



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.



UNIVERSITAT DE BARCELONA

FACULTAD DE GEOGRAFIA E HISTORIA

TESIS DOCTORAL

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

PROGRAMA DOCTORAL
*Geografía, Planificación Territorial
y Gestión Ambiental*

PRESENTA
Raúl Treviño Hernández

DIRECTOR DE LA TESIS:
Dra. Yolanda Pérez Albert

TUTOR:
Dr. Javier Ubeda Cartaña

Mayo de 2017.

Agradecimientos

Hay ocasiones cuando uno quiere decir muchas cosas, pero es tanta la alegría que termina por no decir nada... hoy es uno de esos días; quiero agradecer a tantas personas que me han apoyado en la terminación de mi tesis que me da temor pasar por alto a alguien.

Quiero empezar dando un agradecimiento a mi directora de tesis, a esa persona que en varias ocasiones me hizo ver mi suerte, pero que si no hubiese sido por ella esta investigación jamás hubiera sido terminada; a ti mi eterno y sincero agradecimiento por todas esas horas de asesoría, algunas presenciales y muchas virtuales, eres una mujer que inspira a seguir trabajando, admiro tu fuerza, tu pasión por el trabajo, gracias por no dejarme desistir, siempre me acordare de ti Dra. Yolanda Pérez Albert.

Va mi agradecimiento a esa persona que nunca dejo de apoyarme con sus apreciaciones y observaciones académicas a mi trabajo, que en ocasiones (casi siempre) me decía "hay que cerrar el ciclo" mientras trabajábamos en proyectos, gracias por todo su apoyo Dra. Elda Margarita Hernández Rejón.

También quiero agradecer por todo su apoyo a esa persona que siempre me tendió la mano cuando lo necesite, y que siempre se portó como un buen amigo, gracias por apoyarme en las estancias que tenía que hacer en la universidad de Barcelona y gracias por su valiosa amistad Dr. Roberto Pichardo Ramírez.

A mi amigo con el cual logre una entrañable amistad, que siempre estuvo ahí para ayudarme con tramites en la universidad, pero sobre todo con sus buenos consejos que lograron que por fin acabara mi trabajo de investigación, gracias a usted por todo Dr. Joseph Oliveras Samitier.

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a las personas más importantes; que sin ellas mi vida no hubiera sido igual; que lo dan todo sin esperar nada a cambio; a las que lo entregaron todo y a las que siguen haciendo.

A mi madre (QED) mujer sensible que me entrego todo y que sin duda forjo mi carácter; siempre estuviste ahí, que nunca me fallaste, a ti debo en gran parte haber terminado este ciclo, lo único que me da tristeza es que no estés aquí para disfrutarlo conmigo, pero estoy seguro que desde el cielo lo estás viviendo como yo; Gracias mama.

A mi padre (QPD) que con todos sus defectos me hizo un hombre de bien, que siempre me impulso para que estudiara, como recuerdo esas palabras “mijo usted estudie, yo siempre estaré orgulloso de usted”; no estás aquí para verlo viejo, pero espero no haberte fallado y que allá en cielo lo disfrutes igual que yo. Te quiero pa.

A mis hijos, motor de mi vida y que solo con verlos sonreír y crecer han hecho que siga hasta terminar, como olvidar que empecé el doctorado contigo Emiliano, que empecé la tesis contigo Santiago, y que termino este ciclo contigo Benjamín; sin olvidar a ese angelito que también ocupa un lugar en mi corazón; los amo a los cuatro.

A mi esposa la persona más importante en la era actual, la que sin duda alguna es la responsable de que yo haya terminado la tesis y no haya claudicado aun cuando en algún momento lo hice, a ti que me has dado tantos momentos inolvidables, a ti que nunca te faltaron las palabras para alentarme a terminar, aun cuando yo ya no quería, tu estuviste siempre ahí, gracias por toda la ayuda que me diste sin esperar nunca nada a cambio, por ser mi conciencia, por ser mi inspiración, te admiro por todo lo que has logrado, este trabajo va dedicado a ti, Margarita, por ser la persona más importante en mi vida.

“Lo importante en la ciencia no es tanto obtener nuevos datos, sino descubrir nuevas formas de pensar sobre ellos.”

William Lawrence Bragg

RESUMEN

La presente investigación aborda, desde la perspectiva de la planeación territorial, uno de los principales problemas de las ciudades, como es la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y sus implicaciones socioeconómicas; esto es debido al constante crecimiento de la población y al continuo cambio en los patrones de consumo. Este trabajo se organiza en una presentación de la investigación y cuatro partes:

La presentación se inicia con una introducción donde se aborda de manera general la planeación territorial y la problemática que el crecimiento acelerado provoca; continua con la justificación de la investigación considerando, entre otras cosas, la necesidad de realizar un análisis del incremento de los RSU en México, particularmente en la ZMT, así como estudiar la dificultad para su manejo y realizar, en lo posible, una lista general de propuestas de mejora; en la presente investigación se intenta demostrar la hipótesis de que la cantidad de basura generada está en función directa del nivel de ingreso, del nivel de estudios y de la conciencia ambiental de la población; se plantea el objetivo de analizar la producción de residuos sólidos urbanos en el Sur de Tamaulipas, evaluando la relación existente con diversos factores socioeconómicos que podrían determinar el incremento en la generación de RSU por habitante; mediante la caracterización y análisis de los mismos.

La primera parte presenta los fundamentos de la investigación y está integrada por tres capítulos; en el primero se expone la evolución del crecimiento urbano hacia la metropolización, así como la cuestión de la sustentabilidad del desarrollo; en el segundo capítulo se presenta el marco teórico de los RSU, empezando con una introducción al problema de los residuos, su relación con el ciclo urbano hasta llegar a los antecedentes de los RSU en México.

Posteriormente (capítulo 2) se plantean los conceptos básicos, que son necesarios para el mejor entendimiento del problema de estudio. Para, finalmente, presentar una breve aproximación a los estudios sobre los RSU. En el capítulo tercero se expone la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y el marco jurídico de los RSU, en el contexto de México y el Estado de Tamaulipas.

En la segunda parte de la investigación se presenta el Caso de Estudio: Gestión de los RSU en el Sur de Tamaulipas, (México) y sus implicaciones socioeconómicas y está integrada por dos capítulos; en el cuarto capítulo se describe la metodología empleada que consistió en la aplicación de encuestas para obtener información socioeconómica, medioambiental y de educación de las personas que habitan los hogares en la zona de estudio. Además, se recopilaron los residuos de los hogares mencionados durante siete días consecutivos y posteriormente fueron clasificados y pesados. En el capítulo quinto se describe la zona de estudio, en lo que concierne a los aspectos medioambientales, socioeconómicos y del entorno urbano del territorio en cuestión.

En la tercera parte se abordan dos capítulos: por un lado, el análisis estadístico de los resultados y, por el otro, el análisis de la cartografía elaborada; en el capítulo seis se exponen los datos obtenidos con el levantamiento de las encuestas, mediante métodos estadísticos, utilizando el programa SPSS y la tradicional estadística descriptiva; en el séptimo capítulo se trabajaron los resultados en el programa de ARC-GIS, obteniendo mapas con información visual de los espacios en territorio en donde se concentraban las mayores cantidades y tipos de residuos.

Y por último, en la cuarta y última parte, se abordan las conclusiones finales y las propuestas generales de minimización y mejora de la gestión de los RSU en la Zona Metropolitana del Sur de Tamaulipas.

INDICE GENERAL

	Pág.
PRESENTACIÓN	
Introducción	1
Descripción del Problema	7
Planteamiento de la hipótesis de investigación	10
Objetivo general de la investigación	11
Objetivos específicos	12
Justificación de la investigación	12
Estructura metodológica de la investigación	15
PRIMERA PARTE. Fundamentos de la investigación: urbanización, sustentabilidad y la cuestión de los residuos sólidos urbanos (RSU)	
Capítulo 1.- El crecimiento urbano y la sustentabilidad del desarrollo	
1.1 De la ciudad a la metropolización	21
1.1.1. Urbanización en México y América Latina	
1.1.2. La planeación urbana y el fenómeno metropolitano	
1.1.3. Urbanización y medio ambiente.	
1.2 Sustentabilidad del hábitat urbano. Antecedentes	29
1.2.1. Ecología urbana	
1.2.2. Desarrollo sustentable	
1.2.3. Sustentabilidad urbana	
1.3 Gestión de los servicios urbanos en México	42
1.4 Reflexiones al capítulo	49
Capítulo 2. Residuos sólidos urbanos. Marco Teórico	
2.1 Introducción al problema de los residuos sólidos	53
2.1.1. Los residuos en el ciclo urbano	
2.1.2. Antecedentes de los RSU en México	
2.2 Conceptos básicos	65
2.2.1 Clasificación	
2.2.2 Generación y composición	
2.3 Acercamiento a los estudios sobre Residuos Sólidos	73
2.4 Reflexiones al capítulo	77
Capítulo 3. Gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos	
3.1 Preámbulo a la Gestión Integral de los RSU	81
3.2 Conceptualización de la gestión de los RSU	83
3.2.1 Almacenamiento	
3.2.2 Recolección	
3.2.3 Tratamiento	
3.2.4 Disposición final	
3.2.5 Reciclaje y minimización	
3.3 El problema de la Gestión Integral de RSU en México	95
3.4 Estado de la Gestión de los RSU en la ZST	98
3.5 Marco Jurídico de los RSU	108
3.5.1 Marco Normativo en México	
3.5.2 Marco Normativo en Tamaulipas	
3.6 Reflexiones al capítulo	118

SEGUNDA PARTE. Caso de Estudio: Gestión de los RSU en el Sur de Tamaulipas, en México y sus implicaciones socioeconómicas.

Capítulo 4. Metodología

4.1 Definición de los estratos de la población	125
4.2 Determinación del tamaño de la muestra	131
4.3 Recopilación de datos de trabajo de campo	136
4.4. Planificación del Trabajo de campo	147

Capítulo 5. Descripción de la zona de estudio: la zona metropolitana del sur de Tamaulipas.

5.1. Aspectos Medioambientales	163
5.2. Aspectos socioeconómicos	170
5.3. El entorno urbano de la ZMST	181
5.4 Caso de estudio: Cd. Tampico, Tamaulipas	195

TERCERA PARTE. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS Y DE LA CARTOGRAFIA

Capítulo 6. Caracterización de los residuos sólidos urbanos en la zona metropolitana del sur de Tamaulipas

6.1. La generación de Residuos Sólidos Urbanos en la ZMST y los estratos socioeconómicos	207
6.1.1 Volumen de residuos	
6.1.2 Volumen de residuos y tamaño del hogar.	
6.1.3 Comportamiento temporal de los residuos: generación de residuos semanal y según el día de la semana	
6.2. La generación de Residuos Sólidos Urbanos en la ZMST y los ingresos, tipo de trabajo y servicios del hogar	215
6.2.1 Generación de residuos y tipo de empleo del jefe de Familia	
6.2.2 Generación de residuos e ingresos del jefe de familia	
6.2.3 Generación de residuos y servicios con los que cuentan los hogares	
6.3. La generación de Residuos Sólidos Urbanos en la ZMST y el nivel de educación y concienciación medioambiental de las familias	221
6.3.1 Generación de residuos y nivel de educación del jefe de familia	
6.3.2 Generación de residuos y grado de conciencia Medioambiental	
6.4. Tipos de residuos y estratos socioeconómicos	226
6.4.1 Tipos de residuos para el total de la muestra	
6.4.2 Tipos de residuos según el estrato socioeconómico	
6.5.- Conclusiones del capítulo	229

Capítulo 7 Análisis territorial de los RSU en la ZMT

7.1. Generación de RSU en la ZMST	236
7.2. Generación de RSU por estrato socioeconómico	246
7.3. Clasificación por tipo de RSU en la ZMST	253
7.4. Análisis espacial de los RSU de acuerdo a su clasificación y por estrato socioeconómico	263
7.5. Conclusiones al Capítulo	269

CUARTA PARTE. CONCLUSIONES, PROPUESTAS, BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS.

Conclusiones Finales	275
Propuestas	285
Referencias bibliográficas y electrónicas	289
Anexos	
Índice de tablas, gráficos, figuras, fotografías y mapas	
<u>Índice de tablas</u>	
1.1 América Latina: Población total, urbana y rural y porcentaje de población (1970 – 2025, en miles a mitad de año)	22
2.1 Generación anual por zona geográfica	60
2.2 Clasificación De Los Residuos Sólidos Urbanos	70
3.1 Generación per cápita diaria de Residuos Sólidos Urbanos por zona geográfica en México, 1997 a 2004 (Kilogramos por habitante por día)	97
3.2 Generación de RSU en municipios de la Región Sur.	99
3.3. Proyección de RSU en municipios de la Región Sur.	99
3.4 Características del sistema de barrido en municipios de la Región Sur	100
3.5 Recolección de RSU en municipios de la Región Sur.	101
3.6 Características del sistema de recolección de RSU en municipios de la Región Sur.	101
3.7 Número de contenedores en municipios de la Región Sur.	102
3.8 Situación de los sitios de disposición final de RSU en municipios de la Región Sur.	103
3.9 Cumplimiento de los sitios de DF de RSU en municipios de la Región Sur	104
3.10 Marco legal de los Residuos Sólidos Urbanos en México	113
3.11 Normas mexicanas aplicables a los residuos sólidos	113
4.1 Salarios mínimos 2009	127
4.2 Población ocupada por municipio, y su distribución según ingreso por trabajo en salarios mínimos.	127
4.3. Ubicación de la información de la población de la ZMST en los estratos económicos según el estudio del AMAI.	129
4.4 Igualación de Nomenclatura.	129
4.5 Distribución de la población ocupada en estratos económicos según los salarios mínimos que perciben.	130
4.6 Distribución de hogares a muestrear según estrato económico	135
4.7 Variables de estudio	151
4.8 Métodos de análisis estadísticos	152
4.9 Información necesaria para el análisis.	153
5.1 Población total por Regiones del Estado de Tamaulipas.	160
5.2 Población total y número de localidades en municipios de la Región Sur.	161
5.3 Colonias vulnerables a inundaciones	165

5.4 Porcentaje de vegetación respecto al total de la superficie del territorio de la ZMST	167
5.5 Porcentaje de tipos de material con los que están elaborados los techos de las viviendas en la ZMST	176
5.6 Porcentaje de tipos de material con los que están elaborados los pisos de las viviendas en la ZMST	176
6.1 Promedio de generación de RSU por estrato socioeconómico en el periodo de una semana	208
6.2 Porcentaje de personas que viven en los hogares de cada estrato socioeconómico (%).	210
6.3 Número de personas que viven en los hogares de cada estrato socioeconómico.	210
6.4 Resu. Núm. personas que viven en los tipos de hogares	211
6.5 Generación promedio de residuos sólidos urbanos de cada día de la semana por estrato socioeconómico	213
6.6 Valores de los resultados de las correlaciones	214
6.7 Porcentaje del tipo de empleo actual del jefe de familia por estrato socioeconómico	216
6.8 Empleo actual del jefe de familia por estrato socioeconómico	216
6.9 Resumen empleo actual del jefe de familia	217
6.10 Porcentaje del ingreso actual del jefe de familia según los salarios mínimos que percibe por estrato socioeconómico	218
6.11 Numero de salarios mínimos que percibe por estrato socioeconómico	218
6.12 Resumen número de salarios mínimos que percibe por estrato socioeconómico	219
6.13 Porcentaje de servicio con que cuentan los hogares por estrato socioeconómico	220
6.14 Porcentaje de nivel académico del jefe de familia por estrato socioeconómico	222
6.15 Nivel académico del jefe de familia por estrato socioeconómico	222
6.16 Resumen nivel académico del jefe de familia por estrato socioeconómico	223
6.17 Porcentaje de la preferencia por adquirir productos en envases desechables (%).	225
6.18 Porcentaje de integrantes del hogar que han tomado curso relacionado con el cuidado del Medio Ambiente (%).	225
6.19 Porcentaje de hogares dónde acostumbra ver programas de tv sobre temas del cuidado del M. A. (%).	225
6.20 Porcentaje de hogares dónde tienen conocimiento del significado de las 3rs (%)	225
6.21 Porcentaje de tipo de residuos en la zona de estudio(%)	226
6.22 Caracterización del promedio de los RSU por estrato socioeconómico (gramos).	228
6.23 Caracterización del promedio de los RSU por estrato socioeconómico (%).	228

Índice de gráficos

4.1 Distribución de la población ocupada, según ingreso por trabajo en salario mínimo	128
4.2 Distribución de la población ocupada, según ingreso por trabajo en salario mínimo (%)	128
4.3 Comparación de la distribución de habitantes por nivel socioeconómico entre la ZMST y Tampico (en %)	131
6.1 Generación promedio de residuos sólidos urbanos por estrato socioeconómico	209
6.2 Generación promedio de RSU de cada día de la semana por estrato socioeconómico	213
6.3 Correlación entre la generación de residuos sólidos urbanos y los estratos socioeconómicos	214
6.4 Correlación generación de RSU y el nivel de educación	224

Índice de figuras

3.1. Composición de RSU para la Región Sur.	100
3.2 Localización de la E.T. en la Región Sur.	103
3.3. Sitios de disposición final de RSU en la Región Sur.	104
4.1 Distribución espacial de los estratos socioeconómicos	133
4.2 Distribución espacial de las encuestas	135
5.1 Ubicación del Estado de Tamaulipas en México.	157
5.2. Tamaulipas y estados colindantes con Tamaulipas.	158
5.3 Regiones del Estado de Tamaulipas.	159
5.4 Municipios que comprenden la Región Sur.	161
5.5 Ubicación de Tampico	162
5.6 Localización y límites del municipio de Tampico, Tamps.	195
5.7 Zona conurbada Tampico, Madero y Altamira.	197
5.8 Tendencia de crecimiento de la población en Tampico	199

Índice de fotografías

3.1. Tiradero Isleta del Zapote, Tampico Tamps	105
3.2. Zona de descarga de los Residuos Sólidos Urbanos	106
3.3 Camiones recolectores de basura de Tampico	106
4.1 entrega de residuos en bolsas cerradas.	141
4.2 verificación de folios.	142
4.3 Bascula digital utilizada para pesar los RSU	142
4.4 Pesaje de una bolsa de RSU	143
4.5 Separación manual de los RSU	144
4.6 Pesaje por tipo de residuo	144
4.7 Bolsas, mesa de trabajo y bascula utilizados.	147
4.8 Guantes y balanza utilizados en la separación de RSU	148
4.9 Área de trabajo para la clasificación de RSU	148
4.10 Encuestadores que apoyaron en la investigación	149
4.11 Estudiantes que apoyaron en la clasificación de RSU	150
4.12 Actividad de separación y clasificación de los RSU	150

Índice de mapas

7.1 Generación promedio de RSU en la Zona de Estudio.	237
7.2 Generación promedio de RSU, en domingo Zona de Estudio.	238
7.3 Generación promedio de RSU en sábado, para la Zona de Estudio.	239
7.4 Generación promedio de RSU en viernes para Zona de Estudio.	240
7.5 Generación promedio de RSU en jueves, para la Zona de Estudio.	241
7.6 Generación promedio de RSU en miércoles, para la Zona de Estudio.	244
7.7 Generación promedio de RSU en martes para Zona de Estudio	245
7.8 Generación promedio de RSU en lunes para la Zona de Estudio	246
7.9 Generación Promedio de RSU para el estrato A	247
7.10 Generación promedio de RSU para el estrato B	248
7.11 Generación promedio de RSU para el estrato C	249
7.12 Generación promedio de RSU para el estrato D	250
7.13 Generación promedio de RSU para el estrato E	251
7.14 Generación promedio de RSU para el estrato F	252
7.15 Tipos de residuos generados en la zona de estudio.	254
7.16 Promedio de residuo orgánico generado en la zona de estudio.	255
7.17 Promedio de residuo plástico generado en la zona de estudio.	256
7.18 Promedio de residuo vidrio generado en la zona de estudio.	257
7.19 Promedio de residuo papel generado en la zona de estudio.	258
7.20 Promedio de residuo textil generado en la zona de estudio.	259
7.21 Promedio de residuo huesos generado en la zona de estudio.	260
7.22 Promedio de residuo escombros generado en la zona de estudio.	261
7.23 Promedio de residuo metal generado en la zona de estudio.	262
7.24 Tipo de residuos generados en el estrato A	263
7.25 Tipo de residuos generados en el estrato B	264
7.26 Tipo de residuos generados en el estrato C	265
7.27 Tipo de residuos generados en el estrato D	266
7.28 Tipo de residuos generados en el estrato E	267
7.29 Tipo de residuos generados en el estrato F	268