



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
04 de septiembre de 2023

C. David Santiago Cruz

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

(RSD) EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Mtro. Ulises González Vázquez

Firmas:

Ccp. Expediente

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS

**ESTUDIO DE GENERACIÓN Y
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS (RSD) EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE
ESPINOSA, CHIAPAS.**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:
DAVID SANTIAGO CRUZ

DIRECTOR:
M. en C. ULISES GONZÁLEZ VÁZQUEZ

CODIRECTOR (A):
ING. MÓNICA CATALINA CISNEROS RAMOS

ASESORES:
**ING. HUGO ALBERTO MARGÁIN LUGO
LIC. JOSÉ ANTONIO MORALES HERNÁNDEZ**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2023



AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Se dice que la mejor herencia que los padres pueden dejar son los estudios, sin embargo, no creo que sea el único legado por el cual estoy muy agradecido. Mis padres me permitieron trazar mi propio camino y caminar con mis propios pies. Ellos son mi roca en la vida, y agradezco este trabajo de titulación a ellos. Gracias a mi madre Sonia del Carmen y a mi padre David.

No hay palabras suficientes para expresar mi amor y gratitud por su fe, generosidad y ayuda incansable que me brindaron en todo momento. Gracias a ustedes, he alcanzado otro peldaño en mi vida. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A mis hermanos

Mis hermanos, Gabriela, Damaris y Héctor tan increíbles y únicos, compañeros en este camino de aprendizaje, son lo mejor que la vida me ha dado, sin duda mi mejor ejemplo de amor y trabajo duro, gracias por estar conmigo de principio a fin en este duro camino, son sin duda lo mejor de lo mejor.

A mi esposa

A mi esposa Yuridiana, agradecer profundamente el apoyo que me brindó, la comprensión, tolerancia y la infinita paciencia que me cedió para que “Papá estudie”, para permitir así llevar adelante este proyecto que pasó de ser una meta personal a otro logro más de la familia. A ti, mi eterno amor y gratitud.

A mis tutores

La finalización de este proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo profesional de mi tutor, el Mtro. Ulises González Vázquez, quien con paciencia y conocimiento guió mi trabajo para lograr un producto comunicacional de alta calidad. Agradezco también al Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez y al Dr. José Manuel Gómez Ramos, quienes confiaron en mi capacidad y dedicación para realizar este proyecto.

A la universidad

Por último, agradecer a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

DEDICATORIA

A mi familia

Dedico el presente documento a mi familia que gracias a su apoyo incondicional logré culminar esta carrera. Mis padres y hermanos, por todo el apoyo y confianza, gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y siendo mi mejor amigo y guía para superarme. A mi querida madre, por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y el amor eterno e inigualable que solamente una madre puede brindar. A mis hermanos por estar siempre presentes, siendo mis acompañantes en esta larga travesía, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar y que con su actitud lograron que tomará más impulso para lograr llegar a la meta final.

A mi esposa e hijo

El resultado de este proyecto no hubiera sido posible sin el amor, apoyo y confianza de mi amada esposa y mi primer hijo a quienes dedico este logro, a quienes siempre cuidaré para verlos hechos personas capaces y que puedan valerse por sí mismos. Gracias por ese tiempo que me otorgaron para realizarme profesionalmente a pesar de las adversidades, por su respaldo y porque me enseñaron que siempre hay una luz al final del camino.

A mis profesores

Dedicar con mucho orgullo a mis profesores de la facultad de ingeniería el resultado de este trabajo, y sentirme agradecido por todo el apoyo brindado, por la paciencia, disponibilidad y generosidad en calidad de sus enseñanzas, por compartir sus experiencias y amplios conocimientos. De manera especial y sincera dedicar el trabajo al Mtro. Ulises González Vázquez, porque bajo su dirección, en calidad de director y gran amigo se culminó esta tesis.

A la facultad de ingeniería y H. ayuntamiento de Ocozacoautla

En especial dedicar este producto a quienes me dieron la oportunidad de ser el protagonista en este trabajo. A la directora, la Ing. Mónica Cisneros quien bajo su dirección me permitió convertirme en un profesional competitivo, al Ing. Hugo Margáin que bajo su administración me otorgó la oportunidad de realizar este trabajo y al Lic. José Antonio quien en coordinación con la administración municipal de Ocozacoautla ejecutaron este gran proyecto.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
IV. OBJETIVOS.....	7
4.1. Objetivo general.....	7
4.2. Objetivos específicos.....	7
V. HIPÓTESIS.....	7
VI. MARCO TEÓRICO.....	8
6.1. Residuos sólidos.....	8
6.2. Clasificación de los residuos sólidos.....	8
6.2.1. Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	8
6.2.2. Residuos de Manejo Especial (RME).....	8
6.2.3. Residuos Peligrosos (RP).....	8
6.3. Características de los residuos sólidos urbanos: generación per cápita, peso volumétrico y composición.....	9
6.3.1. Generación per cápita.....	9
6.3.2. Peso volumétrico.....	10
6.3.3. Composición de los residuos.....	10
6.4. Sitios de Disposición Final (SDF).....	12

VII. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
7.1. Descripción de las características generales de la localidad.....	14
7.1.1. Fisiografía.....	15
7.1.2. Geología.....	15
7.1.3. Geomorfología.....	16
7.1.4. Edafología.....	16
7.1.5. Hidrología.....	17
7.1.6. Climatología.....	17
7.1.7. Actividades económicas.....	18
7.2. Descripción de las características del sitio de disposición final.....	19
VIII. METODOLOGÍA.....	21
8.1. Obtención de la generación per cápita domiciliaria.....	21
8.1.1. Materiales y equipo.....	21
8.1.2. Procedimiento de campo.....	21
8.1.3. Evaluación de resultados.....	23
8.2. Desarrollo del método de cuarteo.....	25
8.2.1. Materiales y equipo.....	25
8.2.2. Procedimiento de campo.....	25
8.3. Determinación del peso volumétrico “In Situ”.....	26
8.3.1. Materiales y equipo.....	27
8.3.2. Procedimiento de campo.....	27
8.3.3. Tratamiento de la información en campo.....	28

8.4. Identificación de los subproductos que constituyen la composición de los residuos sólidos domiciliarios.....	28
8.4.1. Materiales y equipo.....	29
8.4.2. Procedimiento de campo.....	29
8.4.3. Categorías aprovechables.....	32
8.5. Determinación de la cantidad de residuos sólidos no domiciliarios.....	33
8.6. Determinación de la generación per cápita urbana.....	33
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
9.1. Selección de las muestras.....	34
9.1.1. Generación per cápita domiciliarias (kg/hab-día).....	34
9.1.2. Peso volumétrico.....	36
9.1.3. Cuantificación de subproductos.....	36
9.1.4. Residuos sólidos no domiciliarios.....	38
9.1.5. Generación per cápita urbana.....	39
9.2. Análisis de las encuestas aplicadas a la población.....	40
9.3. Análisis de gpc doméstica por tipo de vivienda.....	52
X. CONCLUSIONES.....	53
XI. REFERENCIAS.....	55
XII. ANEXOS.....	59
12.1. Análisis de generación per cápita domiciliaria.....	59
12.2. Análisis de pesos volumétricos.....	66
12.3. Análisis de cuantificación de subproductos.....	67
12.4. Base de datos de las encuestas aplicadas a la población.....	71

12.5. Análisis estadístico.....	74
12.5.1. Obtención de datos de la población y premuestra.....	74
12.5.2. Numeración en orden progresivo de los datos y orden en forma creciente.....	76
12.5.3. Rechazo de observaciones sospechosas con el criterio de Dixon.....	77
12.5.4. Análisis de los valores estadísticos.....	79
12.5.5. Determinación del tamaño real de la muestra.....	80
12.5.6. Análisis de confiabilidad.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un relleno sanitario.....	13
Figura 2. Municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.....	14
Figura 3. Ubicación del SDF.....	19
Figura 4. Relleno sanitario de Ocozocoautla.....	20
Figura 5. Laguna de lixiviados del SDF de Ocozocoautla.....	20
Figura 6. Mapa de las viviendas que participaron en el estudio.....	23
Figura 7. Labor de convencimiento y entrega de bolsas en el estudio.....	24
Figura 8. Recolección y pesaje de residuos.....	24
Figura 9. Cuarteo de residuos sólidos domiciliarios.....	26
Figura 10. Determinación del peso volumétrico.....	28
Figura 11. Selección de subproductos.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generación per cápita de residuos en México.....	9
Tabla 2. Peso volumétrico de residuos por tamaño de municipio.....	10
Tabla 3. Composición porcentual promedio de los residuos.....	11
Tabla 4. Tamaño de muestra según niveles de confianza.....	22
Tabla 5. Componentes de las fracciones de los RSU.....	32
Tabla 6. Establecimientos y unidades económicas.....	33
Tabla 7. Generación de residuos por fuente generadora.....	34
Tabla 8. Promedio de GPC en la cabecera Mpal. de Ocozocoautla.....	35
Tabla 9. Promedio del peso volumétrico de los RSD.....	36
Tabla 10. Composición de los RSD de Ocozocoautla.....	37
Tabla 11. Generación de residuos en fuentes no domésticas.....	39
Tabla 12. Generación de residuos por fuente generadora.....	39
Tabla 13. Generación promedio de las 101 muestras en cabecera municipal.....	75
Tabla 14. Ordenamiento de los 101 datos.....	76
Tabla 15. Obtención de estadísticos del área de estudio.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Composición porcentual promedio de los residuos.....	12
Gráfica 2. Fracciones de los RSD generados en Ocozocoautla.....	38
Gráfica 3. ¿Cuál es la frecuencia de recolección en su colonia?.....	40
Gráfica 4. ¿Considera que es suficiente el núm. de días que pasa el camión recolector?.....	40
Gráfica 5. Cuando recogen la basura en su domicilio, ¿El sitio donde se alojan los contenedores queda limpio?.....	41

Gráfica 6. El trato hacia usted por parte de los empleados que recogen la basura es:.....	41
Gráfica 7. ¿En su colonia se realiza el barrido de calles con personal del ayuntamiento?.....	42
Gráfica 8. ¿Cuál es la frecuencia del barrido?.....	42
Gráfica 9. ¿Cómo se realiza el barrido?.....	43
Gráfica 10. ¿Existen sitios donde se acumule en la vía pública, la basura en su colonia, debido a que no se presta el servicio?.....	43
Gráfica 11. ¿Está satisfecho con el servicio de recolección y limpieza que se tiene en su colonia?.....	44
Gráfica 12. ¿Paga alguna tarifa especial u oficial por la recolección de la basura?.....	45
Gráfica 13. ¿Proporciona propinas a los trabajadores del departamento de limpia (barrido o recolección)?.....	45
Gráfica 14. En general ¿cómo calificaría el servicio de recolección y limpieza municipal?.....	46
Gráfica 15. ¿Sabe usted si existe un Reglamento de limpieza en el Municipio?.....	46
Gráfica 16. ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el interior de su vivienda para acumular los residuos sólidos?.....	47
Gráfica 17. ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el exterior de su vivienda para que sea recogido por los empleados del departamento de limpia?.....	47
Gráfica 18. ¿Qué hace con los residuos si no pasa el camión de la basura?.....	48
Gráfica 19. ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?.....	49
Gráfica 20. Si es así, ¿cuál es la frecuencia del barrido?.....	49
Gráfica 21. ¿Hace algún tipo de separación de la basura?.....	50
Gráfica 22. ¿Participaría usted en un programa de separación de basura?.....	50
Gráfica 23. Generación de residuos doméstica por tipo de vivienda.....	52

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los patrones de generación y las propiedades de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) han cambiado drásticamente presentando dificultades para las grandes poblaciones en la recolección, manejo y disposición final de los mismos. Factores como el crecimiento demográfico, la concentración de la población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras de la calidad de vida, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades (Ojeda et al, 2008; Buenrostro y Bocco, 2003).

Los problemas de recolección, disposición y los riesgos ambientales asociados con los desechos continúan siendo un desafío para muchas localidades (Benton y Short, 2013). En la mayoría de poblaciones el manejo de los residuos ha prevalecido bajo el esquema de “recolección y disposición final” dejando rezagados el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, así como la disposición final sanitaria y ambientalmente adecuada (Urdaneta et al, 2014).

Los residuos generados producto de las actividades antrópicas que el ser humano desarrolla diariamente siempre han existido, sin embargo; su problemática ambiental es reciente (Guzmán y Macías, 2012), actualmente gran parte de las municipalidades no disponen de información básica sobre la generación de residuos sólidos y su aumento debido a dichas actividades humanas en la gestión de los mismos; según Urdaneta et al. (2014) la generación de residuos sólidos ha venido incrementándose en la variedad de pueblos y ciudades y por ende se da una gestión y manejo incorrecto de los mismos convirtiéndose así en problema sanitario y ambiental, y que se agrava por los desmesurados hábitos de consumo.

En la actualidad, este fenómeno es muy notable en México, presentando nuevos retos para los encargados de prestar los servicios de aseo municipal en su búsqueda de servicios más eficientes. Sin embargo, antes de resolver estos problemas relacionados con los RSU, es fundamental conocer las cantidades producidas, por lo que se utilizan los llamados estudios de generación y cuantificación de subproductos de RSU. Estos estudios son fundamentales ya que permiten cuantificar los equipos necesarios a adquirir, como camiones recolectores y contenedores. También sirven como base de planificación para estructuras de ingeniería como sitios de disposición final, plantas de separación y otros sistemas de manejo.

En el marco estatal es importante resaltar que se han publicado trabajos de estudios de generación o diagnósticos de manejo de RSU en diversos municipios (principalmente cabeceras municipales). Estudios como los de Araiza et al. (2022) en municipio de Chiapilla, Araiza et al. (2017) realizado en Berriozábal,

Alvarado et al. (2009) efectuado en Chiapa de Corzo, Esquinca et al. (1997) llevado a cabo en 5 localidades de la costa del estado de Chiapas, Escamirosa et al. (2001) en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

En este sentido, el presente trabajo presenta los resultados de un estudio de generación y cuantificación de subproductos de los RSU, elaborado en la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Dentro del contexto del presente estudio se contemplan solamente a los residuos sólidos domiciliarios, generados en casas habitación, que mediante las normas mexicanas correspondientes definen las metodologías para determinar la generación y las características de los RSU, así como su estimación.

De esta manera, el propósito de este estudio es obtener información cualitativa y cuantitativa sobre la cantidad y características de los residuos sólidos domésticos (RSD) producidos, utilizando métodos estadísticos de muestreo y métodos analíticos indicados en las normas mexicanas para determinar las tasas de generación per cápita, el peso volumétrico, los porcentajes de los componentes recuperables y aprovechables; con la finalidad de sustentar deducciones y los ajustes necesarios para desarrollar alternativas de solución en el manejo y disposición final de los RSU que sirvan para el mejoramiento o implementación de futuros programas de recolección y tratamiento de los residuos en el municipio.

II. JUSTIFICACIÓN

Como se ha mencionado previamente, la problemática de la contaminación ambiental ocasionada por los residuos sólidos urbanos está anudado al manejo inadecuado de los mismos y potencializado por la dinámica de producción y consumo lo que ha provocado un problema sanitario importante en las zonas urbanas donde la aglomeración de la población es uno de las principales razones de los cambios drásticos en los patrones de generación y características de los RSU.

Como expresan Castillo y De Medina (2014), especialmente en las localidades urbanas de mayor densidad poblacional se ha identificado que los principales problemas asociados a la gestión de residuos, consisten en ausencia de sitios de disposición final que cumplan con la normatividad ambiental vigente, falta de departamentos de limpieza pública en los municipios, aplicación inadecuada de recursos municipales para equipos e infraestructura y falta de reglamentación municipal para el servicio.

Es por ello, la importancia de destacar que el conocimiento de la generación y composición de los residuos sólidos urbanos es esencial para la correcta gestión de estos. Pues con dicha información, conlleva a encontrar soluciones para reducir y utilizar los residuos de manera que puedan identificarse las opciones de tratamiento y disposición final o el potencial para reciclarse; adaptándose a las condiciones locales y que determinen los requerimientos de equipo y personal.

Bajo este esquema, Muñoz (1999) resalta que generar datos sobre las características reales de los residuos sólidos urbanos es relevante para que la toma de decisiones que realizan los municipios sea más precisa y contenga las fases de separación en origen, recolección y disposición final y viabilidad económica, además de consideraciones ambientales que protejan la salud de la población y el patrimonio natural.

Desde esta perspectiva, los estudios de composición de materiales son una herramienta valiosa para la planificación de actividades en los gobiernos municipales, ya que determinan el índice de generación por habitante (gpc) y la composición porcentual de los materiales que son desechados.

El uso de estos indicadores y los porcentajes de contribución de cada tipo de material que se desecha permiten estimar las inversiones necesarias para dedicarlas a educación ambiental, transporte, disposición, tratamiento y administración y, por ende, hacer cálculos realistas de los costos del servicio. Además, le indica al municipio los costos en inversiones en caso de que se quiera invertir en centros de recuperación de materiales, compostaje de material biodegradable o cualquier otra opción alternativa al tratamiento de vertidos en rellenos sanitarios (Campos y Soto, 2014).

Empleando las palabras de Alayón (2020) desde el mismo enfoque, la caracterización de los residuos sólidos es una etapa básica e importante dentro de su propia gestión, ya que busca identificar fuentes, cantidades y variaciones en el tiempo, al igual que la observación y calidad de los productos.

Por tales razones, el presente trabajo de esta categoría realizado en la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas; además de entregar los datos de generación de RSD y sus características esenciales, sirve como herramienta de trabajo para un planificador urbano, ya que analiza el comportamiento de la población de acuerdo a su calidad de vida encaminado desde el punto de vista de los residuos que generen enfocándose al problema sanitario que implica el mal manejo de los RSU y como consecuencia la saturación del espacio sanitario para la disposición final de los mismos.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en México existe un gran problema derivado de la generación y acumulación de RSU, denominados coloquialmente como basura. El espacio insuficiente en los vertederos, las estructuras deficientes, la incorrecta recolección y en general la capacidad inadecuada de los municipios para tratar los residuos han provocado un aumento en la contaminación ambiental, que además lo convierte en un problema para la salud y seguridad pública de una población en general (Köfalusi y Encarnación, 2006).

Por otra parte, la creciente urbanización favorece al aumento en la generación de los residuos. Entre ellos se encuentran los materiales desechados por los hogares, así como los residuos industriales y comerciales, que, si no se gestionan adecuadamente, suelen causar problemas que afectan a la salud, al medio ambiente y a las economías locales. Aunque los generadores de residuos son similares en todo el mundo, el volumen, la densidad y las fuentes de generación varían considerablemente en función de los niveles de renta, los estilos de vida, las pautas de producción y consumo, la cultura, las tradiciones, la ubicación y el clima.

Durante décadas las cifras en los patrones de generación de RSU constantemente presentan variaciones, produciéndose cada vez más elevadas cantidades, por tal motivo son de importancia global, ya que, de acuerdo con investigadores del Banco Mundial, Hoornweg y Bhada (2012), se estima que en el mundo se producen 1,300 millones t/año, pero para el año 2025, se espera que la generación de RSU tienda a duplicarse a 2,200 millones t/año y que la producción per cápita aumente de 1.2 a 1.42 kg/hab-día. Esto a causa principalmente al alto crecimiento poblacional, los hábitos de consumo en países industrializados, así como los cambios en las costumbres de consumidores provenientes de países subdesarrollados.

Otras cifras actualizadas con base al informe del Banco Mundial “What a Waste 2.0” (World Bank Group, 2018), en el mundo se generan 2,010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos anualmente, sin embargo; de seguir esta dinámica en los próximos 30 años la cantidad de residuos a nivel mundial podría aumentar en un 70% alcanzando un volumen de 3,400 millones de toneladas de residuos generados al año.

México siendo un país subdesarrollado, sus cifras conforme a los datos de SEMARNAT (2020) en el “Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos”, la generación per cápita calculada fue de 0.944 kg/hab-día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 t/día. En la clasificación de los RSU el 31.56% corresponde a residuos susceptibles de aprovechamiento, el 46.42% a residuos orgánicos y el 22.03% a “otros residuos”.

De los residuos generados se recolectan 100,751 t/día, para una cobertura a nivel nacional del 83.87%. Considerando todo lo anterior, es necesario implementar estrategias que impulsen la reducción de residuos (prevención de la generación, reciclaje, valorización, entre otros), para evitar que lleguen a los sitios de disposición final donde provocan contaminación de agua, aire y suelo; aunado a problemas de salud para así alargar su vida útil.

Por tal motivo, el presente estudio de generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas; pretende que la información presentada sobre la cantidad y composición de los mismos sea confiable y pueda ser empleada por los tomadores de decisiones dentro del municipio, para que les permita hacer las proyecciones para el diseño de sistemas de manejo, nuevos programas de recolección y disposición final de los residuos. A su vez, se conozcan los diferentes factores que intervienen en dichas proyecciones el cual se interponen en alargar la vida útil de los sitios de disposición final de residuos.

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un estudio de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, para la estimación de las cantidades y composición física de residuos sólidos urbanos que se generan en determinada localidad.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar muestras de residuos sólidos en las casas habitación a lo largo de una semana.
- Obtener las tasas de generación per cápita de los residuos sólidos provenientes de la cabecera municipal con empleo de la norma técnica NMX-AA-61-1985.
- Determinar los pesos volumétricos de los residuos sólidos domiciliarios producidos empleando las normas mexicanas NMX-AA-15-1985 y NMX-AA-19-1985.
- Identificar los subproductos generados que constituyen la composición de los residuos sólidos domiciliarios mediante las normas mexicanas NMX-AA-15-1985 y NMX-AA-22-1985.

V. HIPÓTESIS

- Los patrones de generación y composición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se analizan con la generación de Residuos Sólidos Domésticos (RSD), a efecto de comparar su composición y establecer similitudes y diferencias que inciden en los patrones de generación de RSU en determinadas regiones. Son las viviendas quienes continúan siendo la fuente principal de generación de los RSU, por lo que la información veraz sobre la generación y composición es fundamental para su gestión, ya que en general las administraciones municipales carecen de infraestructura suficiente para el tratamiento adecuado de éstos.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. RESIDUOS SÓLIDOS

La definición de los Residuos, contenida en la fracción XXIX del Artículo 5° de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), establece que son:

Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley (LGPGIR) y demás ordenamientos que de ella deriven.

6.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Conforme en lo dispuesto en la LGPGIR, los residuos se clasifican de acuerdo con su origen y características en tres grandes grupos:

6.2.1. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de 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.

6.2.2. RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (RME)

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.

6.2.3. RESIDUOS PELIGROSOS (RP)

Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

6.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: GENERACIÓN PER CÁPITA, PESO VOLUMÉTRICO Y COMPOSICIÓN

SEMARNAT (2020) “Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos”

La generación per cápita, el peso volumétrico y la composición de los RSU son características que se utilizan para determinar y dimensionar las instalaciones y equipo requerido para su adecuada gestión, por ejemplo: equipo de recolección; estaciones de transferencia; sistemas de tratamiento o aprovechamiento; y sitios de disposición final. Adicionalmente, la determinación de estas características de los residuos a nivel nacional apoya el diseño y la orientación de las políticas públicas.

6.3.1. GENERACIÓN PER CÁPITA

La generación per cápita es un indicador que se utiliza para estimar la cantidad de residuos producidos en las localidades, para dimensionar las instalaciones o equipos necesarios para su recolección, aprovechamiento o disposición final.

En México, los índices de generación per cápita deben obtenerse con cierta periodicidad, utilizando la misma metodología y los mismos niveles de confiabilidad en la selección de las muestras, a fin de tener series de tiempo que puedan ser comparadas y mostrar las variaciones en los índices, que reflejen el resultado de las políticas públicas en materia de gestión de residuos o la modificación de las condiciones, que incidan en las variaciones que se produzcan.

El índice de generación per cápita de residuos de nivel nacional se detalla en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Generación per cápita de residuos en México

PROMEDIO DE GENERACIÓN PER CÁPITA	kg/hab-día
De origen domiciliario	0.653
De origen no domiciliario	0.291
Total	0.944

Fuente: SEMARNAT, 2020

6.3.2. PESO VOLUMÉTRICO

La determinación del peso volumétrico de los residuos permite delimitar la capacidad de las unidades de recolección que se requieren para prestar un adecuado servicio a la población. En otros casos, este indicador se utiliza para determinar el tipo y la capacidad de los contenedores requeridos para recibir los residuos. Actualmente en los municipios de México el peso volumétrico de los RSU sin compactar oscila entre 125 y 250 kg/m³ (**Tabla 2**).

Tabla 2. Peso volumétrico de residuos por tamaño de municipio

TAMAÑO DE MUNICIPIO (MILES)	PESO VOLUMÉTRICO (kg/m ³)
<10	128.06
10 – 20	134.16
20 – 30	162.41
30 – 40	133.39
40 – 50	132.46
50 – 100	142.74
>100	145.24

Fuente: SEMARNAT, 2020

6.3.3. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

Composición es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes de peso. La distribución de componentes de los RSU, constituye un dato clave en cualquier sistema de gestión, y esta no es ajena a la realidad socioeconómica de la población que los produce.

El conocimiento de la composición de los residuos se utiliza fundamentalmente para determinar los subproductos o fracciones de los residuos aprovechables o que puedan ser valorizados, y cuáles serían los sistemas más adecuados para ello.

La composición de los residuos sólidos urbanos depende de los niveles y patrones de consumo, así como de las prácticas de manejo y la minimización de residuos. En México, poco más de la mitad de los residuos son de naturaleza orgánica (residuos de comida, jardines, etc.).

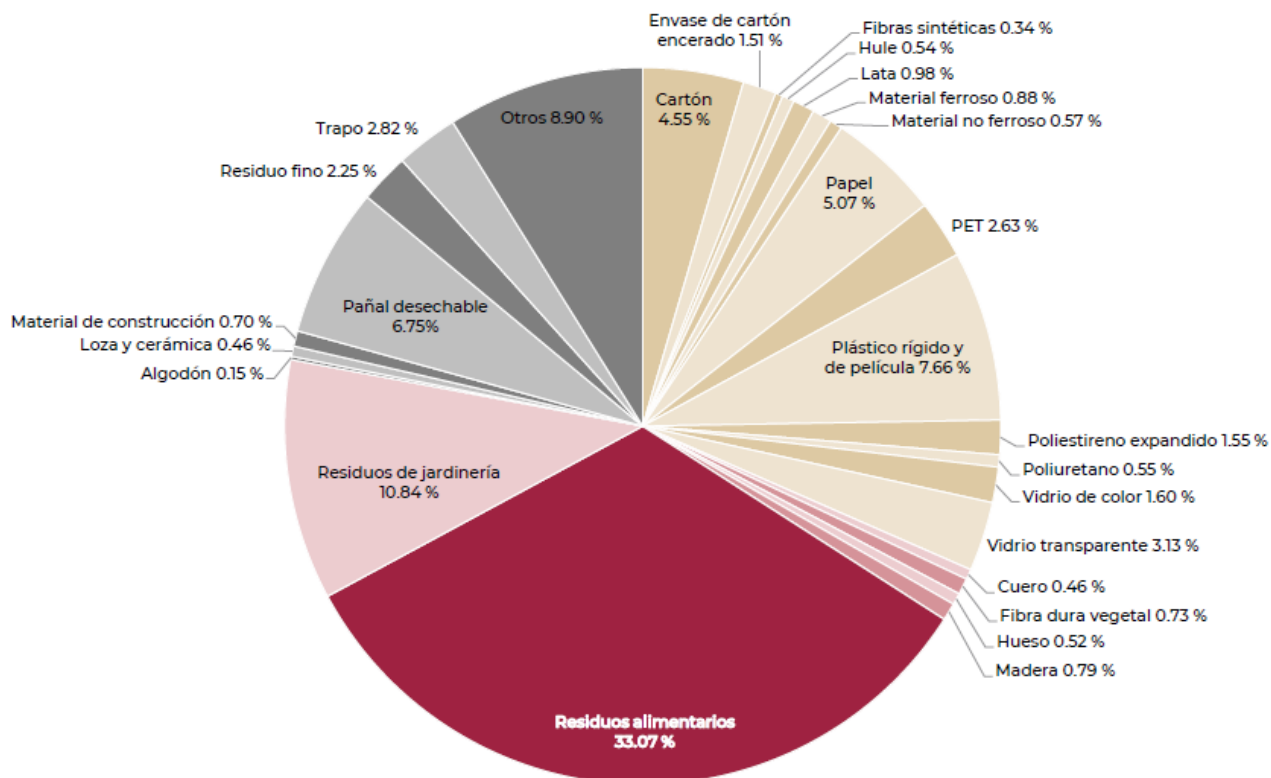
En el país se considera la clasificación de los subproductos o fracciones de los residuos de acuerdo a la NMX-AA-22-1985 la cual se indica en la **Tabla 3** y **Gráfica 1**.

Tabla 3. Composición porcentual promedio de los residuos

CATEGORÍA	SUBPRODUCTOS	PORCENTAJE
Susceptibles de aprovechamiento: 31.55%	Cartón	4.55
	Envase de cartón encerado	1.51
	Fibras sintéticas	0.34
	Hule	0.54
	Lata	0.98
	Material ferroso	0.88
	Material no ferroso	0.57
	Papel	5.07
	PET	2.63
	Plástico rígido y de película	7.66
	Poliestireno expandido	1.55
	Poliuretano	0.55
	Vidrio de color	1.60
	Vidrio transparente	3.13
Orgánicos: 46.42%	Cuero	0.46
	Fibra dura vegetal	0.73
	Hueso	0.52
	Madera	0.79
	Residuos alimentarios	33.07
	Residuos de jardinería	10.84
Otros: 22.03%	Algodón	0.15
	Loza y cerámica	0.46
	Material de construcción	0.70
	Pañal desechable	6.75
	Residuo fino	2.25
	Trapo	2.82
	Otros	8.90
Total		100

Fuente: SEMARNAT, 2020

Gráfica 1. Composición porcentual promedio de los residuos



Fuente: SEMARNAT, 2020

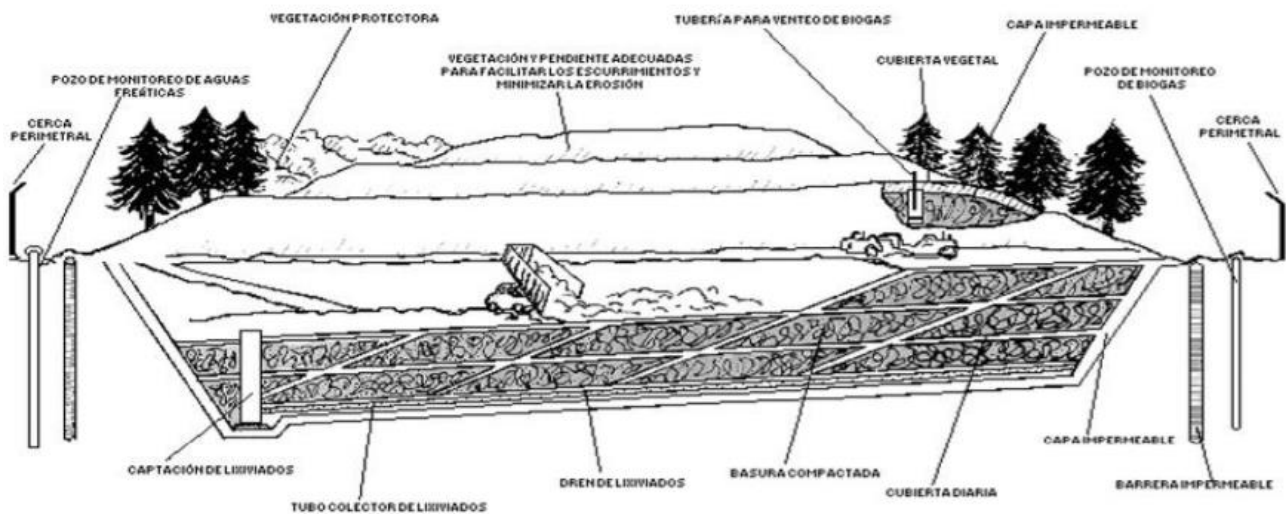
6.4. SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL (SDF)

Los SDF municipales son una parte importante en la gestión sostenible de la generación de residuos sólidos urbanos. Sin embargo, actualmente son un eslabón débil y sufren muchos problemas en su funcionamiento cotidiano.

Los rellenos sanitarios son un espacio para la disposición final de residuos sólidos. Son instalaciones especialmente diseñadas para no causar riesgo para la salud o la seguridad pública, ni perjudicar el ambiente durante su operación o después de su clausura. Puede definirse como una técnica en la que los residuos se confinan en un área lo más estrecha posible, se compactan para reducir su volumen y se cubren diariamente con una capa de tierra. Una ventaja de esta técnica es que permite concentrar los residuos en un solo lugar. Se denomina sanitario porque pretende cuidar de la salud pública, ya que los residuos esparcidos y amontonados en las calles, a menudo en lugares inadecuados por su proximidad a las viviendas, son fuente de enfermedades (Torri, 2017).

En la actualidad, en el país a través de la NOM-083-SEMARNAT-2003, se establece los parámetros para el diseño, operación y clausura de los SDF. En términos generales, un sitio debe contar con una infraestructura básica para controlar los vectores que podrían causar un impacto ambiental, además de estar 500 metros alejado de asentamientos humanos y de fuentes de agua. Esta norma determina que para su operación un SDF debe controlar el ingreso de residuos, disponerlos de manera sistemática de acuerdo con un plan, compactarlos y cubrirlos de manera cotidiana, así como el control de la generación de biogás y el manejo de los lixiviados para mantenerlos dentro del sitio.

Figura 1. Esquema de un relleno sanitario



Fuente: Celiker et al, 2019

Históricamente, a nivel mundial, los rellenos sanitarios han sido el método más aceptado desde un punto de vista económico para la disposición a largo plazo de los residuos sólidos generados por las comunidades humanas (**Figura 1**). Aún con la implementación de los sistemas de prevención de la generación de residuos, el reciclaje o los sistemas de procesamiento, los rellenos sanitarios han permanecido como un componente imprescindible de los sistemas de manejo de RSU (Celiker et al, 2019).

VII. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD

El municipio de Ocozocoautla de Espinosa es uno de los 124 municipios que conforman el Estado de Chiapas, ocupa el puesto número 12 dentro de los municipios con mayor población con 97,397 habitantes (49.4% hombres y 50.6% mujeres). Tiene una superficie de 2,109.67 km², lo que representa el 2.87% de la superficie total del Estado Federal de Chiapas.

Se encuentra entre las coordenadas 93° 22' longitud oeste y 16° 46' latitud norte, a una altura de 820 metros sobre el nivel del mar (**Figura 2**). Está ubicado en la parte occidental del Estado, abarcando parte de la Depresión Central y de las Montañas del Norte. Colinda al norte con Tecpatán, al este con Berriozábal, Tuxtla Gutiérrez y Suchiapa.

Figura 2. Municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas



Fuente: Google Earth

La división política territorial del municipio comprende 708 localidades, de las cuales 2 localidades son urbanas y el resto se encuentran caracterizadas como rurales; de acuerdo, al criterio establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Entre sus principales localidades encontramos: la ciudad de Ignacio Zaragoza, Guadalupe Victoria, Vicente Guerrero, Ocuilapa de Juárez y Ocozocoautla de Espinosa que es la cabecera municipal.

Las características más importantes del municipio de Ocozocoautla de Espinosa, se describen a continuación:

7.1.1. FISIOGRAFÍA

El municipio de Ocozocoautla de Espinosa concurre en dos grandes provincias fisiográficas, una de ellas es la llamada Sierras de Chiapas y Guatemala, ésta unidad o provincia sostiene el 85% del territorio municipal, lo que equivale a 1,793.21 km² ; la geología de ésta provincia se caracteriza contener en ella rocas de origen sedimentario, principalmente las calizas; la segunda provincia en la que incurre el municipio es la Cordillera Centroamericana, ésta provincia ocupa el 15% restante del municipio, que equivale a 316.45 km² ; la cordillera centroamericana es un batolito con origen en el Paleozoico, geológicamente está estructurada por cuarcitas, así como calizas, su máxima elevación culmina en el volcán Tacaná, en los límites de Chiapas con Guatemala.

7.1.2. GEOLOGÍA

La mayor parte del municipio está cubierto por rocas calcáreas (caliza y dolomía) de la formación Sierra Madre del Cretácico inferior, que aflora en la parte norte, sur y central de Ocozocoautla. Después siguen las rocas sedimentarias (caliza y lutita, y con menor frecuencia arenisca y conglomerado) de la formación Ocozocoautla-Angostura) al este del municipio y de la cabecera municipal.

Sobreyaciendo las rocas de la formación anterior ocurren rocas formadas en el ambiente de cuenca de la formación Soyaló (lutitas y areniscas principalmente, pero también conglomerado y caliza) que afloran al norte y noreste del municipio y tienen edades del Terciario-Paleógeno.

Estratigráficamente encima, se encuentran limolitas y areniscas (con intercalaciones de caliza) de la formación El Bosque, que dentro del municipio afloran al noreste. Los depósitos recientes se constituyen de aluviones del Cuaternario, que son sedimentos relacionados a la acción fluvial. Estos depósitos se encuentran en el centro del municipio cerca de la cabecera municipal.

Los peligros geológicos relacionados a los tipos de depósitos que ocurren dentro del municipio incluyen derrumbes/desprendimiento de roca (especialmente en cortes de carretera y altas pendientes), hundimientos (en las rocas calcáreas como caliza y dolomía) y procesos de remoción en masa en general en el caso de las unidades sedimentarias, especialmente las cuales que presentan poca consolidación y/o alteración/intemperismo, deforestación y altas pendientes del terreno.

7.1.3. GEOMORFOLOGÍA

En el municipio se ubican tres unidades geomorfológicas, hacia la zona norte y centro del municipio, se tiene geomorfología de origen exógeno acumulativo, compuesto principalmente por calizas y dolomitas, así como por lutitas y areniscas; hacia la zona norte y sur del municipio se tiene otra unidad comprendida por unidad exógena tectónica constituida por calizas-dolomias y limolita arenisca. Hacia la zona suroeste del municipio se tiene la unidad geomorfológica endógeno tectónico, comprendida por calizas y dolomitas principalmente.

7.1.4. EDAFOLOGÍA

El suelo es la capa superficial sobre la corteza terrestre en donde ocurre la actividad biológica de toda la vida biótica en el planeta. Existen suelos poco profundos, así como profundos, pero su denominador principal será siempre su origen y las variaciones físicas que se presenten en el exterior.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) en el municipio de Ocozacoautla de Espinosa, se identifican 8 tipos de suelo, algunos de ellos con sus diferentes variaciones químicas:

- **Litosol.** En estos suelos predomina la materia orgánica, ya que es la etapa primaria de los suelos, y son además relativamente altos; la superficie que ocupa en el municipio es de 776 km² y que equivale al 36.7% de su territorio.
- **Luvisol Crómico.** Los luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Ocupa un área de 718 km², que equivale a 34.03% del total municipal.
- **Acrisol Húmico.** Es un suelo con alto contenido de materia orgánica en la capa superficial del suelo y con menos contenido de materia en las capas inferiores; ocupa 159 km², lo que equivale a 7.53%.

- **Vertisol Pélico.** Es el tipo de suelo muy oscuro. Presenta en los primeros 30cm una intensidad de color en húmedo de 3.5 o menos y una pureza de 1.5 o menor.
- **Regosol Eutríco.** Es un suelo rico en nutrientes en su capa inferior, y particularmente son suelos de baja evolución, condicionados por su material original; ocupa 105 km² en el municipio, lo que equivale a 4.97 km².
- **Rendzina.** Los suelos rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, y suelen ser fruto de la erosión. Ocupa 92 km², lo que equivale a 4.36%.
- **Acrisol Órtico.** Este tipo de suelo no posee una característica especial de los acrisoles, solo se presenta con un diferente grado de intemperización; ocupa 18 km² en el municipio, lo que equivale al 0.85% del municipio.
- **Regosol Calcárico.** Este tipo de suelo tiene en su estructura química contenido de cal en los primeros 50 cm de profundidad. Ocupa 17 km² del municipio, que equivalen a 0.80% de su total.
- **Luvisol Plintico.** Tipo de luvisol muy pobre, arcilloso y frecuentemente con manchas rojas en el perfil; ocupa una superficie de 4 km², que equivale a 0.18 %.
- **Fluvisol Eutríco.** Es un tipo de suelo rico en nutrientes y ocupa solo 1 km², que equivale a 0.04% del municipio.

7.1.5. HIDROLOGÍA

El municipio de Ocozocoautla de Espinosa se ubica en un 100% de la superficie municipal, que es de 2109 km²; en la cuenca hidrográfica conocida como Grijalva-Usumacinta comprendida en los estados de Oaxaca, Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz; de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE), su extensión es de 91,345 km², ocupando el 4.7% del territorio nacional, la precipitación que se registra en esta región es de 2,143 mm promedio anual.

7.1.6. CLIMATOLOGÍA

En el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, se identifican 4 tipos de climas, cuya clasificación obedece a la clasificación de Köppen, estos son: **Am(f)**, **Aw1**, **(A)C(w1)**, **(A)C(m)**.

- **Am(f).** Cálido húmedo, con temperatura media anual mayor a los 22°C, temperatura del mes más frío mayor a 18°C; la precipitación del mes más seco menor de 60 mm. Se presenta en una superficie de 998 km², que equivalen a 47.30%.

- **Aw1.** Cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C; y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm. Ocupa 486 km² del municipio, que equivalen a 23.03% de su total.
- **(A)C(w1).** Semicálido subhúmedo del grupo C, presenta una temperatura media anual mayor a 18°C, con precipitación en el mes más seco de 40 mm; se presenta en 44 km² del municipio, lo que equivale a 2.08%.
- **(A)C(m).** Semicálido húmedo del grupo C, con temperatura media anual mayor de 18°C, con temperaturas del mes más frío menor de 18°C, con precipitación anual mayor a 500 mm; ocupa 25 km² del municipio que equivalen a 1.18 km².

7.1.7. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La actividad principal que desempeña la población de Ocozocoautla de Espinosa referente al “sector primario” es la Agricultura, puesto que, de las 6,630 unidades de producción con actividad agropecuaria o forestal, el 90.03 por ciento se dedican a esta actividad, el 7.50 a la cría y explotación de animales, el 2.32 por ciento realiza otra actividad, el 0.11 por ciento a la recolección de productos silvestres, y el restante 0.05 por ciento al corte de árboles.

En cuanto al “sector secundario”, caracterizado principalmente por las industrias que se encargan de transformar los productos primarios, en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa se desarrollan principalmente las manufactureras, empleando 2,130 personas en 435 unidades económicas, que generan 498,560 miles de pesos.

El “sector terciario” está conformado por diversos tipos de servicios, las actividades de comercio al por mayor generan 136,753 miles de pesos. Empleando a 1,159 trabajadores en 69 unidades económicas. Entre sus principales actividades, se encuentra el comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco; con especial participación del comercio de carne de aves. Así como, el comercio al por mayor de productos farmacéuticos, de perfumería, artículos para el esparcimiento, electrodomésticos menores y aparatos de línea blanca; entre los que destaca el primer producto.

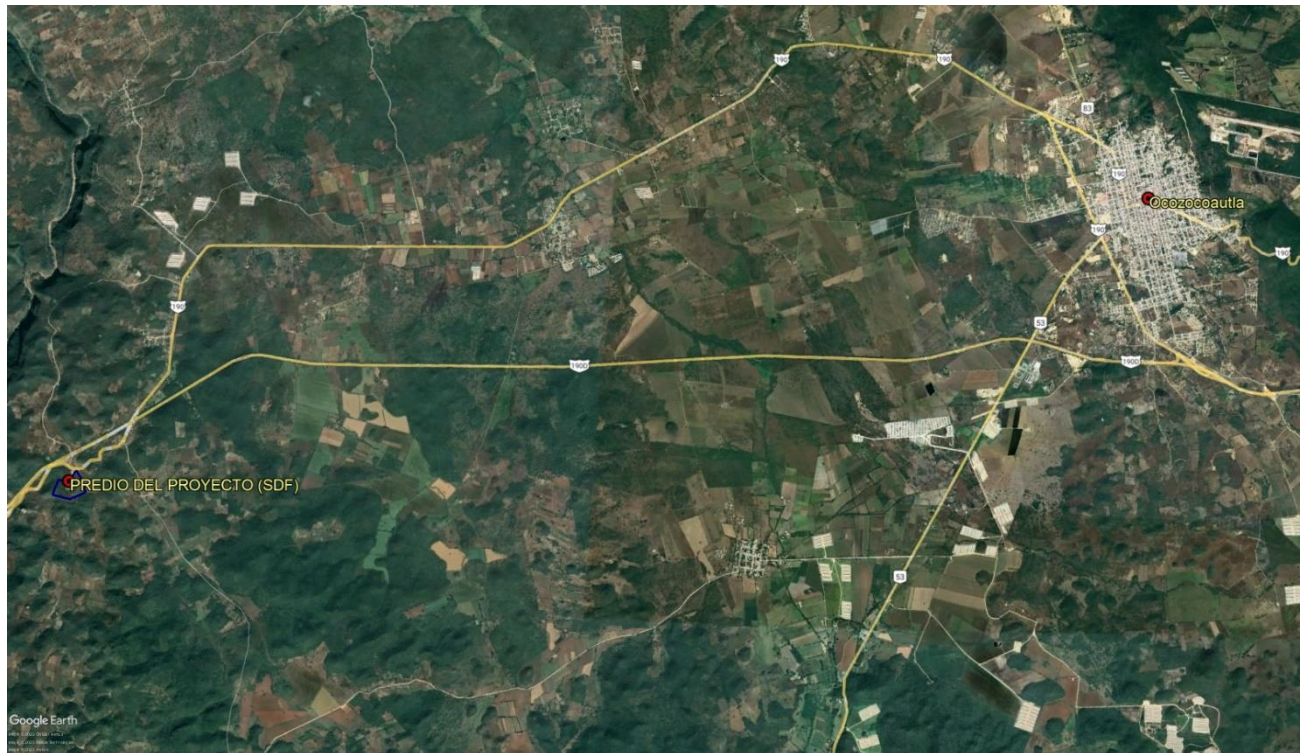
7.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

El sitio de disposición final (SDF) es el lugar donde se disponen los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de forma definitiva generados por el municipio de Ocozocoautla de Espinosa.

El SDF con el que cuenta la localidad de Ocozocoautla es un relleno sanitario de tipo B con dos celdas para la recepción de desechos de 46 mil 665 metros cúbicos y 13 mil 824 metros cúbicos, respectivamente, y una laguna de evaporación para el almacenamiento de los lixiviados generados. Actualmente dicho relleno sanitario se encuentra al límite de su capacidad para el depósito de los residuos generados.

Sus coordenadas geográficas son (16° 42' 48.6" N, 93° 31' 28.8 W). Partiendo de la cabecera municipal de Ocozocoautla, se llega al SDF a través de la Carretera Internacional/San Pedro Tapanatepec - Tuxtla Gutiérrez/México 190, recorriendo una distancia de 21.3 km, hasta el entronque con la entrada que conduce al sitio. Algunas imágenes alusivas al SDF se ilustran en las **Figuras 3, 4 y 5**.

Figura 3. Ubicación del SDF



Fuente: Google Earth

Figura 4. Relleno sanitario de Ocozocoautla



Figura 5. Laguna de lixiviados del SDF de Ocozocoautla



VIII. METODOLOGÍA

8.1. OBTENCIÓN DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA DOMICILIARIA

Se utilizó la norma técnica NMX-AA-61-1985 (SECOFI, 1985d) para determinar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios. Esta norma especifica un método para determinar la cantidad de residuos sólidos urbanos generados a partir de un muestreo estadístico aleatorio.

8.1.1. MATERIALES Y EQUIPO

- Báscula con capacidad mínima de 200 kg y precisión de 10 g o similar.
- Báscula con capacidad mínima de 40 kg y precisión de 1 g o similar.
- Tablas de inventario.
- Cédulas de encuesta de campo.
- Marcadores permanentes, preferentemente color negro.
- Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre No. 200.
- Ligas de hule de 1.5 mm de ancho.
- Guantes de carnaza y guantes de hule para uso industrial.
- Brochas de 0.025 m de ancho.
- Pintura de esmalte color amarillo.
- Papelería en general (lápices, gomas y otros).

8.1.2. PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. El parámetro de generación se obtiene a partir de la información adquirida de un muestreo estadístico aleatorio en campo con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medida en kg/hab-día para la población de cada clase socioeconómica durante ocho días.
2. Seleccionar el nivel de confianza. Esto se efectúa con base en el conocimiento local, la calidad técnica del personal pertinente, la facilidad para realizar el muestreo, las características del sitio de muestro, etc.
3. Definir el tamaño de la premuestra según el nivel de confianza seleccionado.

Tabla 4. Tamaño de muestra según niveles de confianza

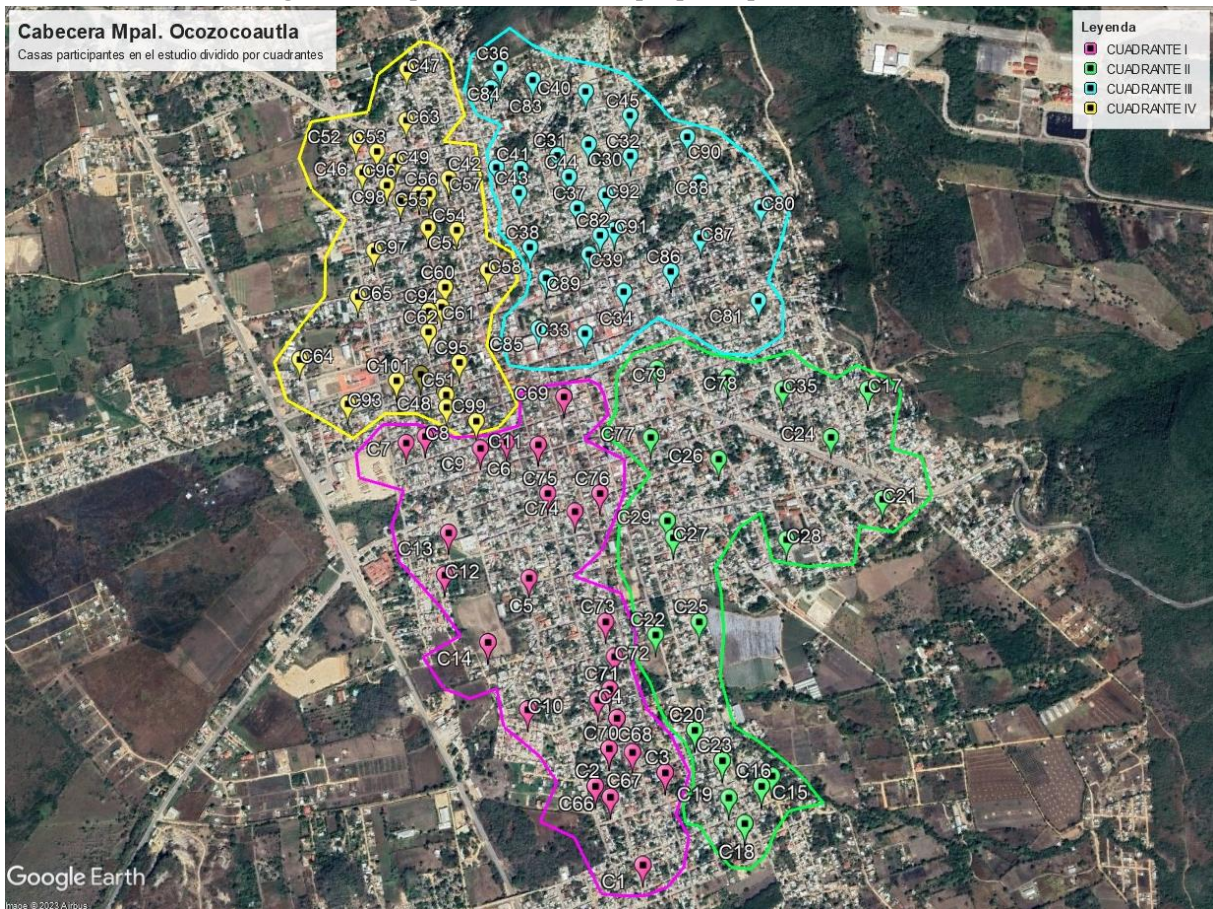
Probabilidad %	Riesgo seleccionado	Tamaño de la muestra
95	0.05	115
90	0.10	80
80	0.20	50

Fuente: NMX-AA-61-1985 SECOFI, 1985d

4. Delimitar y ubicar el universo de trabajo (100 a 130 viviendas) en un mapa actualizado del sitio de acuerdo con el estrato socioeconómico a muestrear (**Figura 6**). Allí, los elementos del universo de trabajo tienen que ser contados y numerados secuencialmente para saber su tamaño.
5. Después de eso, los elementos del área de trabajo que forman parte de la muestra previa se seleccionan aleatoriamente. Para ello se puede utilizar la **Tabla 4** de números aleatorios contenida en la norma técnica NMX-AA-61-1985, o utilizar números generados en una hoja de cálculo de Excel, una calculadora o simplemente el conocimiento de la localidad.
6. Recorrer la zona seleccionada, visitando a los habitantes de las viviendas seleccionadas para explicarles el motivo del muestreo y recopilar la información general proporcionada en la hoja de encuestas. En caso de aceptar participar en el proyecto, apuntar el número aleatorio correspondiente con una etiqueta en el elemento, en un lugar notable de la calle donde se encuentra la casa-habitación o elemento a muestrear. Además, también se debe entregar una bolsa de polietileno y el folleto explicativo del estudio a realizar (**Figura 7**).
7. El primer día del periodo del muestreo, visitar nuevamente las viviendas seleccionadas del universo de trabajo lo más temprano posible para recolectar las bolsas que contienen los residuos sólidos producidos antes de ese día. Esto es solo para usarse como una “operación limpieza”, que tiene la finalidad de garantizar que los desechos que se generen después sean equivalentes a un día. Simultáneamente con la “operación limpieza” se debe entregar una nueva bolsa para que se almacenen los residuos generados durante las próximas 24 horas.
8. Del segundo al último día del periodo de muestreo, se recogen las bolsas que contienen los residuos generados del día anterior y se entrega una nueva bolsa. El último día se recogen únicamente las bolsas con los residuos producidos del día anterior.
9. Diariamente después de recoger los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesar cada elemento anotando su valor en la cédula respectiva, en el renglón correspondiente al día en que fue generado.

10. Para obtener el valor de la generación per-cápita de residuos sólidos en kg/hab-día correspondiente a la fecha en que fueron generados; se divide el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la casa habitación (**Figura 8**).

Figura 6. Mapa de las viviendas que participaron en el estudio



Fuente: Elaboración propia

8.1.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

1. Calcular el promedio de generación durante el tiempo de muestreo.
2. Realizar el análisis de rechazo de observaciones sospechosas.
3. Una vez rechazadas o aceptadas las observaciones sospechosas, se realiza el análisis estadístico de los “n” valores promedio resultantes para obtener la media de la generación per-cápita diaria.
4. Verificar el tamaño de la premuestra, calculando el tamaño real de la muestra para tener un análisis confiable.
5. Realizar un análisis de confiabilidad (pruebas de hipótesis).

Figura 7. Labor de convencimiento y entrega de bolsas en el estudio



Figura 8. Recolección y pesaje de residuos



8.2. DESARROLLO DEL MÉTODO DE CUARTEO

La NMX-AA-15-1985 (SECOFI, 1985a) aborda la forma en que se muestrean los residuos sólidos municipales y especifica el método de cuarteo para las diversas determinaciones de campo y laboratorio. El objetivo es dotar a los residuos con propiedades homogéneas.

8.2.1. MATERIALES Y EQUIPO

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg.
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200.
- Palas cuadradas.
- Bieldos.
- Overoles.
- Guantes de carnaza y guantes de hule para uso industrial.
- Escobas.
- Botas de hule.
- Mascarillas protectoras.
- Cédulas de campo.
- Papelería en general.

8.2.2. PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Para realizar el cuarteo, se toman los residuos sólidos resultados del muestreo para el estudio de generación según la norma mexicana NMX-AA-61-1985.
2. El contenido de las muestras se vacía formando un montón o pila sobre un área plana horizontal de 4m x 4m de cemento pulido o similar.
3. El montón de residuos sólidos se traspalea hasta homogeneizarlos, se divide en cuatro partes iguales A, B, C, D y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg, para selección de subproductos.
4. De las partes eliminadas del primer cuarteo se toman 10 kg, para análisis físicos, químicos y biológicos. Con el resto se determina el peso volumétrico.
5. Del cuarteo realizado, se adecuó la presente norma técnica tomando las cuatro partes iguales; A y C para determinación de peso volumétrico o B y D para selección y cuantificación de subproductos conforme a los días de estudio (**Figura 9**).

Figura 9. Cuarteo de residuos sólidos domiciliarios



8.3. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO “IN SITU”

Esta determinación del peso volumétrico in situ de los residuos sólidos domésticos generados, se efectúa empleando las normas mexicanas NMX-AA-15-1985 Muestreo - Método de cuarteo (SECOFI, 1985a) y NMX-AA-19-1985 Peso volumétrico in situ (SECOFI, 1985b).

Para determinar la densidad de los residuos provenientes de casas-habitación sin compactar, se deben tomar los residuos de las partes opuestas de la operación de cuarteo. Se requiere al menos de dos personas para realizar dicha determinación.

8.3.1. MATERIALES Y EQUIPO

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg.
- Tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 L.
- Palas cuadradas.
- Overoles.
- Guantes de carnaza.
- Escobas.
- Recogedores.
- Botas de hule.
- Mascarillas.
- Papelería y varios necesarios para la operación (cédula de información de campo, marcadores, lapiceros, etc.).

8.3.2. PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Antes de efectuar la determinación, se comprueba que el recipiente este limpio y libre de abolladuras (tambos metálicos de capacidad 200 L). A continuación, se pesa el recipiente vacío, tomando dicho peso como la tara del recipiente.
2. Se llena el recipiente con los residuos sólidos homogenizados, obtenidos de las partes elegidas del cuarteo. Posteriormente, se golpea el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm.
3. Nuevamente agregar los residuos sólidos hasta el tope del contenedor, con el cuidado de no presionar al colocarlos, esto es para no cambiar el peso volumétrico que se espera determinar.
4. Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pasa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara (**Figura 10**).
5. El peso volumétrico del residuo sólido se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\rho \text{ residuos} = \frac{P}{V}$$

ρ = Peso volumétrico de los residuos sólidos, en kg/m³

P = Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en kg

V = Volumen del recipiente, en m³

8.3.3. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN CAMPO

- Se indican los promedios de los pesos volumétricos obtenidos en los diferentes estratos socioeconómicos y fuentes generadoras (domicilios en este caso).

Figura 10. Determinación del peso volumétrico



8.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS QUE CONSTITUYEN LA COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Los estudios de composición de los subproductos son una herramienta valiosa para la planificación de actividades en las administraciones municipales, ya que determinan la tasa de generación per-cápita y la composición porcentual de los componentes que son desechados (Campos y Soto, 2014).

Utilizando estos indicadores y el porcentaje de componentes desechados en cada categoría, es posible estimar la inversión necesaria para aspectos como la educación ambiental, el transporte, la disposición final, el tratamiento y la gestión, haciendo así una estimación realista de los costos del servicio. También le informa al municipio de los costos de inversión en caso de que deseen invertir en centros de reciclaje, compostaje de materiales biodegradables u otros métodos alternativos de disposición final de los residuos.

La composición de los residuos sólidos de todas las fuentes, excepto la industrial, se determina de acuerdo con las normas mexicanas NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo (SECOFI, 1985a) y NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos (SECOFI, 1985c).

8.4.1. MATERIALES Y EQUIPO

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg.
- Báscula de piso con capacidad de 40 kg.
- Criba M 2.00
- Mascarillas.
- Recogedores.
- Overoles.
- Escobas.
- Botas de hule.
- Guantes de carnaza.
- Bolsas de polietileno de 1.1 m x 0.8 m y calibre 200 para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias) y/o cubetas de plástico.
- Cédulas de campo.
- Papelería y varios.

8.4.2. PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. La muestra se toma de acuerdo con la norma mexicana NMX-AA-15-1985, se adecuó dicha norma extrayendo las partes opuestas sea A y C o B y D que proceden de las áreas de la operación del cuarteo. Otra forma de realizar esta operación es trabajar con la muestra tomada del tambo de 200 L utilizado para la determinación del peso volumétrico.
2. Los subproductos deben seleccionarse y almacenarse en bolsas de polietileno o contenedores de boca ancha hasta que se agoten, con la siguiente clasificación mínima (**Figura 11**):
 - a) *Algodón*: incluye material de curación, toallas sanitarias, fibras naturales (estopa), relleno de sillas y sillones.
 - b) *Cartón*, considerando materiales de empaque liso, rugoso, natural (café), con pintura o blanqueado.
 - c) *Cuero*, piel curtida de cualquier origen, en cualquier forma y color.
 - d) *Residuo fino* que pase la criba M 2.00.
 - e) *Envase de cartón encerado*, del tipo de envases de leche fresca o tetrapack.

- f) *Fibra dura vegetal*, como tallos y raíces (estructuras delgadas y largas).
- g) *Fibras sintéticas* como el nylon, poliéster entre otras.
- h) *Hueso*, y materiales cartilagosos, que no procedan de desperdicios de comida, pero sí de carnicerías o expendios de pollo.
- i) *Hule*, como empaques, ligas, llantas, suelas de zapato.
- j) *Latas* de fierro y aluminio.
- k) *Loza y cerámica*, que por lo regular se presentan en padecería (platos, tazas, ollas).
- l) *Madera*, ya sea como materiales de desecho de utensilios domésticos, pero no de escombros de construcción.
- m) *Material de construcción*, como escombros, tiroles, yeso, cemento, cimbras, marcos metálicos de puertas y/o ventanas, etc.
- n) *Material ferroso*, diferente a las latas y material de construcción.
- o) *Material metálico no ferroso*, como aluminio, pero que sea diferente a las latas y a los escombros de construcción (ejemplo: salpicaderas, estructuras de bicicletas, etc.
- p) *Papel*, en todas sus formas (periódico, de oficina, higiénico, de empaque, texturas y colores, pudiendo venir o no con cobertura de aluminio, encerado o plástico.
- q) *Pañal desechable*, sencillo o con gelatinizado de líquidos.
- r) *Plástico de película*, o polietileno de baja densidad (LDPE o #4), con el que se fabrican la mayoría de las bolsas, con color o transparentes.
- s) *Plástico rígido*, dentro del cual se encuentran el polietileno tereftalato (PETE o #1), polietileno de alta densidad (HDPE o # 2), policloruro de vinilo (PVC o #3), polipropileno (PP o #5); materiales de los cuales están elaborados la mayor parte de los empaques comerciales.
- t) *Poliuretano*, plástico con el que se elaboran varios de los objetos de uso doméstico como cubetas, tinas, baldes, etc.
- u) *Poliestireno expandido o unicef*, material empleado como aislante o empaque.
- v) *Residuos alimenticios* provenientes de casa habitación, restaurantes y/o centros de servicio.
- w) *Residuos de jardinería*, como pasto, material de poda, hojarasca, etc.
- x) *Trapo*, de origen vegetal o sintético.
- y) *Vidrio de color*, ámbar, verde, azul, rojo.
- z) *Vidrio transparente*.

- aa) *Otros*. En esta categoría se encuentra cualquier otro residuo no clasificado anteriormente, como: medicamentos, baterías, productos de limpieza, objetos de uso doméstico, etc.
3. Los productos ya separados se pesan por separado en la balanza y se registra el resultado.
 4. El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula así:

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G₁ = Peso del subproducto considerado, en kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra.

Figura 11. Selección de subproductos



8.4.3. CATEGORÍAS APROVECHABLES

La clasificación de residuos es el proceso de selección y agrupación de residuos sólidos y líquidos generados en las diferentes actividades humanas. Esta clasificación facilita su manejo, tratamiento y aprovechamiento (SDS, 2020).

Los componentes encontrados en los RSU son muy variados, esto es debido a los diferentes factores relacionados con la actividad humana; pueden estar determinados por las características de la población que los genera, el nivel cultural y económico de la población (urbana, rural, turística, industrial, etc.), también pueden variar según la época del año en que se generan.

La clasificación propuesta en la norma mexicana NMX-AA-22-1985 (SECOFI, 1985c) puede dividirse en categorías prácticas de manejo según su naturaleza (orgánica e inorgánica), pero también según su uso previsto. En el presente estudio, se utilizaron las ocho categorías que figuran en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Componentes de las fracciones de los RSU

Fracción	Componentes
Orgánica	Fracción rápidamente biodegradable, que incluye residuos de alimentos y jardinería y piezas de madera.
Papel y cartón	Se incluye al papel de impresión, papel revista o encerado, papel periódico, además de cartón y cartón encerado.
Plásticos ^a	En esta fracción se incorporaron a los plásticos denominados PETE, HDPE, LDPE, PP, PS, PVC y mezclas de ellos.
Vidrio	Se toman en cuenta dos categorías: transparente y color.
Metales	Se incluyen al aluminio en latas y perfil, además de metales tanto en forma de latas como en piezas.
Peligrosos ^b	Aquellos materiales que presentan características CRETIB, como medicamentos, jeringas, pilas y baterías.
Tecnológicos	Se incluye todo aquel equipo o pieza proveniente de algún aparato electrodoméstico.
No aprovechables	En esta fracción se incluye al papel y toallas sanitarias, además de otros subproductos como, hule, piezas de loza y cerámica, materiales de la construcción y residuos finos.

^a PETE (Polietileno tereftalato), HDPE (Polietileno de alta densidad), LDPE (Polietileno de baja densidad), PP (Polipropileno), PS (Poliestireno), PVC (Policloruro de vinilo). ^b CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico - Infeccioso).

Fuente: NMX-AA-22-1985 SECOFI, 1985c

8.5. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS

Respecto a la generación no domiciliaria (comercial y de servicios), se emplearon bases de datos o tablas de generación de residuos por tipo de establecimiento, específicamente las publicadas en Heredia et al. (2007) y Alvarado et al. (2009), así mismo, se utilizó la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI (2022), para identificar el número de establecimientos dentro de la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. La **Tabla 6** presenta las unidades económicas que fueron analizadas.

Tabla 6. Establecimientos y unidades económicas

Unidad económica	Descripción
Comercial	En esta clasificación se encuentran establecimientos tanto pequeños como grandes, donde se comercializan bienes de primera necesidad y otros. Entre los principales establecimientos se encuentran las tiendas de autoservicio, locales comerciales de diversos tipos, así como tiendas de abarrotes y expendios de carnes y verduras.
Servicios	En esta clasificación se encuentran los establecimientos que brindan sostén a la sociedad, tanto desde el punto de vista de transporte, como de realización de trámites y demás. Los establecimientos corresponden a oficinas públicas, privadas, centros culturales y religiosos, además de gasolineras y hoteles.
Especiales	Está integrada por centros educativos, unidades médicas y terminales terrestres.
Otros	En esta última clasificación se agruparon a las áreas verdes de parques y jardines.

Fuente: Elaboración propia

8.6. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA URBANA

El objetivo de la estimación de la generación per cápita es determinar el comportamiento que presenta una población como unidad social, frente a la generación de residuos sólidos involucrados en los procesos de producción y consumo necesarios dentro de la dinámica socioeconómica.

Para determinar la generación per cápita urbana, y la tasa en Ton/día, sencillamente se recurrió al uso y llenado de la **Tabla 7**. Es importante indicar que la generación per cápita urbana equivale a sumar la generación per cápita domiciliaria y la generación per cápita no domiciliaria.

Tabla 7. Generación de residuos por fuente generadora

Fuente de generación	Generación per cápita (kg/hab-día)	Cantidad (Ton/día)
Casa habitación	--	--
Residuos de comercios y servicios públicos	--	--
Total	--	--

Fuente: Elaboración propia

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

El universo de trabajo para el análisis de muestras fue únicamente la cabecera municipal, en el que se consideraron debido a su magnitud dos estratos socioeconómicos de la población (zona media “M” y baja “B” de la cabecera municipal).

Con esta preselección, se procedió a seleccionar a las colonias de cada zona que fueran representativas del área. Las características de análisis, son las que se mencionan a continuación:

- Se subdividió a la zona de estudio en cuatro cuadrantes para recolectar muestras que provenían de los alrededores de las calles de Ocozocoautla.
- Se consideró analizar al menos 120 muestras, para obtener un nivel de confianza de $\alpha=0.10$ al momento de efectuar el análisis estadístico de los datos de campo.
- Se buscó que las vialidades fueran de fácil acceso para una camioneta o camión recolector.
- Se buscó que las distancias entre cada una de las viviendas fueran considerables, y también con respecto al centro de operaciones del estudio (sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos).
- Se buscó que la población fuera accesible a participar en programas que requieren de colaboración ciudadana.

9.1.1. GENERACIÓN PER CÁPITA DOMICILIARIAS (KG/HAB-DÍA)

El trabajo de campo correspondiente a la determinación de la generación per cápita, se inició el día 06 de diciembre del 2022, previo a la selección de viviendas por muestrear y realizando el recorrido del sitio; así como la labor de convencimiento por domicilio, recolectando los residuos generados de la “operación limpieza” y entregando la bolsa correspondiente para la primera muestra.

El levantamiento de cada una de las muestras por cuadrante se realizó a partir de las 7:00 hrs de la mañana, excepto algunas viviendas que por cuestiones personales (trabajo, escuela, etc.) se realizó horas después.

Los datos básicos para cada una de las muestras (identificación, número de habitantes, pesos diarios, generación per cápita promedio), se realizó teniendo como referencia a la norma mexicana NMX-AA-61-1985 (SECOFI, 1985d), de esa forma se obtuvo el promedio total durante una semana (duración del estudio) en cada una de las respectivas fuentes de generación por estrato (**Tabla 8** y **Anexo 12.1**).

El análisis estadístico se realizó conforme a la evaluación de resultados especificado en la NMX-AA-61-1985 (SECOFI, 1985d), así como los parámetros estadísticos de media, desviación estándar y varianza.

Tabla 8. Promedio de GPC en la cabecera Mpal. de Ocozocoautla

Estrato	Población	Representatividad poblacional	GPC total del estrato	% x GPC
B	324	68%	0.537	0.366
M	153	32%	0.668	0.214
Total	477	100%	GPC Domiciliaria	0.580

*GPC= Generación Per Cápita

Fuente: Elaboración propia

En este estudio se logró trabajar con 101 casas habitación, las cuales participaron entregando las muestras con residuos durante todo el periodo del estudio (6 días de recolección regular y 1 día de operación limpieza). Posterior a los pesajes, obtención de pesos volumétricos y caracterización de residuos de los días de trabajo, se examinó la base de datos aplicando primeramente un análisis de exclusión datos atípicos, específicamente el criterio de Dixon.

No habiendo eliminado ninguno de los datos mediante el criterio de exclusión citado, se obtuvieron los estadísticos, arrojando una generación per cápita promedio de 0.580 kg/hab-día, una mediana de 0.421 kg/hab-día y desviación estándar de 0.425 kg/hab-día. Seguidamente, el cálculo del tamaño real de la muestra arrojó un valor de 100, por lo que se aceptaron las 101 premuestras con las cuales se trabajó durante el estudio, lo anterior, considerando un error muestral de 0.07 kg/hab-día y un percentil de la distribución t de student correspondiente al nivel de confianza de 90%. Por último, el análisis de confiabilidad indicó que, con el tamaño de muestra considerado, se tiene más del 90% de confianza en la aceptación de la hipótesis planteada.

9.1.2. PESO VOLUMÉTRICO

La determinación de la densidad se efectuó para los residuos sólidos que proceden directamente de cada fuente anteriormente descrita sin recibir compactación alguna en el desarrollo de la cuantificación. La **Tabla 9** y **Anexo 12.2** presenta el resumen de los datos obtenidos en campo.

El peso volumétrico fue de 506.10 kg/m³, siendo este valor relativamente alto respecto a los 153.12 kg/m³ reportados por INECC (2012) como promedio nacional. Lo anterior, debido posiblemente a la época del año en que se realizó el presente estudio de generación (periodo decembrinas).

Tabla 9. Promedio del peso volumétrico de los RSD

Parámetro	Densidad diaria (kg/m ³)						Densidad promedio kg/m ³
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Densidad	467	617.75	551	406.75	515.25	478.88	506.10

Fuente: Elaboración propia

9.1.3. CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Una vez efectuado la homogenización de los residuos y seleccionada la totalidad de la muestra para cada una de las determinaciones, se procedió a segregar los subproductos especificadas en la Norma Mexicana correspondiente. La **Gráfica 2** y **Tabla 10** muestran la cuantificación de subproductos. Se observa que la fracción orgánica se produce en gran medida, teniendo los porcentajes más altos los residuos orgánicos (alimenticios y de jardín) con 57.75%.

Los subproductos como los plásticos (6.78%) siguen en aumento y como se observa en este estudio no es la excepción, particularmente los componentes PETE (1.10%), HDPE (1.07%) y LDPE (2.62%), motivado por las tendencias de consumo actuales, específicamente la del “usar y tirar” y no darle el valor a dicho residuo. Se destaca también que, de la totalidad de los residuos, poco más del 70% son materiales susceptibles de recuperación, pudiendo ser aprovechados de alguna manera para no enviarlos directamente a disposición final, y con ello alargar la vida útil de los sitios de depósito de residuos. En menor medida aparecen los residuos peligrosos (0.41%) y tecnológicos (0.29%) los cuales en un futuro requerirán de algún mecanismo de control o tratamiento, dada las altas cantidades que podrían generarse en un futuro. Finalmente, los residuos considerados como no aprovechables (24.43%) que necesariamente requieren de ser llevados a disposición final.

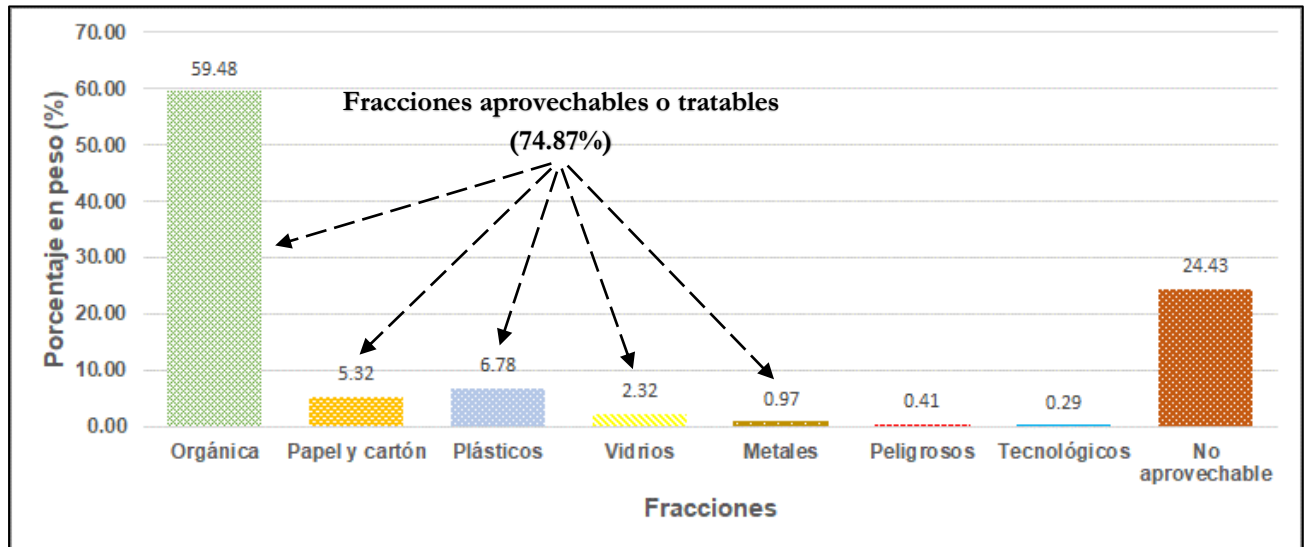
Fracción	%	Componentes	%
Orgánica	59.48%	Residuos orgánicos (alimenticios y de jardín)	57.75%
		Madera	0.19%
		Hueso de animal	0.61%
		Semilla y cáscara dura	0.93%
Papel y Cartón	5.32%	Cartón y papel	3.54%
		Cartón encerado/Tetrapak	0.62%
		Papel encerado/revista	0.12%
		Papel de impresión	1.00%
		Papel periódico	0.00%
		Papel fomi	0.03%
Plásticos ^a	6.78%	HDPE (polietileno de alta densidad)	1.07%
		LDPE (polietileno de baja densidad)	2.62%
		PETE (polietileno de tereftalato)	1.10%
		PP (polipropileno)	0.44%
		PVC (policloruro de vinilo)	0.13%
		PS (Unicel/poliestireno expandido)	0.45%
		Envolturas de frituras	0.66%
		Plásticos varios	0.32%
Vidrios	2.32%	Vidrio de color	0.11%
		Vidrio transparente	2.22%
Metales	0.97%	Aluminio (latas y papel)	0.11%
		Latas de otros metales	0.82%
		Material ferroso	0.05%
Peligrosos ^b	0.41%	Residuos peligrosos (jeringas, pilas, medicamentos, cubrebocas)	0.41%
Tecnológicos	0.29%	Residuos tecnológicos	0.29%
No aprovechable	24.43%	Pañal desechable	9.48%
		Papel sanitario	8.79%
		Cuero/Zapatos de	1.21%
		Trapo/Tela	2.01%
		Loza y cerámica	0.39%
		Hule	0.25%
		Residuos de la construcción	0.26%
		Residuos finos	1.67%
		Etiquetas de envases	0.19%
		Cera	0.02%
		Algodón	0.17%

Fuente: Elaboración propia

Fracción	%
Orgánica	59.48
Papel y cartón	5.32
Plásticos	6.78
Vidrios	2.32
Metales	0.97
Peligrosos	0.41
Tecnológicos	0.29
No aprovechable	24.43
	100.00

← **Tabla 10.** Composición de los RSD de Ocozocoautla

Gráfica 2. Fracciones de los RSD generados en Ocozocoautla



Fuente: Elaboración propia

9.1.4. RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS

De acuerdo a la información descrita en el DENU, la cabecera municipal de Ocozocoautla cuenta con 3578 establecimientos, los cuales producen una tasa de generación de residuos de alrededor de 25.351 ton/día (**Tabla 11**).

Tabla 11. Generación de residuos en fuentes no domésticas

Unidad económica	No.	Generación	Generación
		kg/día	Ton/día
Tienda de autoservicio	12	637	7.644
Local comercial	1,068	6.65	7.102
Tienda de abarrotes pequeña	407	1.025	0.417
Expendio de carnes	125	4.43	0.554
Expendio de frutas y verduras	46	7.92	0.364
Varios	1,027	0.803	0.825
Infraestructura pública	81	3.46 kg/local/d 0.43 kg/visitante/d	0.158
Oficinas públicas/privadas/cultural	126	2.05	0.258
Restaurantes/alimentos	420	14.96	6.283
Gasolineras	6	53.12	0.319
Hoteles/posadas	38	16.81	0.639
Servicios educativos	76	0.059alumno/d	0.260
Unidades médicas	117	3.33/consultorio/d	0.390
Terminales terrestres	29	2.103	0.061
Áreas verdes	7800 m ²	0.00993 kg/m ² /d	0.077
Total	3578	Total	25.351

Fuente: Elaboración propia

9.1.5. GENERACIÓN PER CÁPITA URBANA

Con los datos de la generación domiciliar y no domiciliar obtenidos anteriormente, se puede establecer que la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, actualmente genera 81.841 Ton/día, es decir, un equivalente a 0.840 kg/hab-día (**Tabla 12**), cifra que es elevada respecto a la estimación de la generación de RSU por municipio en Chiapas reportada por SEMAHN en 2019 donde la generación en Ocozocoautla fue de 62.570 Ton/día.

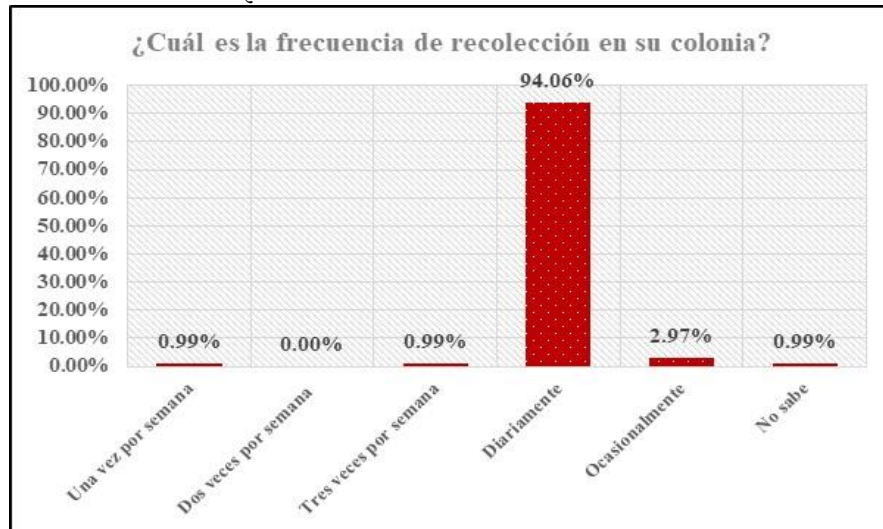
Tabla 12. Generación de residuos por fuente generadora

Fuente de generación	Generación per cápita (kg/hab-día)	Cantidad (Ton/día)
Casa habitación	0.580	56.490
Residuos de comercios y servicios públicos	0.260	25.351
Total	0.840	81.841

Fuente: Elaboración propia

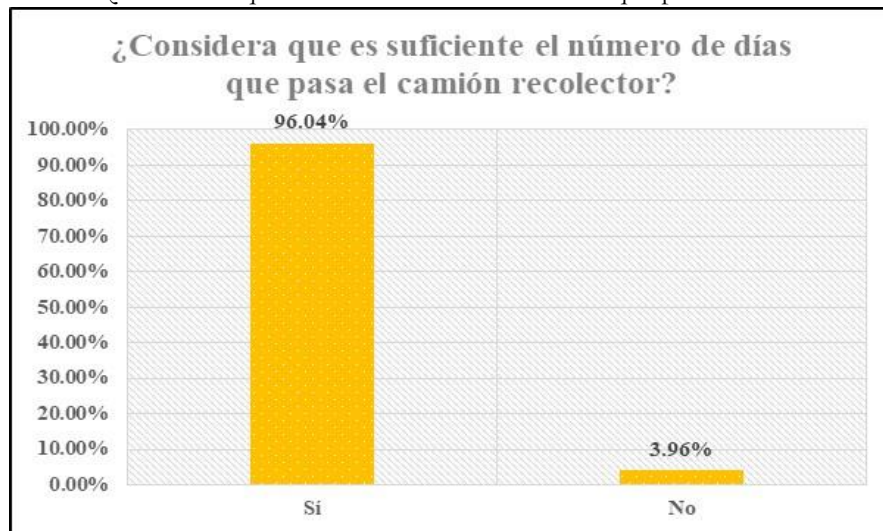
9.2. ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LA POBLACIÓN

Gráfica 3. ¿Cuál es la frecuencia de recolección en su colonia?



Fuente: Elaboración propia

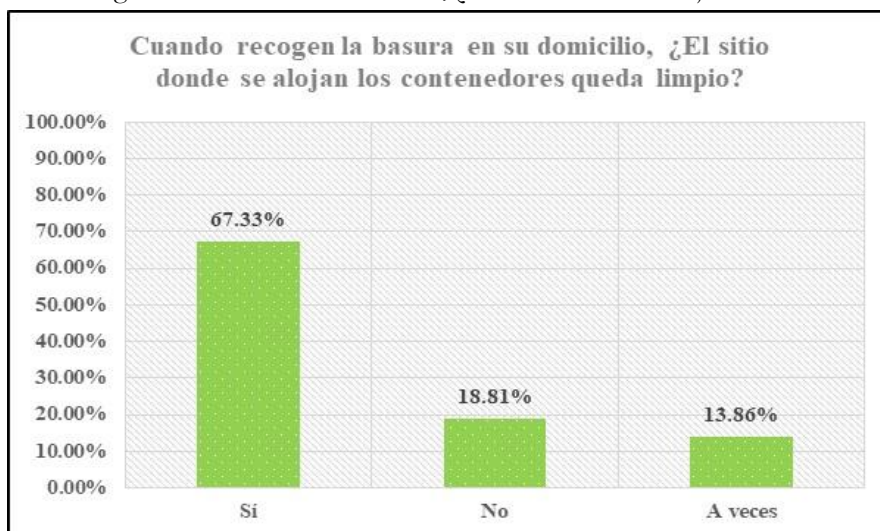
Gráfica 4. ¿Considera que es suficiente el núm. de días que pasa el camión recolector?



Fuente: Elaboración propia

La **Gráfica 3** y **4** indican que más del 90% de la población encuestada consideran que es suficiente que dentro de la cabecera municipal los encargados de la recolección de sus residuos pasen diariamente a realizar dicha labor, sin embargo, es importante recalcar que las diferencias entre los demás porcentajes difieren por la falta de información existente de algunas colonias donde no llegan directamente a recolectar los residuos.

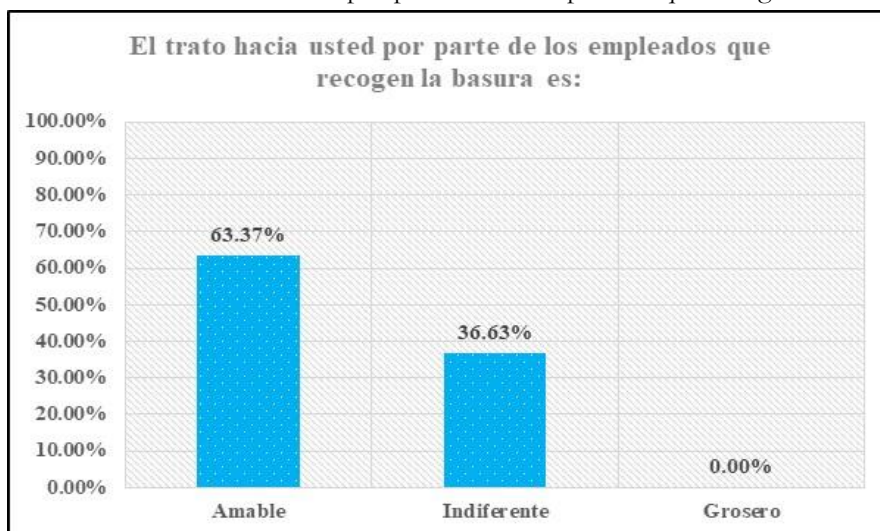
Gráfica 5. Cuando recogen la basura en su domicilio, ¿El sitio donde se alojan los contenedores queda limpio?



Fuente: Elaboración propia

En base a la **Gráfica 5**, más del 50% de la población del muestreo indican que dentro de las actividades de recolección por parte de los encargados del aseo municipal cumplen con la labor de dejar limpios los contenedores donde se acumulan los residuos, lo que demuestra que existe preocupación por la seguridad e higiene de la población. Cabe mencionar que la discrepancia entre el 18.81% y el 13.86% de respuestas opuestas se debe a que dicha labor no se realiza diariamente o en algunos casos queda omiso a la petición de algunos pobladores.

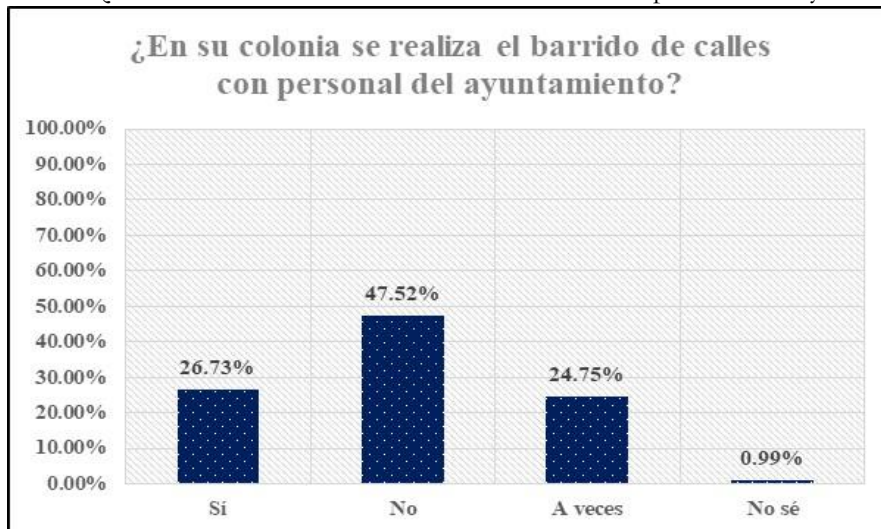
Gráfica 6. El trato hacia usted por parte de los empleados que recogen la basura es:



Fuente: Elaboración propia

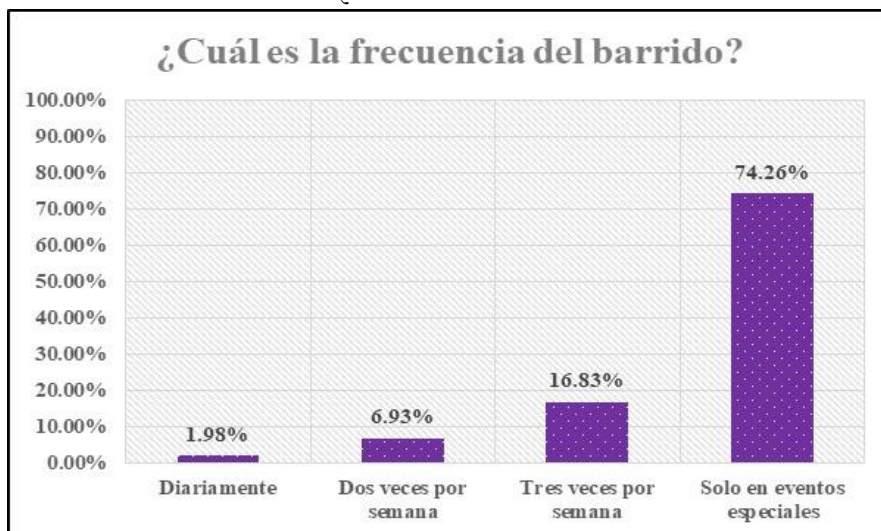
De acuerdo a la **Gráfica 6**, poco más del 60% de encuestados argumentan el buen trato por parte del personal de recolección al realizar su trabajo, el 36.63% representan un trato indiferente con los habitantes, sin embargo, no existe descortesía por parte de los empleados para realizar su labor hacia dicha población.

Gráfica 7. ¿En su colonia se realiza el barrido de calles con personal del ayuntamiento?



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 8. ¿Cuál es la frecuencia del barrido?



Fuente: Elaboración propia

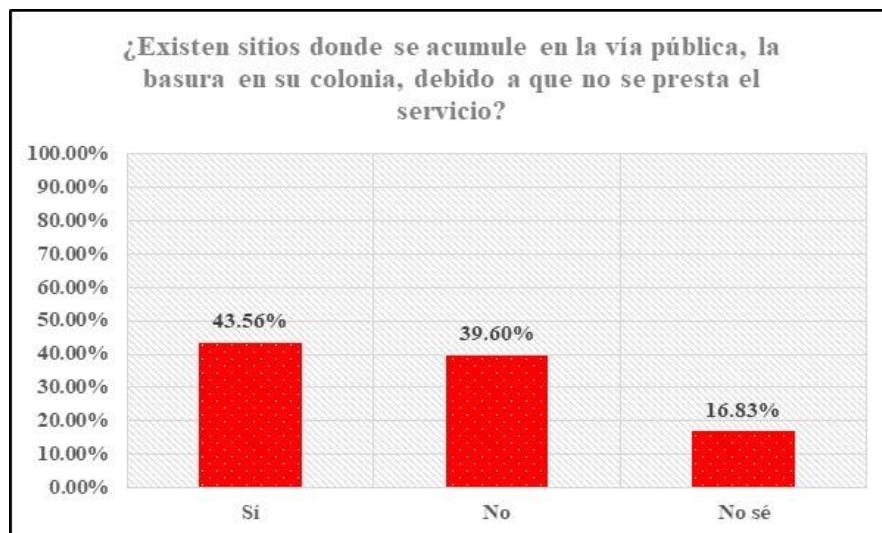
Gráfica 9. ¿Cómo se realiza el barrido?



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la **Gráfica 7, 8 y 9**, de 101 encuestados argumentan que en las colonias de la cabecera municipal de Ocozocoautla no se realiza el barrido de calles por parte del personal del ayuntamiento. No obstante, cierta fracción de la población encuestada indican que sí realizan dicho barrido, o algunas veces pero que frecuentemente se da en ocasiones especiales donde lo realizan manualmente con solo una persona o en cuadrillas de cada respectiva colonia.

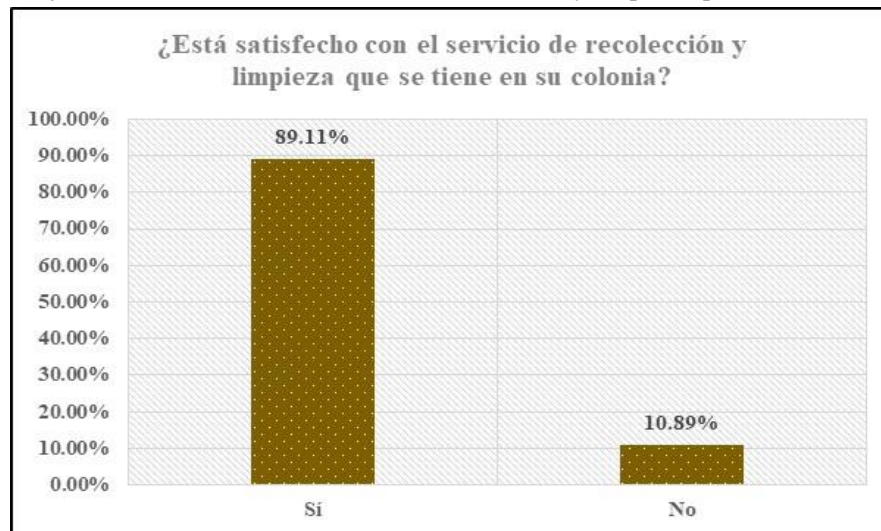
Gráfica 10. ¿Existen sitios donde se acumule en la vía pública, la basura en su colonia, debido a que no se presta el servicio?



Fuente: Elaboración propia

Según la **Gráfica 10**, dentro del 43.56% de encuestados que representa un total de 101 viviendas, muestra que sí existen lugares dentro de la cabecera municipal en donde no se presta el servicio de recolección de basura, esto debido principalmente a que algunos pobladores manifiestan su inconformidad puesto que el camión recolector no alcanza a llegar a dichas calles de algunas colonias por lo que es recomendable diseñar las rutas óptimas de recolección de residuos que atiendan de manera general a los puntos claves para la recolección.

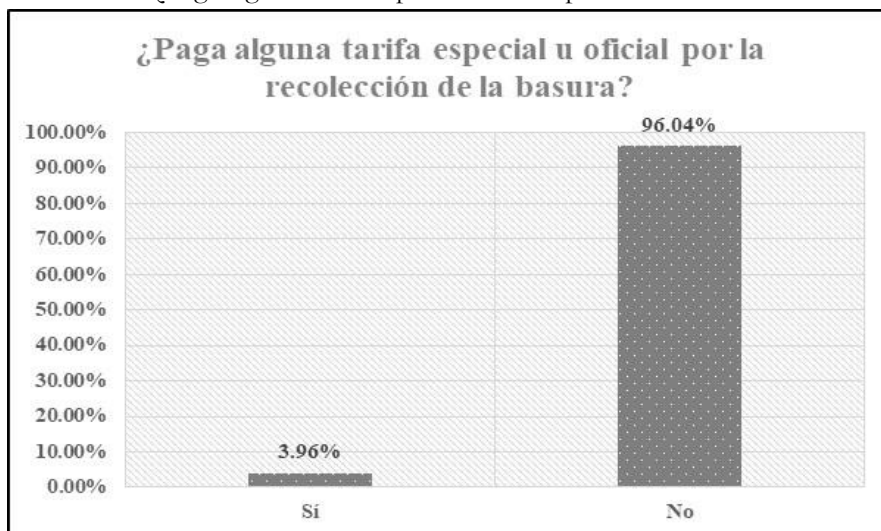
Gráfica 11. ¿Está satisfecho con el servicio de recolección y limpieza que se tiene en su colonia?



Fuente: Elaboración propia

La **Gráfica 11** nos indica que el 89.11% de la población del muestreo están satisfechos con el servicio de recolección y limpieza municipal debido a que no han presentado ninguna queja al ayuntamiento y el 10.89% está insatisfecho por varias razones como el incumplimiento de rutas y horarios o simplemente porque se necesita una mayor frecuencia de recolección.

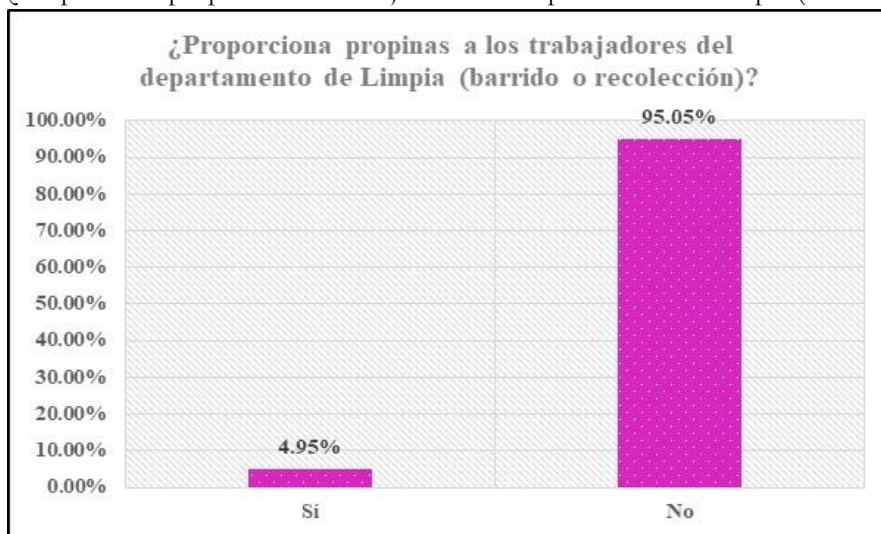
Gráfica 12. ¿Paga alguna tarifa especial u oficial por la recolección de la basura?



Fuente: Elaboración propia

En base a la **Gráfica 12** más del 90% de los encuestados afirman que no existe ninguna tarifa que pagar por el servicio de recolección de basura, mientras que en menor frecuencia ciertas viviendas aseguran que pagan por la recolección por cortesía de realizar dicha labor.

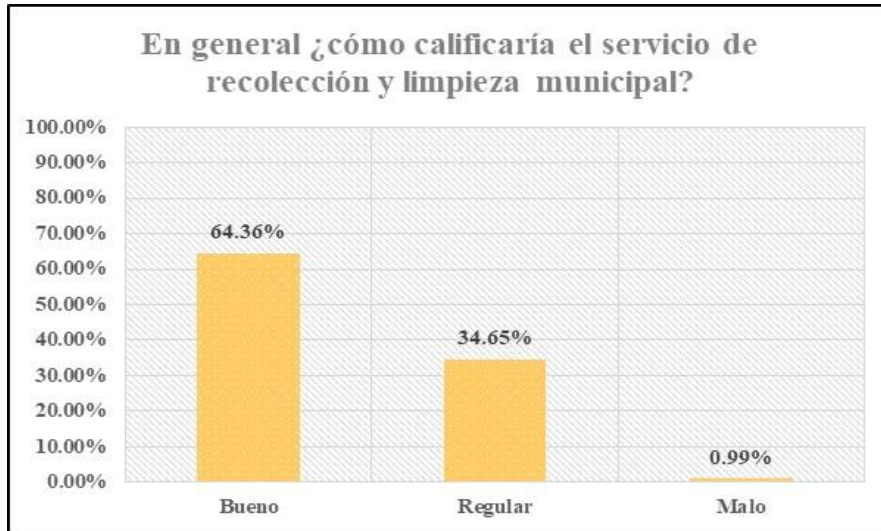
Gráfica 13. ¿Proporciona propinas a los trabajadores del departamento de limpia (barrido o recolección)?



Fuente: Elaboración propia

En la **Gráfica 13** se evidencia que el 95.05% de las viviendas encuestas no proporcionan propinas a los trabajadores de la limpieza, a pesar de ello, el 4.95% de la población de muestreo afirman darles alguna tarifa a través de víveres o dinero en efectivo a finales de año como sinónimo de agradecimiento por la labor de recolección y limpia.

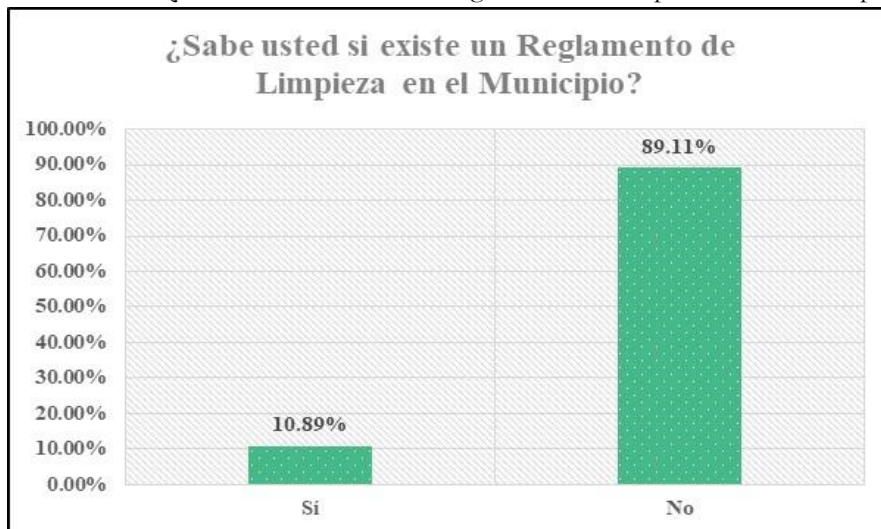
Gráfica 14. En general ¿cómo calificaría el servicio de recolección y limpieza municipal?



Fuente: Elaboración propia

Como se ilustra en la **Gráfica 14**, la población encuestada en este estudio tiene una conceptualización positiva por el servicio que le ofrece el ayuntamiento municipal en la recolección de basura (64.36% “Bueno”), (34.65% “Regular”). Solamente una de 101 viviendas que participaron en el muestreo se notó inconforme, no obstante, es necesario seguir trabajando en la búsqueda de servicios más eficientes de recolección y limpieza municipal.

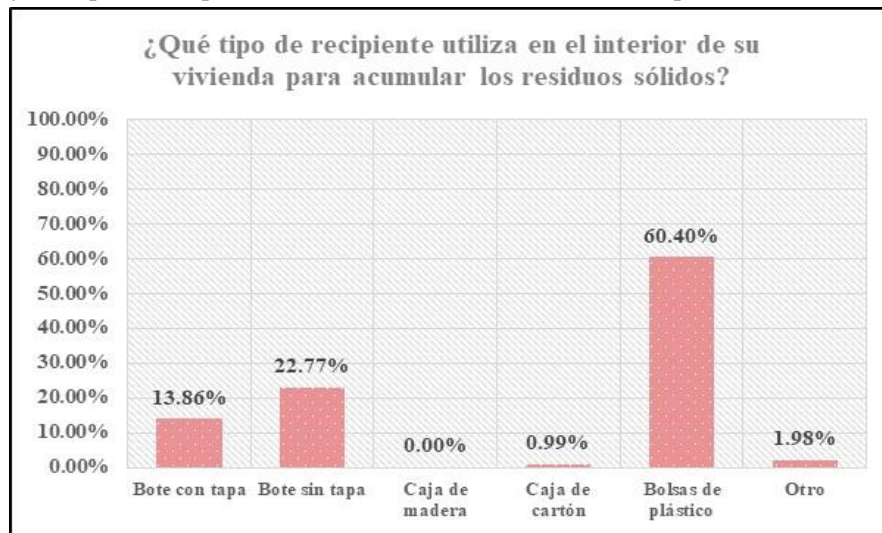
Gráfica 15. ¿Sabe usted si existe un Reglamento de limpieza en el Municipio?



Fuente: Elaboración propia

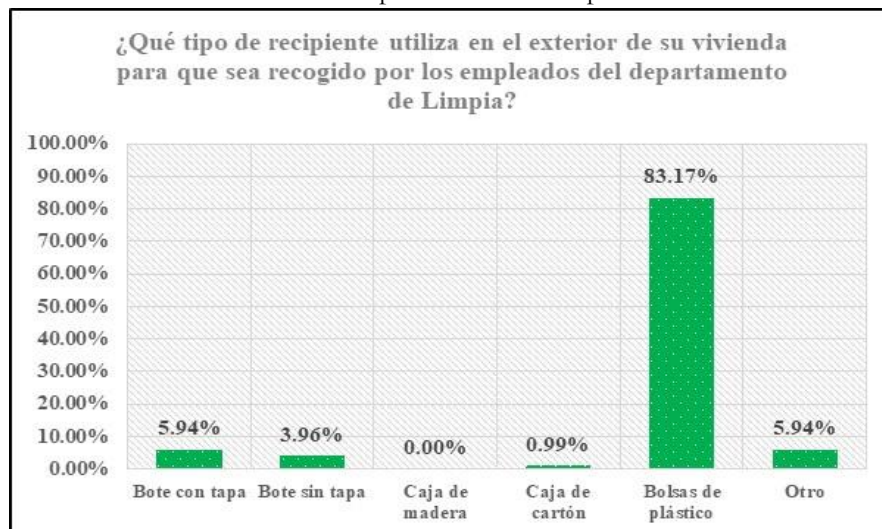
Es indispensable recalcar que una de las principales problemáticas que se han identificado en la gestión de los residuos se atribuye a la falta de reglamentación municipal para el servicio. En el presente estudio no es la excepción debido a que más del 80% de la población (**Gráfica 15**) aseguran no conocer algún tipo de reglamento de limpieza que aplique en el municipio, por lo que se recomienda tomar como uno de los ejes principales para resolver los problemas asociados a la recolección, manejo y disposición final de residuos sólidos. Por otro lado, el 10.89% de la población muestra afirmación que sí existe reglamentación, pero únicamente por acuerdos de barrios o vecinos.

Gráfica 16. ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el interior de su vivienda para acumular los residuos sólidos?



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 17. ¿Qué tipo de recipiente utiliza en el exterior de su vivienda para que sea recogido por los empleados del departamento de limpia?



Fuente: Elaboración propia

La **Gráfica 16** y **17** señalan que, de 101 viviendas, 61 casas (60.40%) almacenan sus residuos en bolsas de polietileno mientras que el 13.86% utiliza botes con tapa para evitar malos olores y el 22.77% botes sin tapa. Cierta población utiliza costales u otro recipiente diferente a lo común para acumular los residuos (1.98%). Así, al momento de sacar los residuos acumulados un 83.17% lo deposita en los contenedores con dichas bolsas de plástico, siendo un 5.94% y 3.96% quienes prefieren dejar sus botes para no saturar los residuos en los contenedores.

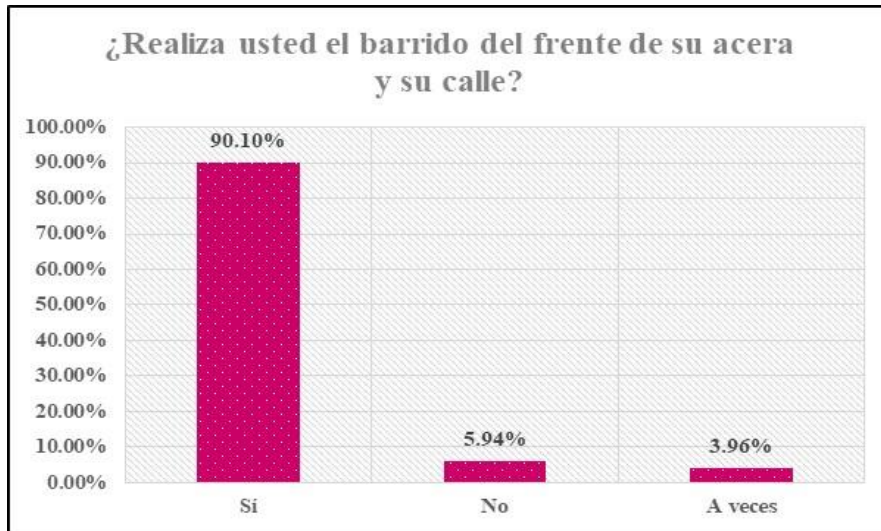
Gráfica 18. ¿Qué hace con los residuos si no pasa el camión de la basura?



Fuente: Elaboración propia

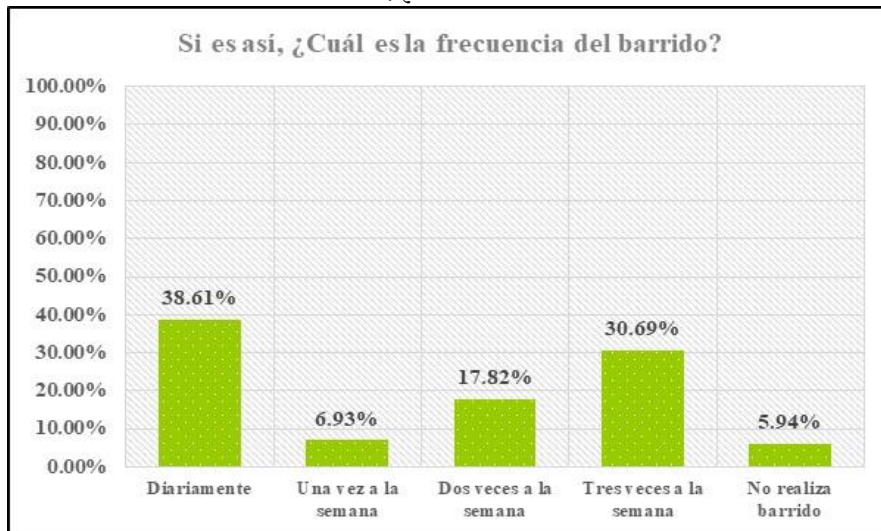
Un factor clave dentro de la gestión de los residuos es el compromiso de la población hacia con el medio ambiente en el que interactúan. Por ello, el 90.1% de las viviendas encuestadas (**Gráfica 18**) cumplen con la labor ciudadana de esperar el camión recolector en el horario y día correspondiente para que la basura sea llevada al sitio de disposición adecuado. Desafortunadamente un 5.94% no respeta el horario y día fijado por lo que se justifica que en algunos puntos de recolección se encuentren residuos acumulados más que de lo esperado. Otros acuden a métodos muy peculiares, ya sea quemándolos (2.97%) o enterrándolos (0.99%) para deshacerse de dichos residuos sólidos.

Gráfica 19. ¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?



Fuente: Elaboración propia

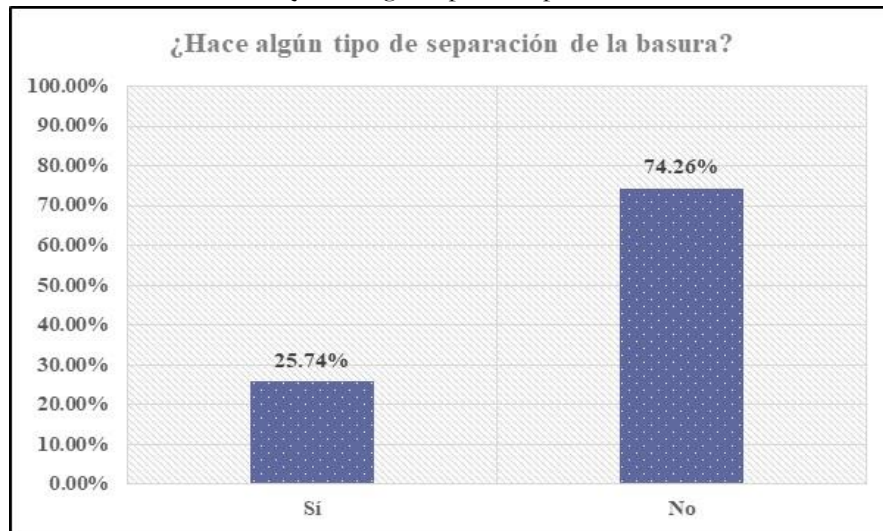
Gráfica 20. Si es así, ¿cuál es la frecuencia del barrido?



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la **Gráfica 19** de la población muestreada, los habitantes de la cabecera municipal realizan el barrido de sus calles y aceras lo que representa una acción positiva para contribuir en la limpia del municipio. En la **Gráfica 20** se ilustra la frecuencia de dicho barrido por parte de los pobladores con porcentajes bien distribuidos en el cual solo el 5.94% no realiza barrido por motivos personales o falta de tiempo.

Gráfica 21. ¿Hace algún tipo de separación de la basura?



Fuente: Elaboración propia

La **Gráfica 21** representa que el 25.74% de los encuestados hacen la labor de separar sus residuos de manera general (orgánico e inorgánico), las circunstancias que los lleva a realizarlo se deben a que utilizan los residuos como materia prima, sea lo orgánico como abono para sus huertos o la inorgánica otorgándoles un valor a través de la compra-venta de materiales reciclables. Desafortunadamente, la mayor parte de la población de muestreo (74.26%) no realiza ningún tipo de segregación de residuos por factores tales como el desconocimiento, falta de tiempo o apoyo por parte de las autoridades.

Gráfica 22. ¿Participaría usted en un programa de separación de basura?



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en la **Gráfica 22**, existe el potencial a favor de los habitantes para participar en algún programa que involucre el cuidado del medio ambiente (75.25%), pues están dispuestos a participar en programas en donde desde sus hogares separando sus residuos contribuyan al manejo de los mismos. La importancia de separar los residuos hace que éstos tengan una valorización y una segunda vida útil en forma de nuevos productos, además de que sirve como fomento de la salubridad e higiene en relación a la cultura ambiental.

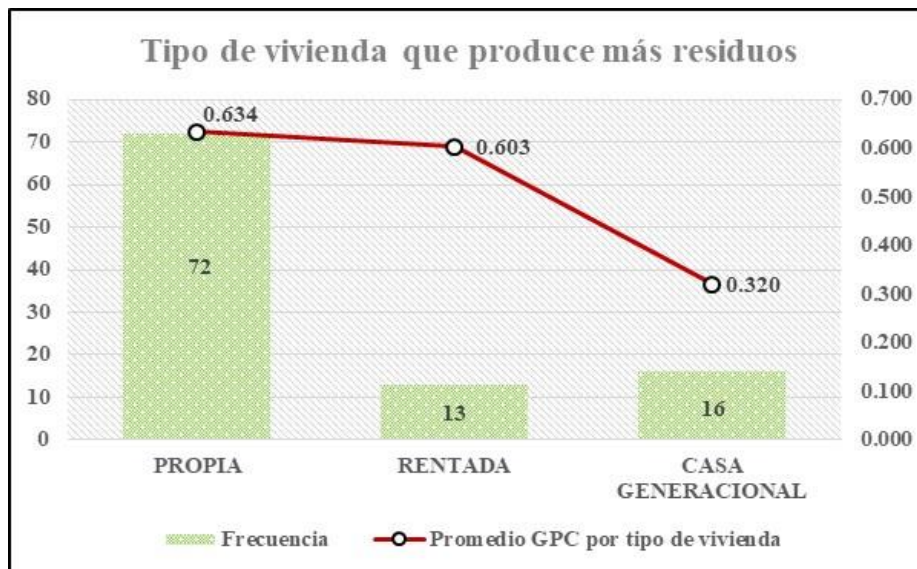
9.3. ANÁLISIS DE GPC DOMÉSTICA POR TIPO DE VIVIENDA

Los residuos sólidos urbanos proceden de diversas fuentes que determinan sus características cualitativas y cuantitativas, siendo los residuos domiciliarios los de mayor producción. Los residuos domésticos incluyen, en particular, los generados en viviendas unifamiliares y plurifamiliares, que en el caso de la localidad de estudio la generación per cápita obtenida fue de 0.580 kg/hab-día (generación doméstica).

Sin embargo, para ayudar a resolver la problemática en el aumento de esta producción de residuos sólidos el cual son los domicilios una importante fuente en dicho incremento, se requiere que los hogares tomen la iniciativa de incorporar en sus planes de desarrollo el manejo adecuado de los residuos sólidos, por lo que en este trabajo se identifican como factores la influencia que tienen los diferentes tipos de casas-habitación en la generación de los mismos (**Gráfica 23**).

Así, con ayuda de Excel se determinó que de 101 casas habitación de la generación per cápita promedio (0.580 kg/hab-día) al clasificar a los domicilios en tres categorías, son las viviendas propias que producen mayor cantidad de residuos (0.634 kg/hab-día) representando 72 viviendas, seguido de los hogares rentados (0.603 kg/hab-día, 13 viviendas) y respectivamente a las casas generacionales que de un total de 16 domicilios se producen 0.320 kg/hab-día de residuos sólidos; esto debido a que por tipo de vivienda, la educación, cantidad de personas, hábitos, etc., son discrepantes.

Gráfica 23. Generación de residuos doméstica por tipo de vivienda



Fuente: Elaboración propia

X. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron los resultados obtenidos de un estudio de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios (RSD) elaborado en la cabecera municipal de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Se aplicó normatividad técnica mexicana para la obtención de la tasa de generación per cápita doméstica, cuantificación de subproductos y obtención de pesos volumétricos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se determinó que la generación per cápita domiciliaria de residuos sólidos producidos por habitante al día es de 0.580 kg/hab-día, la densidad promedio es de 506.10 kg/m³ y los valores totales sobre cada una de las fracciones de los RSD fueron los siguientes: materia orgánica (59.48%), papel y cartón (5.32%), plásticos (6.78%), vidrios (2.32%), metales (0.97%), peligrosos (0.41%), tecnológicos (0.29%) y no aprovechable (24.43%).

En base a estos resultados de composición se aprecia que la fracción orgánica se genera en mayor cantidad, aunque la diversidad y altos porcentajes en otros subproductos encontrados como los plásticos, confirma también la tendencia de un cambio en los patrones de consumo de la población.

Referente a la generación de residuos en fuentes no domésticas arrojó un valor de 0.260 kg/hab-día, que en conjunto con la generación per cápita doméstica equivalen a 0.840 kg/hab-día. Estas cifras aumentarán en los próximos años, influenciados por varios factores por lo que el H. Ayuntamiento tendrá que actuar para aumentar las coberturas de recolección de RSU, ya sea al adquirir un mayor número de vehículos o al implementar otras estrategias de carácter normativo.

Con respecto al levantamiento de información se pudo observar deficiencias en el manejo de los residuos sólidos dentro de la cabecera municipal, entre ellas tenemos que la mayoría de las personas no realizan separación de basura dentro de sus hogares, existiendo carencia de cultura ambiental al momento de reciclar o reutilizar, lo que genera problemas en el depósito de residuos (contenedores) al momento de recolectar los residuos en cada ruta por parte de los encargados del servicio.

Es importante recalcar que la población de estudio se presentó satisfecha con los horarios y días de recolección, no obstante, las discrepancias entre el porcentaje insatisfecho motivan a buscar servicios más eficientes por parte de la municipalidad por lo cual se considera diseñar mejores rutas en la recolección de basura.

En lo referente a las encuestas aplicadas a la población y la labor de los encargados del servicio de limpia y recolección, podemos observar que no existe reglamentación municipal para el servicio, lo cual es importante definir este eje para minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos que dichos residuos provocan y de la misma forma fomentar la cultura ambiental.

Respecto al sitio de disposición final, es importante mencionar que una buena parte de los subproductos encontrados en los RSD (poco más del 70%), podrían ser aprovechados de alguna manera para no enviarlos directamente al relleno sanitario municipal, alargando con ello la vida útil del sitio de depósito de residuos en el municipio.

Con el presente proyecto se logró obtener datos actuales de la generación y propiedades de los residuos sólidos domiciliarios en dicha zona de estudio que son necesarios y va dirigido a las autoridades que conforman el municipio, encaminada a mejorar el manejo de los residuos sólidos enfocándose al bienestar social, ambiental y económico.

Se plantea que en un futuro será necesario modificar las estrategias de manejo de los RSU en el municipio, incluyendo su normatividad local, de tal manera que el aumento venidero en las cantidades de residuos, pueda ser solventado por el área encargada del manejo de residuos en el municipio de Ocozocoautla.

Al contar con el apoyo del H. Ayuntamiento Municipal de Ocozocoautla fue viable la realización del presente estudio por el compromiso y las facilidades brindadas, logrando así culminar con éxito el proyecto para beneficio de la población en general.

XI. REFERENCIAS

- Alayón, E. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Inventum*, 15(29), 76-94.
- Alvarado, H., Nájera, H. A., González, F. M., y Palacios, R. (2009). Estudio de generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la cabecera municipal de Chiapa de Corzo, Chiapas, México. *Revista Lacandonia*, 3(1), 85-92.
- Araiza, J. A., Chávez, J. C., y Moreno, J. A. (2017). Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(4), 691-699.
- Araiza, J. A., Nájera, H. A., y García, C. M. (2022). Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la cabecera municipal de Chiapilla, Chiapas, y estimación de la cantidad de residuos sólidos que arriban al sitio de disposición final. Informe, 50 pág.
- Benton, L., y Short, J. R. (2013). *Cities and Nature*, Estados Unidos: Routledge.
- Buenrostro, O., y Bocco, G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resour. Conserv. Recy*, 39(3), 251-263.
- Campos, R., y Soto, S. (2014). Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(3), 122-135.
- Castillo, E., y De Medina, L. (2014). Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1), 81-90.
- Çeliker, M., Yıldız, O., y Koçer, N. N. (2019). Evaluating solid waste landfill site selection using multi-criteria decision analysis and geographic information systems in the city of Elazığ, Turkey. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25(6), 683-691.
- DOF (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

- DOF (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. 8 de octubre de 2003.
- Escamirosa, L. F., Del Carpio, C. U., Castañeda, G., y Quintal, C. A. (2001). *Manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez*. México: Plaza y Valdés Editores.
- Esquinca, F., Escobar, J. L., Hernández, A., Sánchez, G., y Suárez, H. D. (1997). Estudios de caracterización y generación de residuos sólidos municipales de 5 localidades de la costa del estado de Chiapas, Memorias. XI Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales.
- Guzmán, M., y Macías, C. H. (2012). *El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México*. Colegio de San Luis, A.C. Hermosillo: ISSN 0188-4557. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100009
- Heredia, P., Sánchez, J., Rodríguez, M. y Aguilar, R. (2007). Guía para la revisión de proyectos ejecutivos, planes de regularización o evaluación de la conformidad según la NOM-083-SEMARNAT-2003. SEMARNAT-GTZ, México, D.F. 109 pp.
- Hoorweg, D., y Bhada, P. (2012). What a waste. A Global Review of Solid Waste Management. Washington: World Bank.
- INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2012). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. INECC-SEMARNAT, México, D.F. 201 pp.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Köfalusi, K. G., y Encarnación, A. G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de descomposición final. *Gaceta ecológica*, (79), 39-51.
- Muñoz, J. (1999). *Metodología de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos y Bases Para el Desarrollo de un Laboratorio* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Ojeda, S., Lozano, G., Quintero, M., Whitty, K., y Smith, C. (2008). Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castellón.

SDS, Secretaría de Sustentabilidad (2020). Gestión Ambiental: Manejo y gestión de residuos sólidos urbanos con características reciclables. UANL

SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1985a). Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Muestreo – Método de Cuarteo. Dirección General de Normas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1985b). Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Peso Volumétrico “In Situ”. Dirección General de Normas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1985c). Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales– Selección y Cuantificación de Subproductos. Dirección General de Normas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1985d). Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales– Determinación de la Generación. Dirección General de Normas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.



SEMAHN (Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural). (2019). *Estimación de la generación de Residuos Sólidos Urbanos por municipio en Chiapas*. Disponible en: https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/descargas/residuos_solidos/GeneracionRSUChiapasTablagraficos2019.pdf

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*, Ciudad de México.

- Torri, S. I. (2017). *¿Qué es un relleno sanitario?* Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Agronomía, UBA.
- Urdaneta, G., Joheni, A., y Sáez, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135.
- World Bank Group. (2018). *What a Waste 2.0 "A Global Snapshot of Solid Waste*. Washington, DC: World Bank Group.

XII. ANEXOS

12.1. ANÁLISIS DE GENERACIÓN PER CÁPITA DOMICILIARIA

 ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS 									
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIA									
N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
1	N16°44.798' W93°22.343'	2	0.542	0.566	0.90	3.084	0.554	1.992	0.637
2	N16°44.920' W93°22.422'	6	0.954	1.112	1.00	0.976	1.033	0.988	0.168
5	N16°44.941' W93°22.305'	6	0.898	3.084	0.24	2.954	1.991	1.597	0.299
6	N16°45.056' W93°22.418'	7	3.54	1.416	2.50	1.336	2.478	1.918	0.314
7	N16°45.252' W93°22.536'	17	4.742	11.356	8.75	3.772	8.049	6.261	0.421
10	N16°45.477' W93°22.577'	4	3.202	2.77	4.40	3.634	2.986	4.017	0.875
11	N16°45.475' W93°22.751'	7	2.26	2.72	1.80	2.031	2.49	1.916	0.315
12	N16°45.486' W93°22.718'	3	1.542	6.096	1.125	1.958	3.819	1.542	0.893
13	N16°45.466' W93°22.622'	3	1.79	1.418	1.604	1.697	1.604	1.651	0.542
14	N16°44.996' W93°22.387'	6	2.318	1.959	1.60	1.780	2.139	1.69	0.319
15	N16°45.472' W93°22.522'	6	4.468	5.57	1.16	3.365	5.019	2.263	0.607
16	N16°44.996' W93°22.231'	5	1.122	0.886	0.65	0.768	1.004	0.709	0.171
17	N16°45.326' W93°22.675'	5	1.553	2.456	0.65	2.754	2.005	1.702	0.371
19	N16°45.148' W93°22.605'	3	0.698	0.504	2.455	0.892	0.601	1.674	0.379
21	N16°44.936' W93°22.126'	3	0.828	0.288	0.439	0.59	0.558	0.515	0.179
22	N16°44.920' W93°22.144'	4	0.53	1.362	1.676	1.67	0.946	1.673	0.327
23	N16°44.931' W93°22.170'	3	0.546	7.00	0.986	1.204	3.773	1.095	0.811
24	N16°44.862' W93°22.173'	4	0.788	0.734	2.006	0.648	0.761	1.327	0.261
25	N16°44.902' W93°22.199'	6	2.526	1.964	2.172	2.692	2.245	2.432	0.390
26	N16°45.008' W93°22.255'	2	0.514	1.176	1.202	3.54	0.845	2.371	0.804
27	N16°45.017' W93°22.273'	6	1.476	1.196	0.904	2.418	1.336	1.661	0.250
28	N16°45.160' W93°22.320'	3	0.064	0.132	0.676	1.426	0.098	1.051	0.192
29	N16°44.960' W93°22.209'	2	5.776	1.86	1.414	1.843	3.818	1.629	1.362
30	N16°45.103' W93°22.220'	5	0.838	2.448	2.258	1.612	1.643	1.935	0.358



ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS



GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIA

N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
31	N16°45.181' W93°22.246'	2	4.842	3.694	1.63	1.378	4.268	1.504	1.443
32	N16°45.323' W93°22.290'	6	0.622	1.308	1.966	1.36	0.965	1.663	0.219
34	N16°45.366' W93°22.302'	2	3.49	1.18	3.902	2.43	2.335	3.166	1.375
35	N16°45.318' W93°22.289'	5	8.576	3.184	4.586	1.808	5.88	3.197	0.908
36	N16°45.346' W93°22.299'	7	0.938	0.298	0.458	0.618	0.618	0.538	0.083
37	N16°45.9907' W93°22.4359'	6	1.132	1.028	1.236	2.50	1.08	1.868	0.246
38	N16°45.9712' W93°22.4913'	4	1.222	2.152	0.756	1.208	1.687	0.982	0.334
39	N16°45.9622' W93°22.5175'	7	4.06	4.162	3.454	2.204	4.111	2.829	0.496
40	N16°45.9555' W93°22.5323'	10	3.878	5.122	2.546	6.494	4.50	4.52	0.451
41	N16°45.8920' W93°22.4886'	5	1.29	1.406	2.308	0.916	1.348	1.612	0.296
42	N16°45.8682' W93°22.4009'	6	1.252	0.542	1.027	1.512	0.897	1.270	0.181
43	N16°46.1277' W93°22.5960'	2	2.842	9.002	4.522	4.904	5.922	4.713	2.659
44	N16°45.8779' W93°22.4554'	4	0.938	2.426	2.202	1.652	1.682	1.927	0.451
45	N16°45.8047' W93°22.4320'	3	2.264	0.864	2.855	4.846	1.564	3.851	0.902
47	N16°45.7970' W93°22.4346'	4	1.04	1.346	0.73	0.885	1.193	0.808	0.250
48	N16°45.9439' W93°22.5591'	5	0.586	3.466	1.706	1.646	2.026	1.676	0.370
49	N16°45.9470' W93°22.5571'	4	0.628	1.172	6.824	1.994	0.90	4.409	0.664
50	N16°45.9497' W93°22.600'	2	0.842	2.964	0.986	1.59	1.903	1.288	0.798
51	N16°45.9048' W93°22.5595'	5	0.452	0.858	0.788	0.976	0.655	0.882	0.154
52	N16°45.9333' W93°22.4706'	8	2.184	2.071	2.678	1.958	2.128	2.318	0.278
53	N16°45.8001' W93°22.4322'	11	2.792	4.93	1.52	1.086	3.861	1.303	0.235
54	N16°45.941' W93°22.839'	3	0.746	0.954	0.364	1.474	0.85	0.919	0.295
55	N16°45.954' W93°22.805'	4	2.282	1.656	2.788	3.094	1.969	2.941	0.614
57	N16°45.961' W93°22.78'	9	0.89	2.054	1.218	1.334	1.472	1.276	0.153
58	N16°45.998' W93°22.852'	4	0.822	0.526	0.484	0.724	0.674	0.604	0.160
59	N16°45.978' W93°22.814'	4	0.746	1.886	1.692	2.534	1.316	2.113	0.429
60	N16°45.957' W93°22.760'	6	1.74	1.184	4.52	0.756	1.462	2.638	0.342
61	N16°45.903' W93°22.737'	1	0.60	1.476	1.008	0.858	1.038	0.933	0.986
62	N16°45.903' W93°22.720'	8	2.146	1.53	3.728	1.838	1.838	2.783	0.289



ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS



GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIA

N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
63	N16°45.930' W93°22.685'	3	2.433	3.204	3.474	1.662	2.819	2.568	0.898
64	N16°45.933' W93°22.689'	6	0.168	3.166	3.296	1.922	1.667	2.609	0.356
66	N16°45.844' W93°22.720'	3	1.949	1.998	1.90	1.802	1.974	1.851	0.637
67	N16°45.740' W93°22.688'	4	0.464	0.514	0.476	0.47	0.489	0.473	0.120
68	N16°45.706' W93°22.694'	5	2.694	2.746	3.04	2.642	2.72	2.841	0.556
69	N16°45.663' W93°22.716'	3	2.496	2.556	2.82	2.436	2.526	2.628	0.859
71	N16°45.920' W93°22.798'	3	0.914	8.268	2.668	1.374	4.591	2.021	1.102
72	N16°45.910' W93°22.789'	4	2.678	1.266	1.218	1.852	1.972	1.535	0.438
73	N16°45.904' W93°22.791'	6	7.70	2.026	9.19	2.81	4.863	6.00	0.905
74	N16°45.562' W93°22.686'	3	2.522	2.264	0.39	2.412	2.393	1.401	0.632
76	N16°45.535' W93°22.682'	3	3.752	4.952	1.578	3.612	4.352	2.595	1.158
77	N16°45.8753' W93°22.4520'	5	2.698	1.608	1.432	1.04	2.153	1.236	0.339
78	N16°45.8611' W93°22.4730'	1	0.872	1.04	0.454	0.29	0.956	0.372	0.664
79	N16°45.8108' W93°22.4330'	4	0.166	0.90	2.102	0.914	0.533	1.508	0.255
80	N16°45.8394' W93°22.3901'	6	2.646	1.835	2.154	1.024	2.241	1.589	0.319
Generación per cápita domiciliaria del estrato									0.537

ESTRATO B

N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
Eliminados									
3	N/A	5	0.968	0	0	1.506	0	0	0.247
4	N/A	5	0.164	0	0	0	0	0	0.033
8	N/A	7	0	0	0	0	0	0	0
9	N/A	4	0	0	0	0	0	0	0
18	N/A	7	0.176	0.089	0	0	0	0	0.019
20	N/A	3	0	0	0	0	0	0	0
33	N/A	3	1.046	0	0	0	0	0	0.349
46	N/A	5	0	0	0.266	0	0.357	0	0.062
56	N/A	3	0	0	0	0	0	0	0
65	N/A	4	0	0	0	0	0	0	0
70	N/A	5	0	0	0	0	0	0	0
75	N/A	3	0	0	0	0	0	0	0

Viviendas eliminadas que no participaron en el lapso del estudio



ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS



GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIA

N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
1	N16°44.903' W93°22.397'	3	1.64	2.57	3.50	2.036	2.105	2.768	0.812
2	N16°44.973' W93°22.360'	3	0.74	2.87	5.00	1.244	1.805	3.122	0.821
3	N16°45.027' W93°22.386'	4	1.612	1.168	0.25	1.95	1.39	1.10	0.311
5	N16°44.979' W93°22.399'	3	1.416	5.36	10.55	7.276	3.388	8.913	2.050
8	N16°45.063' W93°22.431'	5	1.543	1.647	1.75	1.336	1.595	1.543	0.314
9	N16°45.073' W93°22.398'	2	0.278	0.46	2.00	0.466	0.369	1.233	0.401
10	N16°45.125' W93°22.390'	5	1.436	2.444	5.205	7.966	1.94	6.586	0.853
11	N16°45.181' W93°22.405'	4	1.624	1.296	3.70	2.706	1.46	3.203	0.583
12	N16°45.361' W93°22.458'	5	3.436	4.166	2.25	2.706	3.801	2.478	0.628
13	N16°45.391' W93°22.505'	4	0.526	2.992	3.742	2.134	1.759	2.938	0.587
15	N16°45.391' W93°22.415'	4	1.296	3.068	9.00	1.262	2.182	5.131	0.914
16	N16°44.890' W93°22.154'	4	1.46	1.95	1.828	1.744	1.705	1.786	0.436
17	N16°44.878' W93°22.165'	5	0.062	3.296	0.066	0.070	1.679	0.068	0.175
18	N16°44.897' W93°22.172'	16	3.582	2.998	8.858	4.948	3.29	6.903	0.319
19	N16°45.9037' W93°22.4920'	6	9.532	12.314	1.186	6.75	10.923	3.968	1.241
20	N16°45.8766' W93°22.4867'	6	2.74	8.524	7.134	4.937	5.632	6.0355	0.972
21	N16°45.8304' W93°22.4148'	3	1.28	1.696	1.202	2.296	1.488	1.749	0.540
22	N16°46.1061' W93°22.5363'	6	0.504	2.407	0.79	4.31	1.456	2.55	0.334
23	N16°46.0912' W93°22.6116'	2	1.392	0.544	0.922	0.44	0.968	0.681	0.412
24	N16°45.8588' W93°22.4812'	2	1.836	2.33	3.23	2.146	2.083	2.688	1.193
25	N16°45.8780' W93°22.4548'	4	3.748	2.256	1.20	0.726	3.002	0.963	0.496
26	N16°45.8182' W93°22.4344'	7	4.884	1.218	1.71	3.297	3.051	2.504	0.397
27	N16°45.9009' W93°22.4049'	6	4.232	4.424	4.04	3.656	4.328	3.848	0.681
28	N16°45.955' W93°22.764'	7	1.174	1.976	2.404	2.386	1.575	2.395	0.284
29	N16°45.699' W93°22.716'	4	4.868	2.504	9.542	7.205	3.686	8.374	1.507
30	N16°45.611' W93°22.661'	4	1.14	1.944	1.13	0.886	1.542	1.008	0.319
31	N16°45.918' W93°22.795'	7	1.956	3.77	2.322	2.688	2.863	2.505	0.383



ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS



GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIA

N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
32	N16°45.914' W93°22.792'	7	2.332	0.954	3.35	1.744	1.643	2.547	0.299
33	N16°45.891' W93°22.770'	3	1.40	1.318	1.394	1.034	1.359	1.214	0.429
37	N16°45.512' W93°22.630'	2	0.84	0.662	0.548	0.994	0.751	0.771	0.381
38	N16°45.591' W93°22.728'	2	1.298	2.74	4.092	2.962	2.019	3.527	1.387
39	N16°45.518' W93°22.698'	2	2.714	2.022	3.348	1.308	2.368	2.328	1.174
40	N16°45.556' W93°22.683'	6	3.772	3.534	1.208	1.412	3.653	1.31	0.414
Generación per cápita domiciliaria del estrato									0.668

ESTRATO M

N° de vivienda	Coordenadas GPS	N° de habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab-día
Eliminados									
4	N/A	4	0.966	0	0	0	0	0	0.242
6	N/A	3	0	0	0	0	0	0	0
7	N/A	4	0	3.724	0	1.983	0	0	0.713
14	N/A	3	0	0	0	0	0	0	0
34	N/A	6	1.236	0	0	0	0	0	0.206
35	N/A	5	0	0	0	0	0	0	0
36	N/A	4	0	0	0	0	0	0	0

Viviendas eliminadas que no participaron en el lapso del estudio

ESTRATO	POBLACIÓN	REPRESENTATIVIDAD POBLACIONAL	GPC TOTAL DEL ESTRATO	% x GPC
B	324	68%	0.537	0.366
M	153	32%	0.668	0.214
TOTAL	477	100%	GPC DOMICILIARIA	0.580

GPC Domiciliaria de la Cabecera Mpal. De Ocozocoautla

12.2. ANÁLISIS DE PESOS VOLUMÉTRICOS



Lugar de procedencia:		Cba. Mpal. Ocozocoautla				Municipio: Ocozocoautla						
Día de muestreo		Día 1				Día de muestreo		Día 2				
Pesos	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso - S	Peso - P	Pesos	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso - S	Peso - P
Condiciones climáticas	Caluroso				Condiciones climáticas	Caluroso						
Hora de inicio:	13:20				Hora de inicio:	12:37						
Peso de residuos + recipiente, kg	46.95	44.9	28	25.05	27.25	Peso de residuos + recipiente, kg	50.85	44.55	38.5	26.6	29.15	28.4
Tara del recipiente, kg	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	Tara del recipiente, kg	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75
Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Peso de residuos, kg	31.2	29.15	12.25	9.3	11.5	Peso de residuos, kg	35.1	28.8	22.75	10.85	13.4	12.65
Peso volumétrico, kg/m ³	156	145.75	61.25	46.5	57.5	Peso volumétrico, kg/m ³	175.5	144	113.75	54.25	67	63.25
Total:	467				Total:	617.75						
Día de muestreo		Día 3				Día de muestreo		Día 4				
Pesos	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso - S	Peso - P	Pesos	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso - S	Peso - P	
Condiciones climáticas	Nublado				Condiciones climáticas	Nublado						
Hora de inicio:	11:40				Hora de inicio:	12:02						
Peso de residuos + recipiente, kg	53.1	34.5	52.4	21.6	27.35	Peso de residuos + recipiente, kg	42.2	36.8	33.2	25.95	21.95	
Tara del recipiente, kg	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	Tara del recipiente, kg	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	
Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Peso de residuos, kg	37.35	18.75	36.65	5.85	11.6	Peso de residuos, kg	26.45	21.05	17.45	10.2	6.2	
Peso volumétrico, kg/m ³	186.75	93.75	183.25	29.25	58	Peso volumétrico, kg/m ³	132.25	105.25	87.25	51	31	
Total:	551				Total:	406.75						
Día de muestreo		Día 5				Día de muestreo		Día 6				
Pesos	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso - S	Peso - P	Pesos	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso - S	Peso - P	
Condiciones climáticas	Caluroso				Condiciones climáticas	Caluroso						
Hora de inicio:	12:41				Hora de inicio:	11:57						
Peso de residuos + recipiente, kg	48.9	44.73	33.25	27.1	27.83	Peso de residuos + recipiente, kg	47.65	35.65	42.8	23.78	24.65	
Tara del recipiente, kg	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	Tara del recipiente, kg	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	
Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Volumen del recipiente, m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Peso de residuos, kg	33.15	28.975	17.5	11.35	12.075	Peso de residuos, kg	31.9	19.9	27.05	8.025	8.9	
Peso volumétrico, kg/m ³	165.75	144.88	87.5	56.75	60.375	Peso volumétrico, kg/m ³	159.5	99.5	135.25	40.125	44.5	
Total:	515.25				Total:	478.88						

S: Sanitarios

P: Pañales

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)						DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
DENSIDAD	467	617.75	551	406.75	515.25	478.88	506.10

12.3. ANÁLISIS DE CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

		ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS						
		HOJA DE REGISTRO DE SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS						
Localidad de procedencia de la muestra		Cba. Mpal. Ocozocoautla de Espinosa						
Días de muestreo		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Condiciones climáticas		Caluroso	Caluroso	Nublado	Nublado	Caluroso	Caluroso	
Hora de inicio:		14:00	13:00	12:00	13:00	14:00	13:00	
Subproductos		kg	kg	kg	kg	kg	kg	
1	Cartón y papel	1.816	5.462	5.384	3.344	3.639	4.364	
2	Cartón encerado/Tetrapak	0.534	0.878	0.880	0.490	0.706	0.685	
3	Cuero/Zapatos de	0.364	5.350	0.208	0.028	2.857	0.118	
4	Hueso de animal	0.000	1.774	1.192	0.000	0.887	0.596	
5	Madera	0.000	0.704	0.058	0.146	0.352	0.102	
6	Residuos orgánicos (alimenticios y de jardín)	62.000	68.700	64.800	58.300	65.350	61.550	
7	Papel encerado/revista	0.000	0.572	0.000	0.028	0.286	0.014	
8	Papel de impresión	0.202	0.624	1.942	1.632	0.413	1.787	
9	Papel periódico	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.009	
10	Papel fomi	0.000	0.158	0.000	0.000	0.079	0.000	
11	Semilla y cáscara dura	0.152	2.202	1.470	0.520	1.177	0.995	
12	Trapo/Tela	0.218	1.510	5.572	1.806	0.864	3.689	
13	Aluminio (latas y papel)	0.004	0.168	0.224	0.096	0.086	0.160	
14	Latas de otros metales	0.094	0.540	2.400	0.656	0.317	1.528	
15	Material ferroso	0.000	0.000	0.092	0.126	0.000	0.109	
16	HDPE (polietileno de alta densidad)	0.406	1.120	1.984	1.272	0.763	1.628	
17	LDPE (polietileno de baja densidad)	1.166	4.045	3.596	3.016	2.606	3.306	
18	PETE (polietileno de tereftalato)	0.660	1.572	1.510	1.178	1.116	1.344	
19	PP (polipropileno)	0.000	0.160	1.040	0.722	0.08	0.881	
20	PVC (policloruro de vinilo)	0.000	0.274	0.104	0.202	0.137	0.153	
21	PS (Unicel/poliestireno expandido)	0.234	0.670	0.450	0.662	0.452	0.556	
22	Envolturas de frituras	0.376	1.024	0.868	0.688	0.700	0.778	



ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS



HOJA DE REGISTRO DE SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Localidad de procedencia de la muestra		Cba. Mpal. Ocozocoautla de Espinosa					
Días de muestreo		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Condiciones climáticas		Caluroso	Caluroso	Nublado	Nublado	Caluroso	Caluroso
Hora de inicio:		14:00	13:00	12:00	13:00	14:00	13:00
Subproductos		kg	kg	kg	kg	kg	kg
23	Plásticos varios	0.052	0.490	0.408	0.500	0.271	0.454
24	Vidrio de color	0.026	0.498	0.000	0.000	0.262	0.000
25	Vidrio transparente	0.636	2.168	2.882	4.084	1.402	3.483
26	Algodón	0.048	0.012	0.084	0.574	0.030	0.329
27	Cera	0.000	0.072	0.020	0.000	0.036	0.010
28	Hule	0.244	0.274	0.440	0.144	0.259	0.292
29	Loza y cerámica	0.128	0.994	0.012	0.630	0.561	0.321
30	Pañal desechable	11.500	12.650	11.600	6.200	12.075	8.900
31	Papel sanitario	9.300	13.400	5.850	10.200	11.350	8.025
32	Etiquetas de envases	0.338	0.435	0.047	0.040	0.387	0.044
33	Residuos peligrosos (jeringas, pilas, medicamentos, cubrebocas)	0.098	0.634	0.510	0.592	0.366	0.551
34	Residuos tecnológicos	0.172	0.470	0.624	0.050	0.321	0.337
35	Residuos de la construcción	0.000	1.142	0.132	0.016	0.571	0.074
36	Residuos finos	2.096	2.182	0.898	2.072	2.139	1.485
Total separado		92.864	132.928	117.281	100.032	112.896	108.657



**ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS
EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS**



HOJA DE REGISTRO DE SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Localidad de procedencia de la muestra		Cba. Mpal. Ocozocoautla						PROMEDIO
Días de muestreo		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Condiciones climáticas		Caluroso	Caluroso	Nublado	Nublado	Caluroso	Caluroso	
Hora de inicio:		14:00	13:00	12:00	13:00	14:00	13:00	
Subproductos		%	%	%	%	%	%	%
1	Cartón y papel	1.96%	4.11%	4.59%	3.34%	3.22%	4.02%	3.54%
2	Cartón encerado/Tetrapak	0.58%	0.66%	0.75%	0.49%	0.63%	0.63%	0.62%
3	Cuero/Zapatos de	0.39%	4.02%	0.18%	0.03%	2.53%	0.11%	1.21%
4	Hueso de animal	0.00%	1.33%	1.02%	0.00%	0.79%	0.55%	0.61%
5	Madera	0.00%	0.53%	0.05%	0.15%	0.31%	0.09%	0.19%
6	Residuos orgánicos (alimenticios y de jardín)	66.76%	51.68%	55.25%	58.28%	57.89%	56.65%	57.75%
7	Papel encerado/revista	0.00%	0.43%	0.00%	0.03%	0.25%	0.01%	0.12%
8	Papel de impresión	0.22%	0.47%	1.66%	1.63%	0.37%	1.64%	1.00%
9	Papel periódico	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.01%	0.00%
10	Papel fomi	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.07%	0.00%	0.03%
11	Semilla y cáscara dura	0.16%	1.66%	1.25%	0.52%	1.04%	0.92%	0.93%
12	Trapo/Tela	0.23%	1.14%	4.75%	1.81%	0.77%	3.40%	2.01%
13	Aluminio (latas y papel)	0.00%	0.13%	0.19%	0.10%	0.08%	0.15%	0.11%
14	Latas de otros metales	0.10%	0.41%	2.05%	0.66%	0.28%	1.41%	0.82%
15	Material ferroso	0.00%	0.00%	0.08%	0.13%	0.00%	0.10%	0.05%
16	HDPE (polietileno de alta densidad)	0.44%	0.84%	1.69%	1.27%	0.68%	1.50%	1.07%
17	LDPE (polietileno de baja densidad)	1.26%	3.04%	3.07%	3.02%	2.31%	3.04%	2.62%
18	PETE (polietileno de tereftalato)	0.71%	1.18%	1.29%	1.18%	0.99%	1.24%	1.10%
19	PP (polipropileno)	0.00%	0.12%	0.89%	0.72%	0.07%	0.81%	0.44%
20	PVC (policloruro de vinilo)	0.00%	0.21%	0.09%	0.20%	0.12%	0.14%	0.13%
21	PS (Unicel/poliestireno expandido)	0.25%	0.50%	0.38%	0.66%	0.40%	0.51%	0.45%
22	Envolturas de frituras	0.40%	0.77%	0.74%	0.69%	0.62%	0.72%	0.66%
23	Plásticos varios	0.06%	0.37%	0.35%	0.50%	0.24%	0.42%	0.32%
24	Vidrio de color	0.03%	0.37%	0.00%	0.00%	0.23%	0.00%	0.11%
25	Vidrio transparente	0.68%	1.63%	2.46%	4.08%	1.24%	3.21%	2.22%



**ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS
EN LA CABECERA MUNICIPAL DE OCOZOCAUTLA DE ESPINOSA, CHIAPAS**



HOJA DE REGISTRO DE SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Localidad de procedencia de la muestra		Cba. Mpal. Ocozocoautla						PROMEDIO
Días de muestreo		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Condiciones climáticas		Caluroso	Caluroso	Nublado	Nublado	Caluroso	Caluroso	
Hora de inicio:		14:00	13:00	12:00	13:00	14:00	13:00	
Subproductos		%	%	%	%	%	%	%
26	Algodón	0.05%	0.01%	0.07%	0.57%	0.03%	0.30%	0.17%
27	Cera	0.00%	0.05%	0.02%	0.00%	0.03%	0.01%	0.02%
28	Hule	0.26%	0.21%	0.38%	0.14%	0.23%	0.27%	0.25%
29	Loza y cerámica	0.14%	0.75%	0.01%	0.63%	0.50%	0.30%	0.39%
30	Pañal desechable	12.38%	9.52%	9.89%	6.20%	10.70%	8.19%	9.48%
31	Papel sanitario	10.01%	10.08%	4.99%	10.20%	10.05%	7.39%	8.79%
32	Etiquetas de envases	0.36%	0.33%	0.04%	0.04%	0.34%	0.04%	0.19%
33	Residuos peligrosos (jeringas, pilas, medicamentos, cubrebocas)	0.11%	0.48%	0.43%	0.59%	0.32%	0.51%	0.41%
34	Residuos tecnológicos	0.19%	0.35%	0.53%	0.05%	0.28%	0.31%	0.29%
35	Residuos de la construcción	0.00%	0.86%	0.11%	0.02%	0.51%	0.07%	0.26%
36	Residuos finos	2.26%	1.64%	0.77%	2.07%	1.89%	1.37%	1.67%
Total separado		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Reciclables	
Tratables	
A disposición final	
Materiales peligrosos	
Otros	

12.4. BASE DE DATOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LA POBLACIÓN

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Una vez por semana	1	0.99%
Dos veces por semana	0	0.00%
Tres veces por semana	1	0.99%
Diariamente	95	94.06%
Ocasionalmente	3	2.97%
No sabe	1	0.99%
TOTAL	101	100%

Pregunta 1.

¿Cuál es la frecuencia de recolección en su colonia?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	97	96.04%
No	4	3.96%
TOTAL	101	100%

Pregunta 2.

¿Considera que es suficiente el núm. de días que pasa el camión recolector?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	68	67.33%
No	19	18.81%
A veces	14	13.86%
TOTAL	101	100%

Pregunta 3.

Cuando recogen la basura en su domicilio, ¿El sitio donde se alojan los contenedores queda limpio?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Amable	64	63.37%
Indiferente	37	36.63%
Grosero	0	0.00%
TOTAL	101	100%

Pregunta 4.

El trato hacía usted por parte de los empleados que recogen la basura es:

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	27	26.73%
No	48	47.52%
A veces	25	24.75%
No sé	1	0.99%
TOTAL	101	100%

Pregunta 5.

¿En su colonia se realiza el barrido de calles con personal del ayuntamiento?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Diariamente	2	1.98%
Dos veces por semana	7	6.93%
Tres veces por semana	17	16.83%
Solo en eventos especiales	75	74.26%
TOTAL	101	100%

Pregunta 6.

¿Cuál es la frecuencia del barrido?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Barrido manual con una sola una persona	9	8.91%
Barrido manual en cuadrillas	51	50.50%
Ambos	41	40.59%
TOTAL	101	100%

Pregunta 7.
¿Cómo se realiza el barrido?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	44	43.56%
No	40	39.60%
No sé	17	16.83%
TOTAL	101	100%

Pregunta 8.
¿Existen sitios donde se acumule en la vía pública, la basura en su colonia, debido a que no se presta el servicio?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	90	89.11%
No	11	10.89%
TOTAL	101	100%

Pregunta 9.
¿Está satisfecho con el servicio de recolección y limpieza que se tiene en su colonia?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	4	3.96%
No	97	96.04%
TOTAL	101	100%

Pregunta 10.
¿Paga alguna tarifa especial u oficial por la recolección de la basura?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	5	4.95%
No	96	95.05%
TOTAL	101	100%

Pregunta 11.
¿Proporciona propinas a los trabajadores del departamento de limpia (barrido o recolección)?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Bueno	65	64.36%
Regular	35	34.65%
Malo	1	0.99%
TOTAL	101	100%

Pregunta 12.
En general ¿cómo calificaría el servicio de recolección y limpieza municipal?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	11	10.89%
No	90	89.11%
TOTAL	101	100%

Pregunta 13.

¿Sabe usted si existe un Reglamento de limpieza en el municipio?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Bote con tapa	14	13.86%
Bote sin tapa	23	22.77%
Caja de madera	0	0.00%
Caja de cartón	1	0.99%
Bolsas de plástico	61	60.40%
Otro	2	1.98%
TOTAL	101	100%

Pregunta 14.

¿Qué tipo de recipiente utiliza en el interior de su vivienda para acumular los residuos sólidos?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Bote con tapa	6	5.94%
Bote sin tapa	4	3.96%
Caja de madera	0	0.00%
Caja de cartón	1	0.99%
Bolsas de plástico	84	83.17%
Otro	6	5.94%
TOTAL	101	100%

Pregunta 15.

¿Qué tipo de recipiente utiliza en el exterior de su vivienda para que sea recogido por los empleados del departamento de limpia?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Los lleva al tiradero o contenedor	6	5.94%
Los quema	3	2.97%
Los entierra	1	0.99%
Espera el camión recolector	91	90.10%
TOTAL	101	100%

Pregunta 16.

¿Qué hace con los residuos si no pasa el camión de la basura?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	91	90.10%
No	6	5.94%
A veces	4	3.96%
TOTAL	101	100%

Pregunta 17.

¿Realiza usted el barrido del frente de su acera y su calle?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Diariamente	39	38.61%
Una vez a la semana	7	6.93%
Dos veces a la semana	18	17.82%
Tres veces a la semana	31	30.69%
No realiza barrido	6	5.94%
TOTAL	101	100%

Pregunta 18.

Si es así, ¿cuál es la frecuencia del barrido?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	26	25.74%
No	75	74.26%
TOTAL	101	100%

Pregunta 19.
¿Hace algún tipo de separación de basura?

RESPUESTAS	Frecuencia	%
Sí	76	75.25%
No	25	24.75%
TOTAL	101	100%

Pregunta 20.
¿Participaría usted en un programa de separación de basura?

12.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La presente sección presenta el desarrollo del análisis estadístico de la zona de muestreo estudiada en la cabecera municipal de Ocozocoautla. Se muestran los datos obtenidos durante el estudio de generación y los resultados obtenidos.

12.5.1. OBTENCIÓN DE DATOS DE LA POBLACIÓN Y PREMUESTRA

- Cabecera Mpal. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.
- Tipo de localidad: Urbanizada y nivel socioeconómico bajo y medio.
- Tamaño de la muestra (n) = 101 casas – habitación.
- Riesgo $\alpha = 0.10$ de acuerdo a la NMX-AA-61-1985.

La **Tabla 13** muestra la generación promedio de cada una de las 101 muestras de los diferentes estratos socioeconómicos.

Tabla 13. Generación promedio de las 101 muestras en cabecera municipal

Promedio (kg/hab-día)					
0.637	0.390	0.451	0.356	0.314	0.681
0.168	0.804	0.902	0.637	0.401	0.284
0.299	0.250	0.250	0.120	0.853	1.507
0.314	0.192	0.370	0.556	0.583	0.319
0.421	1.362	0.664	0.859	0.628	0.383
0.875	0.358	0.798	1.102	0.587	0.299
0.315	1.443	0.154	0.438	0.914	0.429
0.893	0.219	0.278	0.905	0.436	0.381
0.542	1.375	0.235	0.632	0.175	1.387
0.319	0.908	0.295	1.158	0.319	1.174
0.607	0.083	0.614	0.339	1.241	0.414
0.171	0.246	0.153	0.664	0.972	
0.371	0.334	0.160	0.255	0.540	
0.379	0.496	0.429	0.319	0.334	
0.179	0.451	0.342	0.812	0.412	
0.327	0.296	0.986	0.821	1.193	
0.811	0.181	0.289	0.311	0.496	
0.261	2.659	0.898	2.050	0.397	

Fuente: Elaboración propia

12.5.2. NUMERACIÓN EN ORDEN PROGRESIVO DE LOS DATOS Y ORDEN EN FORMA CRECIENTE

Tabla 14. Ordenamiento de los 101 datos

Nº	Promedio kg/hab-día	Nº	Promedio kg/hab-día	Nº	Promedio kg/hab-día	Nº	Promedio kg/hab-día	Nº	Promedio kg/hab-día	Nº	Promedio kg/hab-día
1	0.083	19	0.278	37	0.339	55	0.438	73	0.681	91	1.158
2	0.120	20	0.284	38	0.342	56	0.451	74	0.798	92	1.174
3	0.153	21	0.289	39	0.356	57	0.451	75	0.804	93	1.193
4	0.154	22	0.295	40	0.358	58	0.496	76	0.811	94	1.241
5	0.160	23	0.296	41	0.370	59	0.496	77	0.812	95	1.362
6	0.168	24	0.299	42	0.371	60	0.540	78	0.821	96	1.375
7	0.171	25	0.299	43	0.379	61	0.542	79	0.853	97	1.387
8	0.175	26	0.311	44	0.381	62	0.556	80	0.859	98	1.443
9	0.179	27	0.314	45	0.383	63	0.583	81	0.875	99	1.507
10	0.181	28	0.314	46	0.390	64	0.587	82	0.893	100	2.050
11	0.192	29	0.315	47	0.397	65	0.607	83	0.898	101	2.659
12	0.219	30	0.319	48	0.401	66	0.614	84	0.902		
13	0.235	31	0.319	49	0.412	67	0.628	85	0.905		
14	0.246	32	0.319	50	0.414	68	0.632	86	0.908		
15	0.250	33	0.319	51	0.421	69	0.637	87	0.914		
16	0.250	34	0.327	52	0.429	70	0.637	88	0.972		
17	0.255	35	0.334	53	0.429	71	0.664	89	0.986		
18	0.261	36	0.334	54	0.436	72	0.664	90	1.102		

Fuente: Elaboración propia

12.5.3. RECHAZO DE OBSERVACIONES SOSPECHOSAS CON EL CRITERIO DE DIXON

a) Cálculo del valor estadístico “r” para las siguientes situaciones:

1. Sospecha del elemento máximo de la premuestra, $r_{m\acute{a}x}$.

$$r_{m\acute{a}x} = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j}$$

Donde:

- X = elemento de la premuestra.
- n = número de observaciones o elemento mayor.
- 1 = elemento menor.
- $i = n - (j-1)$.
- j = elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

2. Sospecha del elemento mínimo de la premuestra, $r_{m\acute{i}n}$.

$$r_{m\acute{i}n} = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1}$$

Donde:

- X = elemento de la premuestra.
- n = número de observaciones o elemento mayor.
- 1 = elemento menor.
- j = elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha.
- $i = n - (j-1)$.

3. Calcular el valor estadístico permisible ($r_{1-\alpha/2}$) correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones correspondientes según sea el caso. (Tabla no.2 de la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985).

Comparar el valor estadístico (r) con el estadístico permisible ($r_{1-\alpha/2}$) con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de acuerdo con el siguiente criterio:

Si $r > r_{1-\alpha/2} \rightarrow$ Se rechaza la observación sospechosa

Si $r < r_{1-\alpha/2} \rightarrow$ Se acepta la observación sospechosa

Considerando el riesgo tomado de 0.10, riesgo $\alpha = 0.10$

$$r_{1-\alpha/2} = r_{1-0.10/2} = r_{1-0.05} = r_{0.95}$$

Se busca en las tablas correspondiente a la distribución "t" de Student de la NMX-AA-61-1985 con un valor de $r_{(0.95, 101)}$

$$r_{(0.95, 101)} = 0.406$$

Interpolando se obtiene: $r_{\text{permisible}} = 0.406$

b) Análisis de la “cola superior”

Para el área de estudio se consideraron como sospechosos los 2 primeros datos (cola inferior), así como los dos últimos (cola superior), lo cual significa que $j = 2$.

Para aceptar o rechazar los elementos 100 y 101 de los cuales se sospecha como máximo de la premuestra, se tiene lo siguiente:

1. Como $j = 2$ (elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha) entonces:

$$X_j = X_2 = 0.120 \text{ kg/hab-día.}$$

$$X_n = X_{101} = 2.659 \text{ kg/hab-día.}$$

$$i = n - (j-1) = 101 - (2-1) = 100$$

$$X_i = X_{100} = 2.050 \text{ kg/hab-día.}$$

2. Con los datos obtenidos aplicamos la fórmula:

$$r_{\text{máx}} = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \quad r_{\text{máx}} = \frac{2.659 - 2.050}{2.659 - 0.120} = 0.240$$

3. Comparando $r_{\text{máx}}$ con $r_{\text{permisible}}$ tenemos:

$$\begin{aligned}r_{\text{máx}} &= 0.240 \\r_{\text{permisible}} &= 0.406 \\0.240 &< 0.406 \\r_{\text{máx}} &< r_{\text{permisible}}\end{aligned}$$

4. Por lo tanto se aceptan los 2 últimos elementos de la muestra que integran la cola superior, dado que son menores que el permisible.

c) Análisis de la "cola inferior"

1. De igual forma que el análisis anterior se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}X_i &= X_{100} = 2.050 \text{ kg/hab-día.} \\X_j &= X_2 = 0.120 \text{ kg/hab-día.} \\X_1 &= X_1 = 0.083 \text{ kg/hab-día.}\end{aligned}$$

$$r_{\text{min}} = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} \quad r_{\text{min}} = \frac{0.120 - 0.083}{2.050 - 0.083} = 0.0188$$

2. Comparando r_{min} con $r_{\text{permisible}}$ tenemos:

$$\begin{aligned}r_{\text{min}} &= 0.0188 \\r_{\text{permisible}} &= 0.406 \\0.0188 &< 0.406 \\r_{\text{min}} &< r_{\text{permisible}}\end{aligned}$$

3. Por lo tanto se aceptan los dos elementos de la muestra que integran la cola inferior y de los cuales se sospechaba, dado que r_{min} es menor que el permisible.

12.5.4. ANÁLISIS DE LOS VALORES ESTADÍSTICOS

La obtención de estadísticos, se obtuvieron con ayuda de Excel y se realizó con los datos aceptados. La **Tabla 15** representa los datos obtenidos para la correspondiente área de estudio.

Tabla 15. Obtención de estadísticos del área de estudio

Estadísticos	Resultados
Promedio (GPC Domiciliaria)	0.580
Mediana	0.421
Moda	#N/A
Varianza	0.181
Desviación estándar	0.425

Fuente: Elaboración propia

12.5.5. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO REAL DE LA MUESTRA

Este cálculo se realiza con la siguiente expresión:

$$n_1 = \left(\frac{t * S}{E} \right)^2$$

Donde:

n_1 = Es el tamaño real de la muestra.

E = Error muestral ($0.04 \text{ kg/hab-día} \leq E \leq 0.07 \text{ kg/hab-día}$).

S = Desviación estándar de la premuestra (0.425 kg/hab-día).

t = Percentil de la distribución t de student que corresponde al nivel de confianza (Tabla percentil de la distribución $t(1-\alpha/2)$, NMX-AA-61-1985).

1. Para determinar el valor del percentil t se necesita calcular el valor $1-\alpha/2 = 1-0.10/2 = 0.95$
2. Por lo tanto, el valor t se busca en la columna t.95
3. Para conocer el valor de t con t.95 y 101 observaciones, se tiene $t(0.95,101) = 1.645$
4. Aplicando la fórmula para calcular el valor real de la muestra tenemos:

$$n_1 = \left(\frac{1.645 * 0.425}{0.07} \right)^2 = 99.75$$

5. Comparando n con n_1 tenemos $n = 101 > n_1 = 100$.
6. Por lo tanto, se toman las 101 observaciones.

12.5.6. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

Derivado de que se está trabajando con más de 100 muestras, se asumen que el porcentaje de confiabilidad es del 90%.