la que circunda Leonia, la sobrepasa por todos lados como un circo de montañas.

Los desperdicios de Leonia poco a poco invadirían todo el mundo si en el inmenso basurero no estuvieran presionando, más allá de la última creta, basureros de otras ciudades que también rechazan lejos de sí montañas de desechos. Quizás el mundo entero, más allá de los confines de Leonia, esté recubierto de cráteres de basuras en ininterrumpida erupción, cada uno alrededor de una metrópoli. Las fronteras entre las ciudades extranjeras y enemigas son bastiones infectos donde los detritos de una y otra se apuntalan recíprocamente, se sobrepasan y se mezclan.

Pero cuanto más crece en altura, más cercano está el derrumbe: bastará que un tarrito, un viejo neumático o un garrafón sin su cubierta de paja desborde y ruede del lado de Leonia, para que un alud de zapatos desparejados, de añejos calendarios caducos, de flores secas, sumerja a la ciudad en el propio pasado que en vano intentaba retirar, mezclando con el de las ciudades limítrofes finalmente limpias: un cataclismo allanará la sórdida cordillera monstruosa, eliminará cualquier trazo de la metrópoli siempre vestida de estreno. En las ciudades vecinas estarán ya prestos sobre el nuevo territorio, para engrandecer el suyo, para alejar los nuevos basureros (Calvino, 1972).

En este capítulo se presenta el marco conceptual acerca de los Residuos Sólidos urbanos (RSU) desarrollado a partir de una búsqueda de diferentes fuentes con la intención de homogeneizar el criterio sobre los mismos, y sentar la base de la que parte la presente investigación.

2.1.1 Los residuos en el ciclo urbano

Los desechos, la basura, o técnicamente los residuos sólidos RSU, son una de las representaciones más evidentes de lo que es el impacto de la alteración que hace el ser humano a la tierra, solo por el hecho de vivir, hace uso de los recursos y bienes, los transforma y se produce, además del bien deseado, desechos.

A veces los residuos se recuperan para transformarlos y reusarlos en forma de papel, vidrio, aluminio, fierro, plásticos; sin embargo, la recuperación implica aspectos como la separación, y transformación. Los residuos sólidos son un problema común para todo el ser humano, en lo individual y en lo colectivo.

Al inicio de la década de los ochenta, los RSU se vertían donde fuera o eran incinerados, una práctica que tenía siglos de hacerse, y todavía en la actualidad, hay localidades en donde se sigue realizando este proceso. Sin embargo, la composición de los residuos se ha modificado con el tiempo, en la actualidad es una mezcla compleja, con presencia de materiales tóxicos, cancerígenos y/o peligrosos, además difícil de degradar y reinsertar en su ciclo.

A finales de la misma década, la falta de control y regulación se trasladó a los vertederos, tiraderos o comúnmente llamados basureros; que en principio estaban localizados en las afueras de las ciudades, pero el crecimiento urbano y la expansión de las periferias, ocasionó que la mayoría de éstos quedaran dentro de las áreas urbanas. Además, la implantación del modelo de consumo actual, apoyado en el aumento del nivel de vida de la población, ha generado incremento en el volumen de desechos y la composición de los mismos.

Estos basureros o botaderos, llamados técnicamente tiraderos a cielo abierto, son foco de contaminación que pone en grave riesgo la salud de los habitantes de la zona en donde se encuentran. Esto es debido a que puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, el suelo, aire y fauna.

En este sentido, la Organización Mundial de Salud, ha señalado, que una importante parte de la población urbana del Sur Global, es afectada por alguna de las enfermedades asociadas con la contaminación de agua potable y falta de condiciones sanitarias. En este sentido, los tiraderos son, sin duda, lugares que impactan de manera negativa al ambiente y al ser humano.

Por otro lado, el manejo inadecuado de los residuos, desde la recolección al almacenamiento y disposición, también contribuyen al riesgo ambiental y de salud, la Organización Panamericana de la Salud; OPS (2011), señala algunas causas:

- *Alteración de la calidad de suelo debido a su contaminación con agentes patógenos, procedentes de la basura que proviene de hospitales, laboratorios clínicos, centros de salud.*
- *Transmisión de diferentes enfermedades por roedores y otros animales que viven en los TCA.*
- *Contaminación del suelo por excretas de roedores, perros, cerdos y aves.*
- *Transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre por contacto con el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados con residuos orgánicos contaminados.*
- *Contaminación del suelo con sustancias químicas o subproductos tóxicos de la materia orgánica que no puede ser absorbida por el medio debido a la cantidad exagerada y concentrada de sustancia orgánica.*

- *Contaminación del suelo por el vertido inadecuado de residuos especiales (químicos y biocontaminados) y peligrosos (metales pesados y otro tipo de residuos de la industria formal e informal).*
- *Aumento de vectores de enfermedades, tales como moscas, cucarachas y mosquitos, tanto en las zonas aledañas al basurero como en el mismo.*
- *Producción de olores desagradables y ruidos.*
- *Contaminación del agua subterránea por percolación de lixiviados.*
- *Obstrucción de los drenajes abiertos de aguas superficiales.*
- *Contaminación directa de los cuerpos de agua y modificación de los sistemas naturales de drenaje por el vertido incontrolado de residuos en ellos.*
- *Contaminación atmosférica por acción de los gases que se producen en la quema de los residuos de los botaderos.*
- *Riesgos a la salud de los segregadores y trabajadores.*

Además de que la existencia de tiraderos, botaderos o una mala gestión de los residuos, también incrementa la vulnerabilidad ambiental de las personas que habitan cerca de estos focos de contaminación; la cual es determinada por los modelos inadecuados de desarrollo que general ecosistemas altamente vulnerables incapaces de autoajustarse (Hernández, 2010).

Como se puede observar dichos problemas están directa o indirectamente relacionados con la calidad de la salud de los seres humanos que viven cerca de un basurero o que habitan en ciudades donde no hay un manejo adecuado de los residuos sólidos.

2.1.2 Antecedentes de los RSU en México

En México, el problema del manejo y disposición final de los residuos, se ha recrudecido en los últimos años debido al acelerado crecimiento demográfico, lo que se traduce como un incremento en los montos de residuos producidos, que además presentan una composición más compleja y heterogénea (Restrepo et al, 1991).

El principal problema de los residuos sólidos ha sido su disposición y eliminación. Antiguamente la disposición final de residuos municipales no era una cuestión relevante, debido a que el impacto que podía derivarse como generación de olores o agentes contaminantes dispersos en el ambiente, entre otros muchos, eran atenuados o más bien disimulados, disponiendo los residuos en sitios alejados de las ciudades, o también se depositaban de manera clandestina en lotes baldíos o a canales de agua.

Se tiene registro que, a partir de 1798, se estableció el sistema de recogida de basura por medio de carretas tiradas por animales. Es hasta 1929, que se tiene evidencia de datos sobre el servicio municipal de limpia, los cuales señalan que se tenían el doble de los carretones de limpia usados en el siglo anterior, además de haber incorporado camiones, tractores y remolques para el servicio (SEDUE, 1990).

El incremento del crecimiento demográfico, la economía creciente y el aumento de la demanda de productos y servicios, cambió la cantidad y composición de los residuos.

Sin embargo, en México la actual problemática en cuanto a los residuos sólidos, tiene un impacto no sólo ambiental, si no también económico, social y de salud, por la falta de un enfoque integral, programas de capacitación, escasez de infraestructura y tecnología,

entre muchos otros factores (Jaramillo, 1999). Hay que tener en cuenta que, en muchas ciudades mexicanas, todavía el manejo de los RSU a nivel municipal se sigue dando de manera tradicional, sin que se haya evolucionado en la infraestructura, técnica y operación.

En 1999, el Instituto Nacional de Ecología realizó un análisis estadístico de indicadores sobre residuos sólidos municipales en México (SEMARNAP, 1999), en el cual zonificaban al país mediante características geográficas, con el objeto de obtener indicadores generales que puedan utilizarse en localidades con carencia de información. Estos indicadores regionales se emplearon para establecer índices de generación de residuos sólidos, composición porcentual de subproductos y, finalmente, necesidades de inversión.

La zonificación consistió en dividir la República Mexicana en cinco grandes regiones a efecto de facilitar la integración y el tratamiento de la información. La regionalización establecida se muestra a continuación:

- Región Fronteriza. Definida dentro de la franja de 100 Km. hacia el interior de la República Mexicana, a lo largo de la frontera norte con los EUA. Abarca 11 de las ciudades analizadas.
- Región Norte. Conformada por los estados de Baja California, Coahuila, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Baja California Sur, Durango, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas. Contiene 33 ciudades de las comprendidas por el estudio.
- Región Occidente. Que comprende: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Nayarit (22 ciudades).
- Región Centro. Cuyas entidades son: D. F., Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala (34 ciudades).

- Región Sureste. Que abarcará los estados de: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco y Yucatán (18 ciudades).

Definida la regionalización del país se procedió a identificar las ciudades que formarían parte del análisis. En principio, se incluyeron aquellas localidades que cuentan con más de 100,000 habitantes. Se agregaron, además, aquellas que, aunque con menor población en la actualidad, pueden llegar a dicha cifra en el corto o mediano plazos.

Los resultados generales que se obtuvieron se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Generación anual por zona geográfica

ZONA	POBLACIÓN	GENERACIÓN PER CAPITA (KG/HAB/DÍA)	GENERACIÓN DIARIA (TON)	GENERACIÓN ANUAL (TON)
Región Fronteriza	6,347,055	0.956	6,067	2,214,455
Región Norte	19,501,930	0.891	17,376	6,342,240
Región Occidente	51,117,711	0.788	40,281	14,702,565
Región Centro	8,683,824	1.329	11,541	4,212,465
Región Sureste	12,615,849	0.679	8,328	3,039,721
Nacional	98,266,369	0.853	83,831	30,598,315

Fuente: Situación Actual del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en México, SEDESOL, 1999.

Además en México, para el año 2000, la generación nacional de residuos sólidos fue de 84.200 toneladas por día, y se estima que se recolectaban el 83% del total de residuos, lo que significa que el porcentaje restante se dispone diariamente en basureros clandestinos, tiraderos no controlados, solares baldíos o cuerpos de agua (Sáncho y Rosites, 2000).

De acuerdo a datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2013), la generación de RSU se incrementó notablemente en los últimos años, entre 1997 y 2012 creció en 43.8%, pasando cerca de 29.3 a 42.1 millones de toneladas. Con respecto a la generación de RSU por habitante, se observó un aumento del volumen diario en más de tres veces entre 1950 y 2012, pasando de 300 a 990 gramos en promedio.

Los Estados de la República que generaron mayores volúmenes de RSU en 2012, fueron: el Estado de México, con 16% del total nacional, correspondiente a 6,789 millones de toneladas; el Distrito Federal, con el 12% del total nacional, correspondiente a 4,949 millones de toneladas; Veracruz y Nuevo León, con el 5% del total nacional, con 2,301 y 2,153 millones de toneladas. (SEDESOL, 2013).

De acuerdo al tamaño de las localidades, en 2012 las zonas metropolitanas produjeron el mayor volumen de residuos urbanos, casi el 43% del total nacional, posteriormente las ciudades medias con el 37.4%, luego las localidades semiurbanas con el 11.5% del volumen nacional y, finalmente, las ciudades pequeñas con el 8.4% del total nacional de residuos generados¹⁰

La generación per cápita promedio en la región norte a la que pertenece la zona metropolitana del Sur de Tamaulipas México, que es la zona de estudio de la presente investigación, tendrá un incremento considerable en los próximos 5 años, es por esto que el problema se agudizará en el futuro.

En la línea de diagnóstico denominada "Desarrollo Urbano" del Programa de Medio Ambiente 1995-2000, se hace referencia al problema de los residuos sólidos con el tema "El reto de la basura urbana", que menciona las insuficiencias en materia de manejo y disposición final de RSU considerando a la basura como un subproducto económico.

Con respecto a los primeros estudios relacionados con los residuos sólidos se realizaron hasta la segunda década del presente siglo, cuando la Comisión Constructora, a cargo del Ing. Miguel Ángel de

¹⁰ La clasificación del tamaño de las localidades, de acuerdo a SEDESOL es: las zonas metropolitanas aquellas integradas por más de un municipio con una población mayor a un millón de habitantes. Las ciudades medias, aquellas que estaban incluidas en el programa de 100 ciudades; las localidades pequeñas aquellas mayores a 15 mil habitantes y no incluidas en el programa de 100 ciudades; y las localidades semiurbanas, aquellas con población menor a 15 mil habitantes.

Quevedo, desarrolló estudios de pulverización de residuos para destinarlos a abono agrícola, y estudios de saneamiento en varios barrios de la Ciudad de México.

La primera obra de gran magnitud para el control de los residuos sólidos urbanos, se realiza en los años sesenta, cuando en la ciudad de Aguascalientes se diseña y opera el primer relleno sanitario del país, bajo la dirección técnica de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (CCISSA). En el ámbito nacional es la primera institución que desarrolla la prestación de asesoría para el adecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos en los principales ayuntamientos del país, destacándose las capitales de los estados y ciudades fronterizas del norte.

En el Programa de las Naciones Unidas para el Mejoramiento del Ambiente (PNUMA, 1973-1976), se proporcionó asesoría y se desarrollaron los proyectos ejecutivos de manejo y disposición final en las ciudades de Acapulco, Tijuana, Mexicali, Saltillo, Ciudad Juárez, Tuxtla Gutiérrez, Monterrey y Ensenada.

Desde finales de la década de los setenta y hasta 1982, en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), dentro de la Subsecretaría de Asentamientos Humanos y en la Dirección de Ecología Urbana, se llevó a cabo una serie de proyectos, así como la elaboración de normas técnicas para el control de los residuos sólidos. Entre los proyectos destacan los de Tampico-Madero, Coahuila de Zaragoza, Ciudad Juárez y Veracruz. Con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, todas las atribuciones en el área de control de los residuos sólidos, se conjuntaron en la Subsecretaría de Ecología.

En esta dependencia, a partir de 1983, se inicia el programa RS 100, que consistió en la elaboración de proyectos ejecutivos de relleno

seis meses la maquinaria para la operación del relleno sanitario, a la vez que se capacitaba y adiestraba al personal del municipio.

Transcurrido el lapso, el municipio se comprometía a aportar la maquinaria y dar continuidad a la operación del relleno sanitario, ya puesto en marcha, el personal de CCISSSA continuaba en el sitio para vigilar y asesorar en lo relativo a la recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados por los habitantes del municipio en cuestión.

Este tipo de asesorías por parte del gobierno federal terminaron en 1981, cuando CCISSSA se liquidó y las funciones de la parte de Ingeniería Sanitaria fueron absorbidas por la Dirección General de Saneamiento del Suelo y Programas Especiales de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SMA) de la misma Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Por otra parte, en el Consejo Técnico de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, se inició un programa a nivel nacional que duró de 1973 a 1976, con el apoyo de un crédito otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Mejoramiento del Ambiente (PNUMA) (SEDUE, Políticas y estrategias en el manejo de los residuos sólidos urbanos e industriales en México, 1980).

El análisis y estudio del manejo de residuos sólidos, es amplio y con muchas y variadas aristas de la problemática. Esta investigación, se centra particularmente en la gestión de los RSU, por lo cual, en el siguiente apartado se presentan los conceptos básicos sobre los RSU.

2.2 Conceptos básicos.

Feuerman (2002) menciona que todas las actividades de los seres humanos generan residuos, es decir, elementos que resultan de dichas actividades, pero no forman parte de los objetivos de las mismas.

Se entiende por *residuo* cualquier producto en estado sólido, líquido o gaseoso procedente de un proceso de extracción, transformación o utilización, que carece de valor para su propietario, y éste decide abandonar (UNED, 2003). También se definen los residuos sólidos como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar (Henry, 1999).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define a los residuos como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquidos o gases y que se contienen en depósitos o recipientes (SEMARNAT, 2007).

Feuerman (2002), definió a los residuos sólidos como aquellos habitualmente denominados como basura, pueden ser urbanos, domésticos, resto de comida, papeles, vidrios, plásticos etc. industriales resultantes de actividades industriales o comerciales generado por el desarrollo de dichas actividades.

La composición de los residuos sólidos varía de un centro de población a otro, debido a que dependen del ingreso económico de los habitantes, actividad económica predominante en el municipio, clima, época del año e incluso día de la semana (Torres, 1991, citado por Aguilar, 1999).

2.2.1 Clasificación

Los residuos sólidos se han clasificado de muchas maneras; de acuerdo a su biodegradabilidad, comustibilidad, reciclabilidad, entre otros. Así mismo los RSU son generados en las casas habitación, y resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que se consumen y sus envases, embalajes o empaques.

Los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole (Gobierno Federal, 2007).

A continuación, se presentan algunas clasificaciones.

La Universidad Nacional de Educación a Distancia, (2003) en su documento sobre exposición de gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU), hace mención a una clasificación general de los mismos en cuanto a su estado físico, según su procedencia, por su peligrosidad y en cuanto al marco legal,

- Según su estado físico se dividen en:
 - Sólidos.
 - Líquidos.
 - Gaseosos.

- Según su procedencia se dividen en:
 - Industriales.
 - Agrícolas.
 - Sanitarios.
 - Residuos Sólidos Urbanos.

- Por su peligrosidad se clasifican en:
 - Residuos tóxicos y peligrosos.
 - Radioactivos.
 - Inertes.

- Por último, en cuanto al marco legal según la anteriormente citada Ley de Residuos, se distinguen dos categorías:
 - Residuos urbanos.
 - Residuos peligrosos.

Los RSU incluyen los todos los generados por la actividad *doméstica* y *comercial* de *ciudades y pueblos*. De acuerdo a su naturaleza, se pueden clasificar en:

- **Residuos domiciliarios.** Los procedentes de la actividad doméstica, como por ejemplo: restos de comida, desperdicios de papeles, vidrios, material de embalaje, y demás desperdicio de bienes de consumo.

- **Residuos voluminosos.** De origen doméstico también, pero con un mayor volumen para ser recogidos por los servicios municipales normales. Tales como muebles.

- **Residuos comerciales.** Son los derivados de las distintas actividades comerciales (mercados, almacenes, tiendas, entre otros) y de las actividades de servicios (bancos, instituciones educativas, etc.). No se incluyen las actividades sanitarias ni comerciales que tengan sus residuos algún nivel de riesgo o peligrosidad, como mataderos.

- **Residuos de limpieza de vías y áreas públicas.** Son aquellos que proceden de las actividades de limpieza y arreglo de áreas públicas.

En el caso de los Residuos Sólidos Urbanos, de acuerdo a su origen y destino final potencial, se pueden clasificar en:

- **Residuos sólidos orgánicos.** Son los materiales residuales que en algún momento tuvieron vida, formaron parte de un ser vivo o derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles.
 - **Putrescibles.** (biodegradables), llamados comúnmente basura, son los residuos que provienen de la producción o utilización de materiales naturales sin transformación estructural significativa. Por ello y por su grado de humedad mantienen un índice alto de biodegradabilidad, como por ejemplo: residuos animales, residuos de comida, heces animales, residuos agropecuarios y agroindustriales, entre otros.
 - **No putrescibles.** Residuos cuyas características biológicas han sido modificadas al grado que en determinadas condiciones pierden su biodegradabilidad. Generalmente no son combustibles.
 - Naturales. La condición de la pérdida de biodegradabilidad es la falta de humedad: papel, cartón, textiles de fibras naturales, madera, entre otros.
 - Sintéticos. Residuos no biodegradables altamente combustibles, derivados de procesos de síntesis petroquímica, como por ejemplo: plásticos, fibras sintéticas, entre otros.
- **Residuos sólidos inertes.** Son los residuos no biodegradables ni combustibles que proceden en su mayoría de la extracción, procesamiento o utilización de los recursos

minerales, como por ejemplo: metales, residuos de construcción y demolición de edificios, tierras, escombros, entre otros.

- **Residuos sólidos (orgánicos o inertes), peligrosos o no peligrosos.** Esta categoría de residuos, están determinados por una o más de las características de: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y Biológico infeccioso. o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren a otro sitio

Por sus particularidades físicas, químicas o biológicas pueden o no ser acoplados a procesos de recuperación o transformación, o también en algunos casos incineración o confinamiento controlado. (SEGOB, 2003).

La antes denominada Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, 1999), realiza una clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM), como se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Clasificación De Los Residuos Sólidos Urbanos

FUENTE	ORIGEN ESPECIFICOS	TIPOS DE RESIDUOS
Domiciliarios	Casa habitación	Materiales inertes Vidrio Plástico Enseres domésticos Materiales ferrosos Chatarras Material no ferroso
Institucionales	Escuelas básicas (Preescolar a secundaria) Educación preparatoria y superior Museos Iglesias Oficinas de gobierno Patrimonio histórico Bancos Reclusorios	Material fermentable: - Residuos alimenticios - Residuos de jardinería - Hueso - Flores (desechos)
Áreas y vías públicas	Calles y avenidas Carreteras federales y estatales Parques y jardines Áreas abiertas Zonas federales Balnearios Zoológicos Playas Áreas geológicas Parques nacionales Mercados, tianguis y centros de abasto Hoteles y moteles Oficinas Rastros Panteones Restaurantes Tiendas	Materiales combustibles: - Algodón - Papel - Cartón - Tetrapac y tetrabrik - Textiles naturales - Textiles sintéticos - Pañales - Madera Residuos industriales no peligrosos
Comercial y de servicios	Presentaciones artísticas Circos Cines Teatros Estadios Hipódromos y galgódromos Parques deportivos Autódromos Velódromos Plaza de toros Frontón	Residuos potencialmente peligrosos: - Llantas - Lodos - Excremento - Secreciones - Materiales empapados de sangre - Aceites y grasas - Autos abandonados - Equipos de refrigeración - Alimentos caducos - Objetos punzocortantes
Construcción y demolición	Terminales marítimas Terminales terrestres Terminales aéreas	Residuos peligrosos: Los que sean considerados como tales en la normatividad correspondiente y provenientes de micro generadores.

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, 1999.

2.2.2 Generación y Composición

Lo que se denomina comúnmente como *basura en palabras de la Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (2003) ...“es un componente emblemático de las preocupaciones ambientales más cotidianas de personas y familias. Con frecuencia representa el primer contacto de las poblaciones urbanas con el tema, e incluso, sobre ella se manifiestan a menudo los compromisos más básicos a favor de responsabilidades colectivas. Además, la basura es la excrecencia más inmediata de nuestros estilos de consumo, por lo tanto, es, recurrentemente, argumento utilizado por diversas opiniones políticas para cuestionar a la sociedad abierta y liberal que en buena parte se asocia a un ubicuo hedonismo individualista.”*

Hasta ahora, su cantidad es reflejo de la abundancia económica, de la cultura y del número de personas que integran a un grupo social o que viven en un espacio determinado. Y además se ha comentado por diversos autores que teóricamente la generación de basura (cantidad) está relacionada directamente con el nivel de ingresos de las personas, así como con los hábitos de consumo y con la capacidad de gestión de la misma.

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son los que se originan en los núcleos de población urbana, y constituyen un problema por el volumen generado y por la invasión que hace de “su” espacio, por lo que hay que trasladarlos, almacenarlos, depositarlos y tratarlos. Cuestiones referidas al proceso de gestión, y que se abordan en el siguiente capítulo.

Tanto la generación como la composición, ésta última primordialmente, varía con respecto al origen de los residuos, al lugar donde proceden, al clima o estación de año, y al nivel de vida.

En los países desarrollados en los que cada vez se usan más envases y papel, y en los que la cultura de "usar y tirar" se ha extendido a todo tipo de bienes de consumo, las cantidades de basura que se generan han ido creciendo hasta llegar a cifras muy altas.

En cuanto a su composición, los residuos producidos por los habitantes urbanos comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc. El grupo más voluminoso es el de las basuras domésticas.

La basura suele estar compuesta por:

- Materia orgánica. - Son los restos procedentes de la limpieza o la preparación de los alimentos junto la comida que sobra.
- Papel y cartón. - Periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes.
- Plásticos. - Botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables.
- Vidrio. - Botellas, frascos diversos, vajilla rota.
- Metales. - Latas, botes.

En las zonas más desarrolladas la cantidad de papel y cartón es más alta, constituyendo alrededor de un tercio de la basura, seguida por la materia orgánica y el resto. En cambio, si el país está menos desarrollado, la cantidad de materia orgánica es mayor -hasta las tres cuartas partes en los países en vías de desarrollo- y mucho menor la de papeles, plásticos, vidrio y metales (SEMARNAP, 1999).

El concepto de sustentabilidad, implica el ámbito de los Residuos Sólidos Urbanos e induce el reducir la generación de desechos, el

reciclaje de todo material al máximo y el tratamiento y disposición de los residuos en forma ambientalmente segura.

En este sentido, para garantizar el desarrollo sostenible, enunciado en la agenda 21, los gobiernos, el sector privado y las comunidades deben establecer políticas, programas y planes conjuntos donde los operadores de los servicios y la comunidad desempeñen un papel fundamental que conlleve al manejo racional de los residuos sólidos.

Para América Latina el adecuado manejo de sus servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos, sigue siendo un objetivo prioritario que debe ser complementado con programas de reducción de residuos generados y de reciclaje de residuos desechados.

2.3. Acercamiento a los estudios sobre Residuos sólidos.

Sobre la cuestión de los residuos se han hecho múltiples investigaciones. La mayoría de las que el autor ha revisado para la presente investigación son diagnósticos que describen la situación actual en diversos países. Sin embargo hemos observado que hasta antes del año 2000, había en menor medida investigaciones sobre México y América Latina, sin embargo después de esta fecha, se observó un incremento en los estudios en los mencionados territorios.

La primera evidencia que se ha encontrado sobre los residuos se registra en Atenas, en el 500 a. c. En esa época se adoptó como medida de eliminación la colección y transporte, que realizaban los mismos habitantes, a lugares en la periferia situados a 1,5 km de distancia de los asentamientos. Posteriormente en la época del imperio romano, que el servicio de recolección se realiza de forma organizada y los residuos se recogían en pequeños vagones que tiraban caballos y se depositaban igualmente en zonas alejadas, a

la población. Pero con la caída del imperio romano, también decayó el sistema de recolección de los residuos.

En 1855, después de una epidemia de cólera en Londres, Inglaterra, se llevaron a cabo diversos estudios sobre los problemas sanitarios que surgían en las grandes áreas urbanas. El doctor John Snow dirigió una de estas investigaciones y señaló como conclusión a la misma, que la epidemia de cólera se debía a la contaminación del río Támesis, ya que ahí eran arrojados los residuos de las casas y las industrias. Destacó que la única manera de eliminar las epidemias que en esa época se producían, era mediante la mejora de las condiciones higiénicas de la ciudad. Esta experiencia fue el inicio de los estudios e investigaciones para mejorar las condiciones higiénicas de las ciudades.

La gestión de los RSU se ha considerado típicamente una cuestión de ingeniería, lo que generó que la primera literatura en su mayoría sea de tipo tecnológico y ambiental. Sin embargo, los economistas desarrollaron algunos trabajos, y hace algunos años, esta perspectiva tomó más auge. Como señala Goddard (1995):

“El problema de la gestión de residuos sólidos proviene de la falta de reconocimiento hacia la naturaleza económica del problema... esta situación está empezando a cambiar, pero el cambio ha sido demasiado lento para evitar la crisis actual” (Goddard, 1995).

A continuación, revisaremos algunos de los estudios más relevantes, a decir del autor, sobre el tema.

A inicios de la década de los setenta, uno de los países europeos que fue pionero en avances sobre el tema fue Alemania. Este país dio un enfoque ambientalista a su política que se manifestó a través del decreto “Topfer“. Este documento señalaba la importancia de la separación, prevención y reciclado de envases.

En la década de los 90 en Europa se percibió, por un lado, el problema de generación de residuos en ciertas épocas del año, como en vacaciones cuando en algunos destinos turísticos la población aumentaba hasta el triple; también se percibió la falta de sitios para la disposición final de los residuos, por lo cual se inició la búsqueda de nuevas alternativas para resolver estos problemas (Balasano, 2001).

Como consecuencia de estas inquietudes se realizaron investigaciones para el uso de tecnologías en la disposición de residuos, surgieron estudios a nivel piloto para determinar las propiedades estructurales, comportamiento del pH, humedad, compuestos orgánicos volátiles, biogás, riesgos por inflamabilidad, entre otros (Ansbjer et al, 1995; Tamaddon et al, 1995; Sieger y Kewitz, 1997; Costemalle, 1997; Hogland 1998; Robles 1999; Robles y Goudon, 1999, 2000; Andreottola y Lagazzi, 2000; Andreottola et al, 2001).

A mediados de la época de los noventa, en Suecia y Francia, surgieron los primeros estudios sobre la compactación y el embalaje plastificado de RSU. Costemalle (1997) y Sieger y Kewits (1997) analizaron la aplicación del almacenamiento temporal en placas impermeabilizadas, a este sistema se le conoce como “relleno seco”

En 2007, Nammani y otros investigadores, estudiaron los compuestos orgánicos volátiles en el aire, que son emitidos durante el almacenamiento de los RSU en placas cilíndricas y rectangulares, de diferentes densidades.

En 2009, Tsagas y otros, realizaron estudios al relleno sanitario de Alexandroupolis en Grecia, con placas cilíndricas empacadas con LDPE a 770 kg/m^3 , y observaron ausencia de lixiviados y olores.

En 2010, la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, realiza un estudio de la Evolución Regional de Residuos sólidos en América Latina y el Caribe en donde presentan la generación de residuos sólidos urbanos para la región. Precisamente en América Latina, y particularmente en el caso de México, se han incrementado significativamente las investigaciones sobre los residuos. (OPS- AIDIS-BID, 2010)

Guido y otros, en 1997 publican un trabajo editado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la OPS, denominado: Diagnóstico de la situación del manejo de Residuos Sólidos Municipales, en América Latina y el Caribe. En el diagnóstico presentan los avances logrados en la región sobre la situación en el manejo de residuos sólidos municipales de ocho países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México, Perú, Trinidad y Tobago, Venezuela, Guatemala, Colombia, Uruguay y México.

Particularmente en México existen muchos estudios de caso de investigación aplicada a la resolución de alguna problemática, como el caso de la tesis doctoral, presentada por Barradas en el año 1999, sobre una metodología adecuada a la planificación de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y rurales (aplicada a la zona Minatitlán-Cosoleacaque, en el sur de México (Barradas, 1999)

Otra investigación doctoral es la de Velázquez (2006) denominada “Gestión ambiental y tratamiento de residuos urbanos: propuesta para la zona metropolitana de Guadalajara a partir de las experiencias de la Unión Europea”. Este trabajo presenta un interesante análisis comparativo sobre la problemática de la generación y gestión de los RSU.

Existen investigaciones sobre los problemas urbanos de los RSU, técnicas, nuevas tecnologías, así como políticas públicas para la mejor gestión de RSU.

2.4. Reflexiones al capítulo.

De los problemas de habitabilidad generados en las zonas urbanas, ya sean ciudades, zonas conurbadas o zonas metropolitanas, uno de los más graves es la generación ingente de residuos sólidos urbanos, que cada vez crece más, así como se incrementa la densidad de población.

Cualquiera que sea el campo en el que el hombre se desenvuelva: industrial, agrícola, social o doméstico, la huella de su paso se irá marcando por una pesada carga de residuos, es decir, la mayoría de las cosas que, de una u otra forma, ha utilizado. La generación de residuos sólidos es una actividad propia del hombre. Ya hemos mencionado que, el transformar la naturaleza, modificar conscientemente el ambiente, es lo que constituye el avance de la civilización (Deffis, 1993).

En este capítulo se ha definido como residuo cualquier producto en cualquier estado de la materia (sólido, líquido o gaseoso) que es el resultado de un proceso (extracción, transformación o utilización) que no tiene ningún valor para su propietario y, por tal motivo, éste lo abandona. Estos residuos son el resultado de cualquier actividad que realizan los seres humanos y su composición depende del lugar o territorio donde se genera y se clasifican según su estado físico (sólidos, líquidos y gaseosos), su procedencia (industriales, agrícolas, sanitarios y urbanos) y por su peligrosidad (tóxicos, radioactivos e inertes). Además, la generación de residuos depende en gran medida de factores culturales, los cuales están asociados generalmente al nivel de ingreso, hábitos de consumo y estándares de calidad.

En este capítulo se abordó el Marco teórico conceptual de los RSU, como base fundamental para iniciar el estudio de la gestión integral

de los RSU. Se parte de la premisa que es necesario reflexionar sobre la sociedad actual y su modelo consumista, que busca en todos sentidos progresar, evolucionar, mejorar; por tanto busca la calidad, de los productos que compra, consume, de las ciudades, los servicios, en general la calidad de vida. Es decir el individuo busca el bienestar, el cual es un círculo interminable en el que convergen los elementos individuales y del entorno; y en la búsqueda de este estado de bienestar se corre el riesgo de generar más basura y por consecuencia incrementar los problemas ambientales que propicien la pérdida de la calidad de vida de las personas.

Por otro lado, la definición de sostenibilidad es entendida como un proceso, que busca el equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad de la naturaleza de resolverlas.

El reto de las ciudades es progresar, desarrollarse, buscar la calidad de vida; todo en el contexto de la sostenibilidad. En este sentido, el autor considera que el estudio y conocimiento de problemáticas como la Gestión Integral de los RSU, es necesaria para el logro de los objetivos de sostenibilidad y de calidad de vida.