

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



**“DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE CIUDAD
IXTEPEC, OAXACA”**

TESIS

Que para obtener el título profesional de
INGENIERO AMBIENTAL

Presenta

Karen Michelle Ruiz Valencia

Director de tesis

M. C. Luis Antonio López García

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2022



DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño para:

Mi mamá ♥

Mi tío Rafa

Mis abuelitos Elpidia y Pastor †

Y mi hermanita Ali.

A la memoria de todas
las mujeres que con su aguerrida e
históricas luchas han hecho posible nuestro
acceso a una educación igualitaria y las
que luchan diariamente por derribar
estereotipos que generan desigualdad,
por abrir espacios dignos de laborar
y por ser fuente de inspiración ♥.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Mar por todo el conocimiento y experiencias ganadas durante estos últimos años de mi vida y a cada uno de los profesores que estuvieron presentes en este camino, especialmente a la M. C. Belem Espinoza Chávez, Dra. Susana García Ortega, Dr. Ever Peralta Reyes, Dr. Alejandro Regalado, M.C. Bárbara Zavala Trujillo, Dr. Aitor Aizpuru y Dra. María del Rosario Enríquez Rosado por sus consejos, amor y tiempo brindados.

Al departamento de servicios escolares por las facilidades brindadas en mi estadía, especialmente a Reyna.

Al departamento de Coordinación y Promoción al Desarrollo de la Universidad del Mar y al técnico designado por el departamento: I.A Rafael Napoleón Huerta López por las facilidades otorgadas para realizar este trabajo dentro del proyecto: “Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Ciudad Ixtepec”.

Al H. Ayuntamiento de Ciudad Ixtepec por contribuir con el desarrollo de mi tesis, en especial a la licenciada Gema Guzmán López, Sonia Rodríguez y Adriana Barrita.

A Frida Alicia Robles Palacios por ser mi amiga, compañera de habitación y de viajes, por contribuir con su tiempo, esfuerzo y dedicación en la colecta de datos para realizar este proyecto y hacerme sentir cómoda en todos estos procesos.

A doña Ana Castañeda y don José Adrián Barrita por su hospitalidad brindada en Ciudad Ixtepec.

Al M. C. Luis Antonio López García por ser mi asesor de tesis, por todas las facilidades brindadas, por su tiempo y por enseñarme esta parte de la ingeniería que disfruto mucho.

A mis revisores:

A la M.C. María del Rocío Gutiérrez Ortiz, quien aparte de haber contribuido a que el presente trabajo fuera mejor, le guardo un gran cariño, por ser quien es en mi vida.

Al M. C. Cervando Sánchez Muñoz por el tiempo y su guía durante este proyecto y a lo largo de la carrera con su gran labor docente.



**DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS EN EL MUNICIPIO DE CIUDAD, IXTEPEC, OAXACA.**

Al M.A.I.A. Eduardo Juventino Ramírez Chávez y el M.C. Edgar Valencia Rojas por el tiempo dedicado, observaciones y comentarios realizados para mejorar el presente documento.

A mis amigos:

A Eduardo Salazar Martínez y Lizbeth Ortiz García♥ por todas las risas, por el disfrute y amor que siento al estar con ustedes, porque su tiempo, cariño y dedicación, siempre va conmigo.

A la familia Ortiz García por apreciarme y por sus atenciones brindadas.

A la Familia Salazar Martínez en especial a la señora Antonia Martínez y el señor Ignacio Salazar por permitirme estar presente en su familia, por todo su amor y cariño brindados.

A mi amigo, vecino y roomie José Alejandro Ortiz Vidal por comer a escondidas de David, por pasar huracanes conmigo, por dejar que el perro nos quitará nuestras chuletas, por acompañarme en este proceso. Te quiero mucho.

A la abuelita de ale por mandarnos su carne de pollo enchilada y la carnita de puerco en salsa uff.

A mi otro vecino y roomie y no menos importante David Horta García por invitarme a vivir contigo, fue el inicio de algo muy bonito, por prestarnos a Queru como si fuera de nosotros, por todos los buenos y malos momentos que compartimos, los llevé conmigo.

A mi amigo Marlo Sayeg Herrera Bulnes por estar presente en mis momentos más tristes y no abandonarme, por esos desayunos de barbacoa, por quererme y cuidarme, por ser quien eres conmigo y por esas noches de baile, de diversión y de risas “Qué el amor es bailar” <3.

A Daniela Moya Cordero quien estos últimos años conocí y entendí la gran mujer que es y su forma de ser tan coherente con sus acciones y sus palabras, por tantas pláticas y cariño.

A Jesús Adolfo García Zavaleta y su familia especialmente a Doña Luisa y Raymundo por el tiempo y atenciones brindadas.



**DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS EN EL MUNICIPIO DE CIUDAD, IXTEPEC, OAXACA.**

A Luis Gonzalo López Martínez por el tiempo y paciencia que te has tomado conmigo, por qué cuando me sentí la pésima redactando me hiciste ver que si podía, y si pude, este trabajo es tan tuyo como mío.

A mis amigos de la UAM especialmente a Verónica D. C, Paola G.V, Mons M. y Ricardo M. por su cariño y atenciones conmigo.

A Noé Israel Juárez Bautista por apoyarme y creer en mí desde el primer día en la universidad.

A Diana A. J. S. por compartirme tantas experiencias y por su calidad humana.

A Dani Toral por apoyarme en lo personal y académico, por brindarme mi primera oportunidad laboral fuera de la Universidad, por creer en mí y en mi capacidad profesional.

A mis demás amigos ambientales: Nati, Karla, Erick, Jacqueline, Omar, Ivan, Elva, Gauss, Inés, Guadalupe, Lili y Paola por su cariño y buenas vibras.

A mis amigos de biología: Ubaldo, Ari, Mahe, Marisol, Crista, Betsabe, Ángeles y Moni por su amabilidad y empatía que tienen conmigo especialmente a Ameyalli Flores Paulo por todo el amor que me has dado, por hacerme feliz ¡te quiero montones!

A mis amigos de todos los tiempos, a mis amigos de la infancia, mis compas de la 106, a l@s mecatrónic@s, los llevó en mi corazón, especialmente a Diego G. V.

A mi familia, especialmente a mi tío Maro por su cariño de todos estos años.

A mi tía Mari por las facilidades brindadas, por confiar en mí y permitir que se realizará este logro.

Al equipo de Omega por su apoyo estos días, en especial a la Ing. Adri.

Y por último a mí, por estos dos años.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	2
I.1 Instrumentos jurídicos en materia de residuos	3
I.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	3
I.1.2 Ley General de Salud.....	3
I.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	4
I.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	4
I.1.5 Normas Oficiales Mexicanas	5
I.1.6 Normas Mexicanas.....	6
I.1.7 Instrumentos de la política de prevención y gestión integral de residuos	6
I.1.8 Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos	7
I.1.9 Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos	8
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES	13
CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN.....	15
CAPÍTULO IV. OBJETIVOS	16
IV.4.1 Objetivo general.....	16
IV.4.2 Objetivos específicos	16
CAPÍTULO V. METODOLOGÍA	17
V.5.1 Características del municipio	17
V.5.1.1 Área de estudio	17
V.5.1.2 Condiciones climatológicas.....	18
V.5.1.3 Uso del suelo y vegetación.....	19
V.5.1.4 Factores socioeconómicos	20
V.5.2 Generación y caracterización de Residuos Sólidos Urbanos.....	21
V.5.2.1 Estudio de generación y caracterización de Residuos Sólidos Urbanos.....	21



DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS EN EL MUNICIPIO DE CIUDAD, IXTEPEC, OAXACA.

V.5.2.2 Proyección de la población y estimación de la generación de Residuos Sólidos Urbanos	31
V.5.3 Estimación de los Residuos de Manejo Especial	32
V.5.4 Generación total de Residuos Sólidos	34
V.5.5 Organización y operación actual del servicio público de Residuos Sólidos Urbanos	35
V.5.5.1 Situación del personal	35
V.5.5.2 Marco jurídico y legal	35
V.5.5.3 Infraestructura, equipo y operación actual del sistema de limpia.....	35
V.5.5.4 Situación financiera.....	36
V.5.6 Evaluación del Sitio de Disposición Final.....	37
CAPÍTULO VI. RESULTADOS	38
VI.6.1 Estudio de generación y caracterización de Residuos Sólidos Urbanos	38
VI.6.1.1 Índice de Generación per- cápita.....	39
VI.6.1.2 Generación total de Residuos Sólidos Urbanos	39
VI.6.1.3 Proyección de la generación de Residuos Sólidos Urbanos.....	40
VI.6.1.4 Composición de los Residuos Sólidos Urbanos.....	41
VI.6.1.5 Peso volumétrico.....	44
VI.6.2 Estimación de Residuos de Manejo Especial.....	45
VI.6.2.1 Sector secundario	45
VI.6.2.2 Sector terciario	46
VI.6.3 Generación total de Residuos Sólidos.....	49
VI.6.4 Organización y operación actual del servicio público de Residuos Sólidos Urbanos.....	49
VI.6.4.1 Situación del personal	49
VI.6.4.2 Marco jurídico.....	50
VI.6.4.3 Infraestructura, equipo y operación del sistema de limpia.....	51
VI.6.4.4 Tiraderos clandestinos.....	59
VI.6.4.5 Situación financiera.....	61



**DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS EN EL MUNICIPIO DE CIUDAD, IXTEPEC, OAXACA.**

VI.6.5 Evaluación del Sitio de Disposición Final	62
VI.6.5.1 Especificaciones de selección del sitio	62
VI.6.5.2 Categoría del Sitio de Disposición Final.....	64
VI.6.5.3 Estudios y análisis previos a la construcción	64
VI.6.5.4 Características constructivas y operativas del Sitio de Disposición Final	65
VI.6.5.5 Documentos complementarios para la autorización y evaluación de este tipo de obras	68
VI.6.5.6 Resultados de la evaluación	68
VI.6.5.7 Condiciones extraordinarias del Sitio de Disposición Final	68
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
VII.7.1 Conclusiones.....	70
VII.7.2 Recomendaciones	72
CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS.....	73
CAPÍTULO IX. ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos	8
Figura 2. Área de estudio Ciudad Ixtepec, Oaxaca	18
Figura 3. Tipos de climas presentes en Ciudad Ixtepec	19
Figura 4. Usos de suelo y vegetación municipal	20
Figura 5. Zona de trabajo de campo	22
Figura 6. Apertura, homogenización y fragmentación de Residuos Sólidos Urbanos	25
Figura 7. Selección y clasificación de subproductos	28
Figura 8. Pesaje de los subproductos	29
Figura 9. Determinación del peso volumétrico	31
Figura 10. Estimación de la población	40
Figura 11. Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos para el municipio de Ciudad Ixtepec.....	43
Figura 12. Peso volumétrico.....	45
Figura 13. Organigrama para el manejo de Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de Ciudad Ixtepec	50
Figura 14. Vehículos de recolección	52
Figura 15. Ruta de recolección VR-01	53
Figura 16. Ruta de recolección VR-02.....	54
Figura 17. Recolección de residuos por particulares.....	55
Figura 18. Rutas de barrido	57
Figura 19. Barrido manual	58
Figura 20. Equipo de barrido manual.....	58
Figura 21. Sitio de transferencia	59
Figura 22. Ubicación del tiradero clandestino.....	60
Figura 23. Tiradero clandestino	61
Figura 24. Cumplimiento de las condiciones de ubicación del Sitio de Disposición Final	64
Figura 25. Memoria fotográfica del Sitio de Disposición Final.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de los Sitios de Disposición Final.....	12
Tabla 2. Tipos de clima en el área de estudio	18
Tabla 3. Selección del riesgo de muestreo	22
Tabla 4. Clasificación de subproductos.....	27
Tabla 5. Datos de los censos poblacionales de Ciudad Ixtepec	31
Tabla 6. Unidades económicas para el municipio de Ciudad Ixtepec.....	33
Tabla 7. Indicadores de generación por giro de actividad.....	34
Tabla 8. Generación de Residuos Sólidos Urbanos	40
Tabla 9. Proyección de los Residuos Sólidos Urbanos para el municipio de Ciudad Ixtepec	41
Tabla 10. Clasificación de los subproductos de los Residuos Sólidos Urbanos.....	42
Tabla 11. Peso volumétrico de los Residuos Sólidos Urbanos	44
Tabla 12. Generación de Residuos de Manejo Especial en la industria manufacturera.....	45
Tabla 13. Generación de residuos en comercio.....	46
Tabla 14. Generación de residuos en oficinas	46
Tabla 15. Generación de residuos en restaurantes y bares	47
Tabla 16. Generación de residuos de servicios educativos	47
Tabla 17. Generación de residuos de los servicios de transporte	48
Tabla 18. Generación de Residuos de Manejo Especial del sector hotelero	48
Tabla 19. Estimación de Residuos de Manejo Especial mediante el uso de indicadores por giro	49
Tabla 20. Características de los vehículos.....	51
Tabla 21. Rutas de recolección para el vehículo (VR-01)	53
Tabla 22. Rutas de recolección para el vehículo (VR-02)	54
Tabla 23. Planteles educativos del municipio de Ciudad Ixtepec	56
Tabla 24. Rutas de barrido	57
Tabla 25. Comprobación del cumplimiento del requerimiento de ubicación del Sitio de Disposición Final del municipio de Ciudad Ixtepec	63
Tabla 26. Estudios y análisis previos para la construcción del Sitio de Disposición Final.....	65
Tabla 27. Características operativas y constructivas del Sitio de Disposición Final.	66

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (DBGIRSU) del municipio de Ciudad Ixtepec. El cual incluye la elaboración del estudio de generación y composición de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), la estimación de la cantidad de Residuos de Manejo Especial (RME) generados en el municipio mediante una metodología indirecta, el diagnóstico del sistema de limpia y la evaluación del Sitio de Disposición Final (SDF).

La determinación de la generación y composición de RSU se realizó empleando la metodología enmarcada en las Normas Mexicanas NMX-AA-061-1985, NMX-AA-015-1985 y NMX-AA-022-1985. Como resultado se obtuvo un Índice de Generación Per- cápita (IGP) de 0.494 kg/hab-día, y una generación total de RSU de 14.732 t/día. Los subproductos con mayor porcentaje de valorización fueron los residuos orgánicos (38.95%), Residuos Inorgánicos con Valorización Térmica (RIVT) (22.12%) y plásticos reciclables (12.17%).

En el caso de los RME la estimación de la generación se realizó mediante un método indirecto, el cual utilizó las Unidades Económicas (UE) presentes en el municipio aplicando factores de generación a cada sector, obteniendo como resultado un valor de 52. 596 t/día de RME.

El diagnóstico del sistema de limpia consistió en la recopilación de información en campo. En este caso se cuantificó el equipo, la infraestructura, el personal destinado al manejo de los RSU del municipio, rutas de recolección y barrido, entre otros. Como resultado de esta etapa se encontraron algunos problemas de operación debido a la falta de personal capacitado y/o infraestructura.

Por último, se realizó la evaluación del SDF conforme a las especificaciones y requerimientos descritos en la NOM-083-SEMARNAT-2003. En este caso se pudo verificar que el SDF tiene un 19.45% de cumplimiento contra un 80.55% de no cumplimiento.

La importancia de realizar el DBGIRSU es principalmente para obtener información precisa sobre la situación actual del municipio en materia de RSU que permita plantear estrategias para asegurar la Gestión Integral de los RSU (GIRSU) generados en el municipio.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mala gestión de RSU constituye uno de los problemas ambientales de carácter mundial (Castillejos, 2010). En México la intensificación de la industria, la demanda de materias primas y servicios de una población en aumento y con patrones de consumo cambiantes y cada vez más demandantes han originado que exista un incremento en la generación de RSU con elementos más difíciles de degradar y con mayor potencial nocivo para el medio ambiente, sin embargo, el problema no radica solo en la generación, también se le atribuye otros factores como la falta de información en materia de RSU, de infraestructura, capacidad, equipo y personal capacitado para el manejo adecuado de RSU. Consecuentemente todos estos factores han contribuido a la contaminación del aire, suelo y cuerpos de agua, así como la proliferación de fauna nociva y la transmisión de enfermedades (SEMARNAT, 2016). Esta problemática se ve reflejada en la mayoría de los municipios mexicanos que operan con recursos limitados (Castañeda, 2015).

La obtención de información en materia de RSU para cada municipio es uno de los aspectos clave para mejorar la gestión de RSU, su aporte permitirá que exista una decisión acertada para su gestión y consecuentemente una mejor optimización y aprovechamiento de sus recursos, así como el desarrollo de políticas y estrategias que permitan disminuir los impactos ambientales producto de la generación de RSU. En México se necesita de estudios y análisis que permitan dimensionar la problemática, principalmente en lo relativo a la caracterización de RSU e infraestructura (INE-SEMARNAT, 2006).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), establece que los municipios deberán formular el Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PMPGIRSU) (LGPGIR, 2003), el cual consta de 3 etapas principales: a) el diagnóstico básico, b) la planeación estratégica participativa y, por último, c) el procedimiento para el monitoreo y mejora del programa (Wehenpohl & Hernández, 2006).

El DBGIRSU constituye una herramienta para conocer la cantidad y composición de RSU, e infraestructura, así como la capacidad y efectividad para su manejo integral. Con base en lo expuesto anteriormente, en esta tesis se elaboró el DBGIRSU para el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca, conforme a la normatividad vigente con el propósito de conocer la situación actual en el manejo de RSU.