



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL

DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
Fecha: 14 de marzo de 2022

C. ERICK MARTIN ÁLVAREZ PÉREZ

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) DE LA LOCALIDAD CRISTÓBAL OBREGÓN, MUNICIPIO DE
VILLAFLORES, CHIAPAS.

En la modalidad de: INFORME TÉCNICO

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
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE GENERACIÓN Y
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD)
DE LA LOCALIDAD CRISTÓBAL
OBREGÓN, MUNICIPIO DE
VILLAFLORES, CHIAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA

ERICK MARTIN ÁLVAREZ PÉREZ

DIRECTOR:

DR. JOSÉ MANUEL GÓMEZ RAMOS

CODIRECTOR:

M. en C. ULISES GONZÁLEZ VÁZQUEZ



AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera, mis agradecimientos a la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Ingeniería Ambiental.

A mis tutores, el DR. JOSÉ MANUEL GÓMEZ RAMOS y M. en C. ULISES GONZÁLEZ VÁZQUEZ. Sin ustedes y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Ustedes formaron parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesité; por estar ahí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones.

A los docentes, gracias por sus palabras sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. Su semilla de conocimientos, germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

A mi familia, que han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mi familia y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A mis compañeros y mis amigos y compañeros del proyecto, hoy culmina esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de trabajo nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

A los residentes de la localidad Cristóbal Obregón, Villaflores. Que nos permitieron y apoyaron con la realización de este proyecto, quienes nos brindaron de su tiempo y colaboración. Gente muy honrada y trabajadora. Gracias por todo.

DEDICATORIA

Dedico este documento a todas las personas que me dieron su apoyo para culminarlo.

A mi madre, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis profesores, que me dieron de su tiempo, apoyo y sabiduría.

A mis amigos, por apoyarme cuando más los necesité, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día que sin su apoyo en los tiempos difíciles, no hubiera sido posible entender muchas cosas en la licenciatura.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos Específicos.....	5
5. MARCO TEÓRICO.....	6
5.1. Definición básica de los residuos y su clasificación.....	6
5.2. Clasificación de los residuos sólidos.	6
5.2.1. Residuos sólidos urbanos (RSU).....	8
5.2.2. Residuos de manejo especial (RME).....	8
5.2.3. Residuos peligrosos (RP).....	9
5.3. Generación de residuos sólidos.	10
6. ESTUDIOS APLICABLES	14
6.1. Generación de residuos sólidos.	14
6.2. Caracterización de residuos sólidos.....	15
6.2.2. NMX-AA-019-1985 (Peso volumétrico in situ).	16
6.2.3. NMX-AA-022-1985 (CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS). 17	
7. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	20
7.1. PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	20
7.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	20
7.1.1.1. <i>PESO ESPECÍFICO</i>	21
7.1.1.2. <i>CONTENIDO DE HUMEDAD</i>	21
7.1.1.3. TAMAÑO DE PARTÍCULA Y DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO..	22

7.1.1.4.	CAPACIDAD DE CAMPO.....	22
7.1.1.5.	POROSIDAD DE LOS RESIDUOS COMPACTADOS.....	22
7.2.	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	23
7.2.1.	ANÁLISIS FÍSICO.....	24
7.3.	PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	25
8.	MÉTODOS DE DISPOSICIÓN FINAL.....	27
8.1.	TIRADERO A CIELO ABIERTO.....	27
8.2.	RELLENO SANITARIO.....	30
8.3.	USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO.	33
8.4.	COMPOSTEO	34
8.5.	INCINERACIÓN.....	35
8.6.	PIRÓLISIS.....	35
8.7.	RECICLAJE.....	36
9.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	37
9.1.	Villaflores	37
9.1.1.	Ubicación geográfica	37
9.1.2.	Extensión territorial.....	37
9.1.3.	Hidrografía.....	38
9.1.4.	Clima	38
9.1.5.	Geología.....	39
9.1.6.	Edafología	39
9.1.7.	Uso del suelo y vegetación	40
9.1.8.	Uso potencial de la tierra	41
9.1.9.	Principales ecosistemas	41
9.1.10.	Recursos naturales	41
9.1.11.	Población en Villaflores	41
9.1.12.	Edades de la población	41

9.2. Cristóbal Obregón	44
9.2.1. Ubicación geográfica	44
9.2.2. Población.....	44
9.2.4. Edafología	46
9.2.5. Uso de suelo y vegetación	47
10. METODOLOGÍA.....	48
10.1. Selección del tamaño y aleatoriedad de la muestra.	48
10.2. ESTUDIOS APLICADOS.	49
10.2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NMX-AA-061-1985 (GENERACIÓN PER CÁPITA).	49
10.3. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS. 51	
10.3.1. MÉTODO DE CUARTEO. NMX-AA-015-1985	52
RESULTADOS	58
GENERACIÓN DE RSD.	58
GENERACIÓN DE RSU.	60
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.	60
PESO VOLUMÉTRICO	62
RESULTADOS Y CONCLUSIÓN.	63
Referencias	65
ANEXOS.....	67
CEDULAS DE CAMPO.....	67
ENCUESTA	69
ANEXO FOTOGRÁFICO	70
OBSERVACIONES PERSONALES	74
PERSPECTIVA AMBIENTAL.....	77
RESULTADOS SOBRE ENCUESTAS DE PERSPECTIVA AMBIENTAL	78

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1. GENERACIÓN ANUAL DE RSU POR SU TAMAÑO DE LOCALIDAD 2001-2012.....	12
GRAFICA 2. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL 2012.....	20
GRAFICA 3. CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	61
GRAFICA 4. RESULTADOS DE ENCUESTAS SOBRE PERSPECTIVA AMBIENTAL A ALUMNOS DE SECUNDARIA.	78
GRAFICA 5. RESULTADOS DE ENCUESTAS SOBRE PERSPECTIVA AMBIENTAL A ALUMNOS DE PREPARATORIA.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DEFINICIÓN DE LOS RESIDUOS.....	6
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ACUERDO A SU ORIGEN.....	7
TABLA 3. COMPOSICIÓN DE RSU POR SUBPRODUCTOS.	10
TABLA 4. TAMAÑO DE PREMUESTRA SEGÚN NIVELES DE CONFIANZA.....	15
TABLA 5. PROBLEMÁTICA GENERAL DE LOS TIRADEROS A CIELO ABIERTO.....	29
TABLA 6. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, MUNICIPIO DE VILLAFLORES. AÑO 2000.	42
TABLA 7. RESULTADOS DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA.	59
TABLA 8.GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU Y ME.....	60
TABLA 9. COMPOSICIÓN DE LAS FRACCIONES PRINCIPALES DE LOS RSD.....	62
TABLA 10. PESO VOLUMÉTRICO DE LOS RESIDUOS.	62
TABLA 11. FORMATO 1: CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y PESO VOLUMÉTRICO.....	67
TABLA 12. FORMATO 2: TABLA DE CONTROL PARA LA GENERACIÓN PER CÁPITA.....	68
TABLA 13. DATOS OBTENIDOS EN LA ENCUESTAS DE PERSPECTIVA AMBIENTAL (ALUMNOS DE SECUNDARIA).....	78
TABLA 14. DATOS OBTENIDOS DE ENCUESTAS SOBRE PERSPECTIVA AMBIENTAL A ALUMNOS DE PREPARATORIA.	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CUARTEO DE RESIDUOS.....	16
FIGURA 2. MODELO CONCEPTUAL DE UN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS "A CIELO ABIERTO"	28
FIGURA 3. MÉTODO DE TRINCHERA O CELDA EXCAVADA.	31
FIGURA 4. EJEMPLO DE LA OPERACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO CON EL MÉTODO DE TRINCHERA.	31
FIGURA 5. MÉTODO DE ÁREA.....	32
FIGURA 6. EJEMPLO DE LA OPERACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO CON EL MÉTODO DE ÁREA.....	32
FIGURA 7. EJEMPLO DE OPERACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO CON EL MÉTODO DE RAMPA.....	33
FIGURA 8. MAPA DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.	37
FIGURA 9. CLIMAS DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.....	38
FIGURA 10. GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.	39
FIGURA 11. EDAFOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.	40
FIGURA 12. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.	40
FIGURA 13. ÁREA DE ESTUDIO. LOCALIDAD CRISTÓBAL OBREGÓN, EN EL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.	44
FIGURA 14. MAPA DE CLIMAS DE CRISTÓBAL OBREGÓN, VILLAFLORES, CHIAPAS.	45
FIGURA 15. MAPA DE SUELOS DOMINANTES EN CRISTÓBAL OBREGÓN, VILLAFLORES, CHIAPAS.	46
FIGURA 16. MAPA DE USO DE SUELO EN CRISTÓBAL OBREGÓN, VILLAFLORES, CHIAPAS.	47
FIGURA 17. MAPA DE LAS CASAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO.....	48
FIGURA 18. COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR.....	48
FIGURA 19. VISITA Y LABOR DE CONVENCIMIENTO A LOS DOMICILIOS.....	49
FIGURA 20. ETIQUETADO DE BOLSAS PARA LA POSTERIOR ENTREGA EN CADA UNA DE LAS VIVIENDAS DURANTE LOS 6 DÍAS DEL ESTUDIO.	50
FIGURA 21. RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.	50
FIGURA 22. RESIDUOS EN EL CENTRO DE OPERACIÓN Y REPARTICIÓN POR CUADRANTES.....	51

FIGURA 23. PESADAS DE RESIDUOS EN EL CENTRO DE OPERACIÓN.	51
FIGURA 24. RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD) RECOLECTADOS.	52
FIGURA 25. VACIADO DE LOS RESIDUOS RECOLECTADOS EN EL CENTRO DE OPERACIÓN.....	52
FIGURA 26. HOMOGENIZACIÓN DE LOS RESIDUOS RECOLECTADOS POR DÍA.	53
FIGURA 27. DIVISIÓN DE LOS RESIDUOS EN PARTES IGUALES.....	53
FIGURA 28. PESADO DEL CONTENEDOR.....	54
FIGURA 29. LLENADO DE RECIPIENTE.	54
FIGURA 30. PESADO DEL RECIPIENTE CON RESIDUOS.	55
FIGURA 31. SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	55
FIGURA 32. PESADO DE CADA UNO DE LOS SUBPRODUCTOS.	56
FIGURA 33. CAPTURA Y CÁLCULO DE DATOS.	57
FIGURA 34. ENCUESTA REALIZADA EN EL ESTUDIO DE PERSPECTIVA AMBIENTAL	69
FIGURA 35. REUNIÓN PREVIA A COMENZAR LAS ACTIVIDADES.....	70
FIGURA 36. ENCUESTAS Y LABOR DE CONVENCIMIENTO.....	70
FIGURA 37. ETIQUETADO DE BOLSAS.	70
FIGURA 38. RECONOCIMIENTO DEL SITIO Y ENTREGAS A HOGARES ALEATORIAMENTE.	71
FIGURA 39. RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD)	71
FIGURA 40. SITIO DE TRABAJO.	71
FIGURA 41. EQUIPOS CON LOS RESIDUOS DE SUS RESPECTIVOS CUADRANTES.....	71
FIGURA 42. PESADO DE BOLSAS POR HOGAR.....	72
FIGURA 43. HOMOGENIZACIÓN DE LOS RESIDUOS.	72
FIGURA 44. MÉTODO DE CUARTEO.....	73
FIGURA 45. LLENADO DEL RECIPIENTE PARA PESO VOLUMÉTRICO.	73
FIGURA 46. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (SEPARACIÓN DE SUBPRODUCTOS)...	73
FIGURA 47. UNO DE LOS TANTOS USOS QUE LE DAN AL EFLUENTE CERCAÑO A LA LOCALIDAD.	74
FIGURA 48. ACCIONES DE LIMPIEZA AL PARQUE POR PARTE DE TRABAJADORES.	75
FIGURA 49. LABORES DE LIMPIEZA POR PARTE DE LOS POBLADORES.....	75
FIGURA 50. ENCUESTA SOBRE PERCEPCIÓN AMBIENTAL REALIZADA A ALUMNOS DE DIFERENTES GRADOS ESCOLARES.....	77

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha habido un incremento en la generación de residuos sólidos en nuestro país, esto debido a factores como el crecimiento poblacional, el desarrollo urbano, cambios en los hábitos de consumo y las actividades productivas, sin mencionar muchos más. Las alteraciones al ambiente provocadas por la cantidad de residuos generados en las grandes ciudades, traen como consecuencia diversos cambios que afectan el nivel de vida de determinadas zonas y desencadenan efectos que pueden resultar perniciosas para la salud humana y el ambiente (Colmer & Gallardo, 2007).

En el artículo décimo de la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final. Así mismo en su artículo décimo octavo define una subclasificación en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Cada día que pasa, la producción de residuos va creciendo exageradamente, originando una problemática ambiental como la contaminación a recursos naturales (agua, suelo, aire) y la contaminación visual entre otros; todo esto se genera debido a que no son arrojados a fuentes hídricas, terrenos no poblados, o simplemente en lugares no apropiados, generando la alteración paisajística y de ecosistemas y en consecuencia, afectando a la salud, causando un deterioro en la calidad de vida de las comunidades y una alteración a los recursos naturales (Napabé, 2016).

Para el estado de Chiapas, la disposición final se lleva a cabo casi en su totalidad en tiraderos a cielo abierto donde no existe infraestructura y métodos de control para prevenir la contaminación ambiental. Como uno de los primeros pasos para revertir esta situación, se visualiza la realización de estudios

preliminares que permitan generar la información necesaria para emprender cualquier proyecto relacionado con el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU). Es así, que los estudios de generación y caracterización toman gran relevancia al obtenerse a partir de ellos, parámetros muy importantes como son la generación per cápita, el volumen de residuos, su composición y el peso volumétrico de los mismos, datos sin duda necesarios en la proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final (Escamirosa, Castañeda, & Quintal Franco, 2001).

2. JUSTIFICACIÓN

El manejo inadecuado de los residuos sólidos genera una problemática a nivel mundial, de acuerdo a una investigación realizada por World Watch Institute (2015), el aumento de la prosperidad creados anualmente para el año 2025, si bien algunos de los residuos se reciclan, la duplicación de los residuos que las proyecciones actuales indican el volumen de residuos pasará de 1,3 mil millones de toneladas actuales por año a 2,6 mil millones de toneladas, desafiando a la gestión ambiental y de salud pública en las ciudades del mundo.

Cada año se generan en México alrededor de 40 millones de toneladas de residuos, de las cuales, 35.3 millones corresponden a residuos sólidos urbanos y se estima que entre 5 y 6 millones de toneladas a residuos peligrosos. La disposición inadecuada de los residuos peligrosos provoca diferentes afectaciones a los ecosistemas. En el año 2004 se identificaron en el país 297 sitios contaminados con residuos peligrosos, de los cuales 119 fueron caracterizados y 12 se encuentran en proceso de rehabilitación.

En materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en el Estado de Chiapas se producen por día 3,955 toneladas de residuos sólidos, con una generación per-cápita de 865 gr. de basura al día (PEPGIRS, 2010); lo que significa que cada persona genera al menos 865 gramos de basura al día aproximadamente; el 75% son residuos sólidos urbanos; de estos, solo se recolectan en promedio 52% que son generados principalmente en las cabeceras y en las comunidades de mayor tamaño cercanas a estas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de las localidades del Estado de Chiapas no cuentan con sitios de disposición final adecuados, esto provoca que realicen la actividad de tirar la basura en tiraderos a cielo abierto, los cuales no cuentan con la infraestructura y métodos que permitan la prevención de la contaminación en los recursos como el agua, suelo y aire, debido a que el manejo inadecuado de los residuos sólidos producidos en los hogares son los que causan la contaminación de los recursos principalmente del suelo, además son generadores de malos olores y de fauna nociva, fuente de riesgo para el ser humano y para los ecosistemas en general (Vaqueiro, 2011).

Cristóbal Obregón se localiza en el Municipio Villaflores del Estado de Chiapas, México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud: -93.446111 y Latitud: 16.428056. La localidad se encuentra a una mediana altura de 660 metros sobre el nivel del mar. Localidad donde los habitantes no tienen un manejo adecuado para depositar los residuos domiciliarios que son generados diariamente en sus hogares, por ello optan por quemarlos y enterrarlos, o depositarlos en terrenos baldíos, situando en peligro el deterioro del ambiente, así como también el riesgo de generar enfermedades. La problemática principal radica en que los residuos al ser quemados, emiten diferentes tipos de contaminantes que afectan directamente a la atmósfera o al depositarlos en cuerpos de agua alteran la calidad de este vital líquido. Así como también al ser acumulados en los hogares generan la proliferación de fauna nociva producto de la descomposición, además de provocar malos olores. Actualmente la localidad no cuenta con un relleno sanitario y los residuos sólidos son depositados en un área frente al panteón de la localidad sin un tratamiento previo ni un manejo adecuado en la colocación de los residuos. Inclusive cerca del área donde se depositan los residuos, hay un río contaminado por desechos.

4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo general

Realizar un estudio de Generación y Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios producidos en la localidad Cristóbal Obregón, municipio de Villaflores, Chiapas.

4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios.
- Cuantificar los principales sub-productos de los residuos sólidos domiciliarios.
- Obtener el peso volumétrico.
- Determinar la generación per cápita de los RS.

5. MARCO TEÓRICO.

5.1. Definición básica de los residuos y su clasificación

Residuo Sólido

Tabla 1. Definición de los residuos.

Fuente	Definición
LGEEPA, 2012	Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
(LGPGIR, 2015)	Los residuos son materiales o productos 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
(SEDESOL, 2001)	Son generados como resultado de las actividades que realiza la población para su subsistencia y para la obtención de insumos en los diferentes sectores productivos, como son el comercio, la industria, el sector agropecuario y el de servicios

Fuente 1. Tomado de LGEEPA, LGPGIR Y SEDESOL.

5.2. Clasificación de los residuos sólidos.

La gran diversidad y heterogeneidad de los residuos sólidos dificulta el establecimiento de criterios claros de clasificación y, por tanto, de manejo de los mismos. En la Tabla No. 2 se plantea una clasificación en la que se utiliza la fuente genérica del origen del residuo, las fuentes específicas y los residuos que son generados en esas fuentes, desglosándolos en residuos comunes, residuos potencialmente peligrosos por su forma de manejo y disposición o por su contenido de materiales peligrosos y residuos peligrosos que es factible encontrar en los residuos sólidos (Cortinas, 1999).

Tabla 2. Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo a su origen.

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.		
Fuente	Origen específico	Tipos de residuos
Domiciliarios	Casas habitación	Clasificación de residuos comunes por propiedades físicas:
Institucionales	Escuelas básicas (preescolar a secundaria). Educación preparatoria y Superior. Museos. Iglesias. Oficinas de gobierno. Patrimonio histórico. Bancos. Reclusorios.	*Materiales inertes Vidrio. Plástico. Enseres domésticos. Material ferroso. Chicharas. Material no ferroso. *Materiales fermentables Residuos alimenticios. Residuos de jardinería. Hueso.
Áreas y vías públicas	Calles y avenidas. Carreteras federales estatales. Áreas abiertas. Zonas federales. Balnearios. Zoológicos. Playas. Áreas arqueológicas. Parques nacionales. Mercados, tianguis y centros de abasto. Hoteles y moteles. Oficinas. Rastros. Panteones. Restaurantes Tiendas.	*Materiales combustibles. Algodón. Papel. Cartón. Tetrapak y tetrabrik. Textiles naturales. Textiles sintéticos. Pañales. Madera. Residuos industriales no peligrosos (') Residuos industriales peligrosos (''): Llantas. Lodo. Excremento. Secreciones. Materiales empapados de sangre. Aceites y grasas. Autos abandonados. Equipos de refrigeración, electrónicos y otros animales muertos.

Comerciales y de servicios	Presentaciones artísticas. Circos. Cines Teatros. Estadios. Hipódromos y galgódromos. Parques deportivos. Autódromos. Velódromos. Plaza de toros. Frontón	Residuos peligrosos: Los que sean considerados como tales en la normatividad correspondiente y provenientes de micro generadores. Otros: Cascajo.
Construcción y demolición	Terminales: Marítimas. Terrestres. Aéreas.	

Fuente 2. Toledo Lázaro, 2016

(') No corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables.

(") Por su forma de manejo y disposición o por su contenido de materiales peligroso.

Por otro lado, existe otra clasificación de acuerdo al manejo que debe darse a cada uno:

- Residuos Sólidos Urbanos (RSU)
- Residuos de Manejo Especial (RME)
- Residuos Peligrosos.

5.2.1. Residuos sólidos urbanos (RSU).

Son todos aquellos que son 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 (LGPGIR, 2015).

5.2.2. 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 (LGPGIR, 2015).

La ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal establece, en su artículo 3 apartado XXX, que se considera como Residuo de Manejo Especial “a los que requieren sujetarse a planes de manejo específicos con el propósito de seleccionarlos, acopiarlos, transportarlos, aprovechar su valor o sujetarlos a tratamiento o disposición final de manera ambientalmente adecuada y controlada”.

Algunos ejemplos de este tipo son: Jardinería; transporte; vialidades; tiendas departamentales, centros comerciales centrales de abasto y similares; centros de readaptación social; materiales de construcción y demolición (Lázaro, 2016).

5.2.3. 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 (LGPGIR, 2015)”.

La norma técnica de residuos sólidos 1 terminología (NTRS-1) expone tres conceptos de interés en materia de Residuos Peligrosos:

- Residuos Incompatibles: Aquellos que al combinarse y/o mezclarse producen reacciones violentas o liberan sustancias peligrosas.
- Resido Peligroso: todo aquel que, por sus características físicas, químicas y biológicas, representen desde su generación daño para el ambiente.
- Residuo Potencialmente Peligroso: todo aquel que por sus características físicas, químicas y biológicas puedan representar un daño para el ambiente.

En la corriente de Residuos Sólidos Urbanos algunos residuos peligrosos que se pueden señalar son:

- Residuos de servicio de salud (hospitales, clínicas, laboratorios, etc.)
- Pilas.
- Equipos de comunicación.

- Balastros.
- Restos de pinturas.
- Aceites.
- Grasas.
- Residuos de rocas.
- Residuos de servicio de transporte.
- Restos de servicios de mantenimiento y mecánicos.
- Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Residuos de construcción.
- Residuos tecnológicos.
- Restos de plantas, laboratorios y centros químicos y biológicos.
- Productos químicos y biológicos.

5.3. Generación de residuos sólidos.

Es la acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo (LGPGIR, 2015). La generación de residuos existe en todos los ámbitos donde nos desarrollamos (el hogar, la industria, el comercio), empieza con el uso de productos termina cuando el producto que adquirimos lo consideramos sin valor y los tiramos.

Conocer la composición es importante para realizar un manejo adecuado basado en la valorización de los residuos. En el 2011 se realizó un censo nacional de RSU, proveniente de los Gobiernos Municipales y delegaciones de México obteniendo los subproductos mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Composición de RSU por Subproductos.

Categoría	Subproductos	Porcentaje
Susceptibles de aprovechamiento 39.57 %	Cartón	6.54
	Papel	6.20
	Material ferroso	2.09
	Material no ferroso	0.60
	Plástico rígido y de película	7.22
	Envase de cartón	1.50

	encerado	
	Fibras sintéticas	0.90
	Poliestireno expandido	1.65
	Lata	1.21
	Vidrio de color	2.28
	Vidrio transparente	2.55
	Poliuretano	2.80
Orgánicos 37.97 %	Fibra dura vegetal	0.67
	Residuos alimenticios	25.57
	hueso	0.59
	Residuos de jardinería	9.38
	madera	1.25
Otros 22.46%	Pañal desechable	6.52
	Algodón	0.70
	Trapo	3.57
	Loza y Cerámica	0.55
	Material de construcción	1.46
	varios	5.90
	Total	

Fuente 3. Extraída de (INECC/SEMARNAT, 2013).

Disminuir la generación de residuos es difícil, entre otras cosas; por los hábitos de consumo de las personas que están influenciados por los medios de comunicación para adquirir productos desechables.

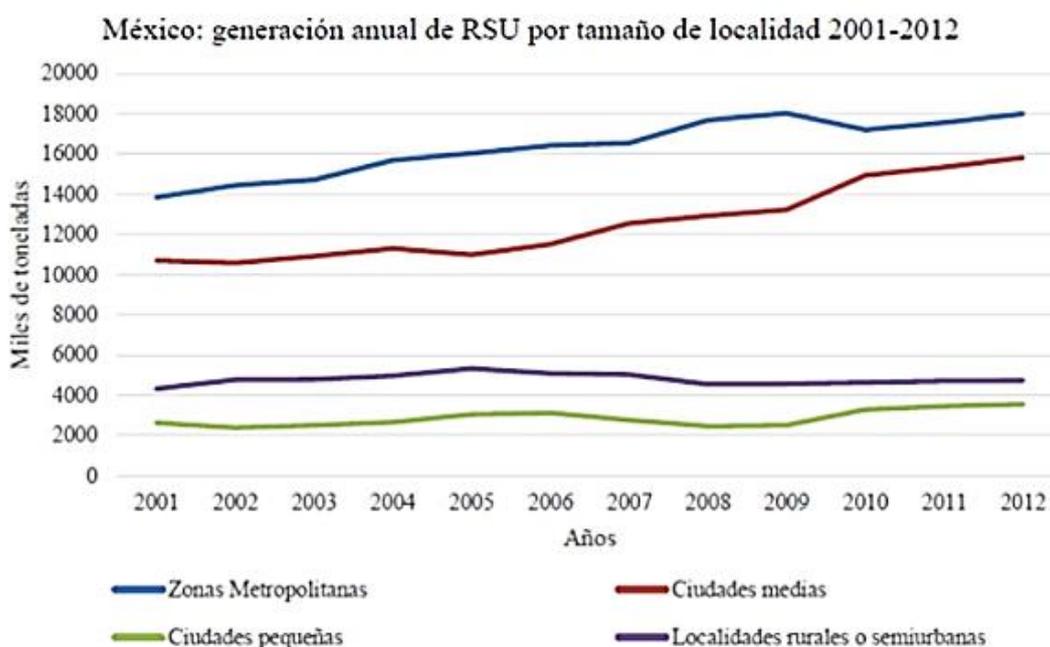
Durante el año 2012, en México se generaron 42,1 millones de toneladas de RSU anuales, lo que equivale a 0,99 kilogramos diarios per cápita (SEMARNAT, 2012) 15% más que en el año 2000. En los últimos años la generación de estos residuos se ha incrementado en más del 90% pasando de 21,9 millones de toneladas en 1992 a 42,1 millones de toneladas en el 2012 (Jiménez, 2015).

Sin embargo, se encuentran diferencias significativas en la generación de RSU según el tamaño de la localidad (Gráfica 1). Podemos observar que el mayor crecimiento en la generación de residuos se experimenta en las ciudades medias y en las zonas metropolitanas, localidades que han presentado esta tendencia desde el 2001. Esta situación apunala lo señalado a niveles internacionales, sobre la relación que existe entre las grandes ciudades y una

mayor producción de residuos sólidos en comparación con las ciudades pequeñas.

Por otra parte, en cuanto a la generación per cápita, los datos permiten observar que dicho indicador fue en 2012 de 1 kg/hab-día en los municipios mayores a 100 mil habitantes, es decir, en estos espacios urbanos la generación por persona fue superior a la media nacional. Esta tendencia se venía presentando con anterioridad: en 2004 los habitantes de entidades muy urbanizadas como el Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México y Baja California generaban más de 1 kg/hab-día, a diferencia de los pobladores de Estados menos urbanizados como Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, Zacatecas y Tlaxcala, quienes en promedio no superaron los 700 gramos diarios (SEMARNAT, 2012).

Grafica 1. Generación anual de RSU por su tamaño de localidad 2001-2012.



Fuente 4. Jiménez con base en SEMARNAT (2012).

Este indicador muestra diferencias interregionales significativas: la mayor generación per cápita se encuentra en la región Noroeste con 1,514 kg/hab-día, en segundo lugar se encuentra la región Noreste con 0,839 kg/hab-día,

enseguida la región Sureste con 0,777 kg/hab-día, la región Occidente con 0,669 kg/hab-día, la región Centro con 0,655 kg/hab-día y finalmente la región Sur con 0,332 kg/hab-día (INECC-SEMARNAT, 2012, pág. 18).

Que en las regiones Noroeste y Noreste se genere la mayor cantidad de residuos por habitante cobra completo sentido cuando recordamos que la mayoría de las Entidades que conforman dichas regiones integran la frontera norte de México: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Se trata de una zona que se ha caracterizado por la presencia de un sector industrial maquilador que ha detonado un crecimiento poblacional superior al nacional en los municipios fronterizos y un importante desarrollo económico (INE, 2015). Al mismo tiempo, la vecindad con Estados Unidos ha sido un campo fecundo para el intercambio de patrones culturales, de consumo, modos de vida y bienes, lo que ha contribuido al incremento en la generación de desechos.

Mientras tanto, la modesta tasa de generación per cápita en la región sur se explica porque ahí se agrupan las tres Entidades Federativas clasificadas con grado de marginación muy alto: Guerrero, Chiapas y Oaxaca, y Veracruz, una de las ocho Entidades con grado de marginación alto. Estas Entidades forman una región caracterizada por un cúmulo de desventajas: rezago educativo, carencias en las condiciones de la vivienda, ingresos insuficientes y residencia en localidades pequeñas, fenómeno persistente en esta zona del país (CONAPO, 2010).

6. ESTUDIOS APLICABLES

6.1. Generación de residuos sólidos.

6.1.1. **NMX - AA -061-1985** (*Generación per cápita*).

Para determinar la generación per cápita de los residuos sólidos provenientes de casas habitación como en otro tipo de fuentes, excepto las industriales, se ha de emplear la **NMX-AA-61-1985**.

Dentro de la norma se hace aclaración que se parte de un muestreo estadístico aleatorio, utilizando un muestreo descrito en el método de cuarteo (**NMX-AA-15-1985**).

Procedimiento de campo

1. Información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de 7 días más 1 día de "operación purga", para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población.
2. Selección del nivel de confianza con que se realiza el muestreo con base en: conocimiento de la localidad, calidad técnica del personal participante, facilidad para realizar el muestreo, características de la localidad a muestrear, etc.
3. Se define el tamaño de la premuestra, a partir del nivel de confianza seleccionado.
4. Delimitar y ubicar el universo de trabajo (300 a 500 casas) en un plano actualizado de la localidad, acorde con el estrato socioeconómico por muestrear.
5. Recorrer la zona seleccionada, visitando a los habitantes de las casas seleccionadas para explicarles la razón del muestreo y captar la información general que se indica en la hoja encuesta, además de entregar una bolsa de polietileno y el folleto explicativo referente al estudio por realizar.

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

6. Visitar nuevamente las casas seleccionadas el primer día que se realiza el período de muestreo, lo más temprano posible, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados antes de ese día. Esto es una operación limpieza, para garantizar que el residuo generado después de ella corresponde a un día. Se entrega una nueva bolsa.
7. A partir del segundo al séptimo día del período de muestreo se recogen las bolsas conteniendo los residuos generados el día anterior y a su vez se entrega una nueva bolsa. Al octavo día sólo se recogen las bolsas con los residuos generados el día anterior.
8. Para obtener el valor de la generación per cápita de residuos sólidos en kg/habitante-día correspondiente a la fecha en que fueron generados, se divide el peso de los residuos entre el número de habitantes de la casa.

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 muestra, calculando el tamaño real de la muestra para tener un análisis confiable.

6.2. Caracterización de residuos sólidos.

6.2.1. **NMX-AA-015-1985** (Método de cuarteo).

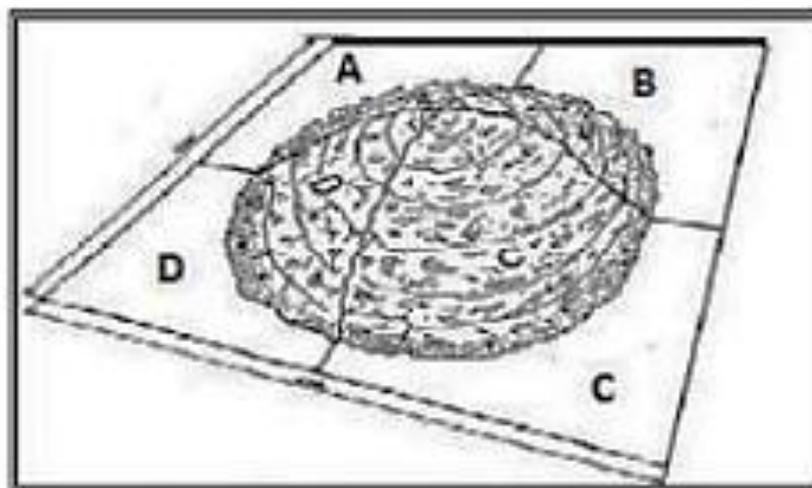
La **NMX-AA-15-1985**, referente a la forma de realizar un muestreo para residuos sólidos municipales, establece el método de cuarteo para las

diferentes determinaciones de campo. El objetivo es contar con residuos de características homogéneas.

Procedimiento.

1. Para realizar el cuarteo, se toman los residuos sólidos, resultados del muestreo para el estudio de generación.
2. El contenido se vacía formando un montón o pila sobre un área plana horizontal de 4m por 4m.
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 (Figura 1).

Figura 1. Cuarteo de residuos.



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.

6.2.2. NMX-AA-019-1985 (Peso volumétrico in situ).

Para determinar el peso volumétrico In situ, de las muestras de basura sin compactar procedentes de domicilios y comercios, se deben tomar los residuos eliminados de la primera operación de cuarteo.

Para efectuar esta determinación se requieren cuando menos dos personas.

Procedimiento.

1. Verificar que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras (tambos metálicos con capacidad de 200 l).
2. Se pesa el recipiente.
3. Se llena el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo. Golpear el recipiente contra el suelo tres veces, dejándolo caer desde una altura de 10 cm.
4. Nuevamente se agregan residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar.
5. Se debe obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente con éstos y se resta el valor de la tara.
6. El peso volumétrico del residuo se calcula mediante:

$$Pv = P / V = \text{kg/m}^3$$

Donde:

Pv = Peso volumétrico del residuo sólidos, en kg/m^3

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

V = Volumen del recipiente, en m^3

6.2.3. NMX-AA-022-1985 (CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS).

OBTENCIÓN DE LA MUESTRA.

La muestra se extrae como se establece en la Norma Mexicana **NMX-AA-15-1985** y se toman como mínimo 50 Kg, que procede de las áreas del primer cuarteo que no fueron eliminadas.

PROCEDIMIENTO.

Con la muestra ya obtenida, se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotar, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Algodón
- Cartón
- Cuero
- Residuo fino (todo material que pase la criba M 2.00)
- Envase de cartón encerado

- Fibra dura vegetal (esclerénquima)
- Fibras sintéticas
- Hueso
- Hule
- Lata
- Loza y cerámica
- Madera
- Material de construcción
- Material ferroso
- Material no ferroso
- Papel
- Pañal desechable
- Plástico rígido y de película
- Poliuretano
- Poliestireno expandido
- Residuos alimenticios
- Residuos de jardinería
- Trapo
- Vidrio de color
- Vidrio transparente
- Otros.

6.2.3.1. CUANTIFICACIÓN.

Los subproductos ya clasificados se pesan por separado en la balanza granataria y se anota el resultado en la hoja de registro.

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente expresión:

$$PS = \frac{G1}{G} * 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

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

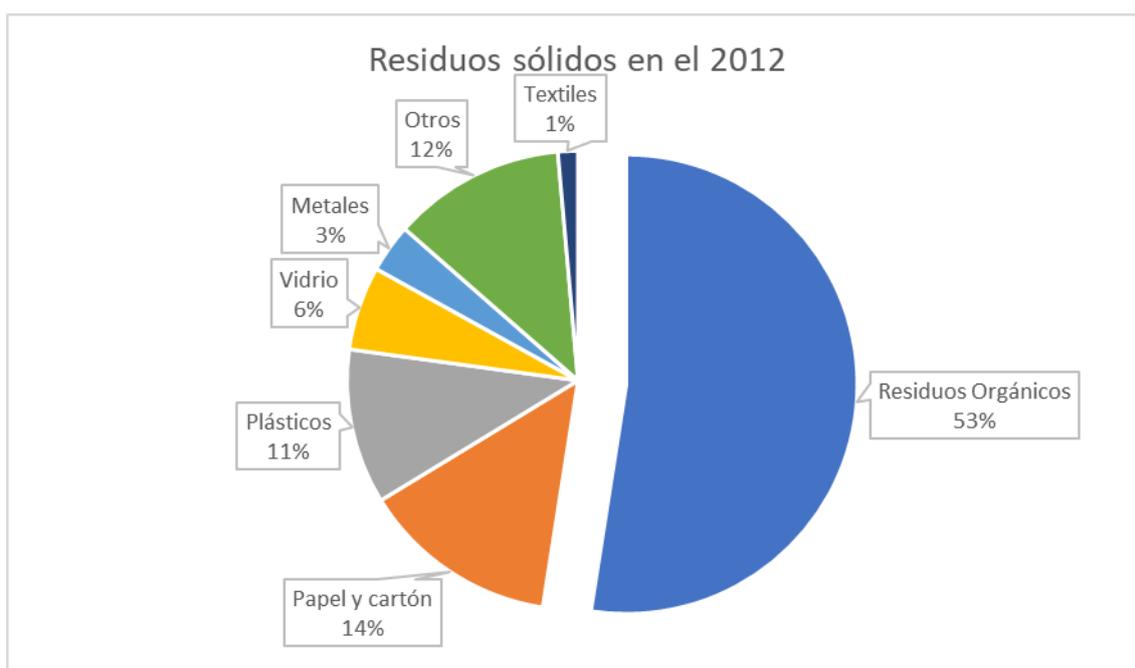
G = Peso total de la muestra (mínimo 50 Kg).

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (*H*). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

7. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La composición de los RSU en México en el 2012 era 52,4% de residuos orgánicos (residuos de comida, jardín, etcétera); el 34% de residuos potencialmente aprovechables (13,8% desechos de papel y cartón, 10,9% plásticos, 5,9% vidrio y 3,4% metales); y el 13,6% restante se integraba de otros residuos (12,1%) y textiles (1,4%) (SEMARNAT, 2012).

Grafica 2. Composición de los residuos sólidos en el 2012.



Fuente 5. (Jiménez, 2015) con base a (SEMARNAT, 2012).

7.1. PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los RSU, y las transformaciones que pueden afectar a la forma y composición de los mismos, deben tenerse en cuenta para desarrollar y diseñar sistemas de gestión integrada de residuos sólidos.

7.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Las características físicas más importantes de los RSU incluyen: peso específico; contenido de humedad; tamaño de partícula y distribución del tamaño; capacidad de campo y porosidad de los residuos compactados.

7.1.1.1. PESO ESPECÍFICO.

El peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (por ejemplo, kg/m³). Como el peso específico de los RSU frecuentemente se refiere a residuos sueltos, encontrados en los contenedores, no compactados, compactados, etc., la base utilizada para los valores presentados debe ser citada siempre. Los datos sobre el peso específico a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados.

Los residuos sólidos urbanos, tal como se entregan por los vehículos de compactación, se ha comprobado que varían desde 178 kg/m³ hasta 415 kg/m³, con un valor típico de aproximadamente 300 kg/m³.

7.1.1.2. CONTENIDO DE HUMEDAD.

El contenido de humedad de los residuos sólidos se puede expresar de dos formas.

En el método de medición peso-húmedo, la humedad de una muestra se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo; en el método peso-seco, se expresa como un porcentaje del peso seco del material. El primer método se usa más frecuentemente en el campo de la gestión de residuos sólidos, y en forma de ecuación, se expresa de la forma siguiente:

$$M = (w - d/w)100$$

Donde:

M = Contenido de humedad porcentaje.

w = Peso inicial de la muestra según se entrega (kg).

d = Peso de la muestra después de secarse a 105°C (kg).

Para la mayoría de los RSU, el contenido de humedad variará entre el 15 y el 40%, según la composición de los residuos, la estación del año y las condiciones de humedad y meteorológicas; particularmente la lluvia.

7.1.1.3. TAMAÑO DE PARTÍCULA Y DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO.

El tamaño y la distribución del tamaño de los componentes de los materiales en los residuos sólidos son una consideración importante dentro de la recuperación de materiales, especialmente con medios mecánicos, como cribas, trómel y separadores magnéticos. El tamaño de un componente puede definirse mediante una de las siguientes medidas:

$$Sc = l$$

$$Sc = (l + w)^{1/2}$$

$$Sc = (l + w + h)^{1/3}$$

Donde:

Sc = Tamaño del componente (mm).

w = Ancho (mm).

l = Largo (mm).

h = Altura (mm).

Basándose en una sola medida lineal ($Sc = l$), el tamaño medio de los componentes individuales encontrados en los RSU domésticos está entre 178 y 203 mm.

7.1.1.4. CAPACIDAD DE CAMPO.

La capacidad de campo de los residuos sólidos es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad. La capacidad de campo de los residuos es de una importancia crítica para determinar la formación de lixiviados en los vertederos. El exceso de agua sobre la capacidad de campo se emitirá en forma de lixiviado. La capacidad de campo varía con el grado de presión aplicada y el estado de descomposición del residuo. La capacidad de campo de los residuos no seleccionados y no compactados de orígenes domésticos y comerciales está en la gama del 50 al 60 %.

7.1.1.5. POROSIDAD DE LOS RESIDUOS COMPACTADOS.

La conductividad hidrológica de los residuos compactados es una propiedad física importante que, en gran parte, gobierna el movimiento de líquidos y

gases dentro de un vertedero. El coeficiente de permeabilidad se expresa como:

$$K = Cd^2 \gamma / \mu = k \gamma / \mu$$

Donde:

K = Coeficiente de permeabilidad.

C = Constante sin dimensiones o factor de forma.

d = Tamaño medio de los poros.

γ = Peso específico del agua.

μ = Viscosidad dinámica del agua.

k = Permeabilidad intrínseca.

El término Cd^2 se conoce como permeabilidad intrínseca (o específica), que depende solamente de las propiedades del material sólido, incluyendo la distribución de los tamaños de poro, la complejidad, la superficie específica y la porosidad. Los valores típicos de la permeabilidad intrínseca de los residuos sólidos compactados en un vertedero se encuentran dentro de la gama: 10^{-11} y 10^{-12} m^2 en la dirección vertical y unos 10^{-10} m^2 en la dirección horizontal.

7.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los RSU es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Por ejemplo, la viabilidad de la incineración depende de la composición química de los residuos sólidos. Normalmente, se puede pensar que los residuos son una combinación de materiales semihúmedos combustibles y no combustibles. Si los residuos sólidos van a utilizarse como combustible, las cuatro propiedades más importantes que es preciso conocer son:

1. Análisis físico.
2. Punto de fusión de las cenizas.
3. Análisis elemental de los componentes de los residuos sólidos.
4. Contenido energético de los componentes de los residuos sólidos.

Cuando la fracción orgánica de los RSU se va a compostar o se va a utilizar como alimentación para la elaboración de otros productos de conversión biológica, no solamente será importante tener información sobre los elementos mayoritarios que componen los residuos, sino también será importante tener información sobre los elementos en cantidades traza que se encuentran en los mismos.

7.2.1. ANÁLISIS FÍSICO.

El análisis físico para los componentes combustibles de los RSU incluye los siguientes ensayos:

- 1.- Humedad (pérdida de humedad cuando se calienta a 105 °C durante una hora).
- 2.- Materia volátil combustible (pérdida de peso adicional por ignición a 950°C en crisol cubierto).
- 3.- Carbono fijo (rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil).
- 4.- Ceniza (peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto).

7.2.2. PUNTO DE FUSIÓN DE LAS CENIZAS.

El punto de fusión de la ceniza se define como la temperatura en la que la ceniza resultante de la incineración de residuos se transforma en sólido (escoria) por la fusión y la aglomeración. Las temperaturas típicas de fusión para la formación de escorias de residuos sólidos oscilan entre 1.100°C y 1.200°C.

7.2.3. ANÁLISIS ELEMENTAL DE LOS COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

El análisis elemental de un residuo normalmente implica la determinación del porcentaje de C (carbono), H (hidrógeno), O (oxígeno), N (nitrógeno), S (azufre) y ceniza. Debido a la creciente preocupación por la emisión de compuestos clorados durante la combustión, frecuentemente se incluye la determinación de halógenos en el análisis elemental. Los resultados se utilizan para caracterizar la composición química de la materia orgánica en los RSU y para definir la mezcla correcta de materiales residuales necesaria para conseguir relaciones C/N aptas para los procesos de conversión biológica.

7.2.4. CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

El contenido energético de los componentes orgánicos en los RSU se puede determinar 1) utilizando una caldera a escala real como calorímetro, 2) utilizando una bomba calorimétrica de laboratorio, y 3) por cálculo, si se conoce la composición elemental. Por las dificultades que existen para instrumentar una caldera a escala real, la mayoría de los datos sobre el contenido de energía de los componentes orgánicos de los RSU están basados en los resultados de ensayos con una bomba calorímetro.

La ecuación correspondiente para kJ/kg en una base seca y libre de cenizas es:

KJ/kg (residuos desechados) (100 /100--% humedad--% ceniza).

7.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Quizás, la característica biológica más importante de la fracción orgánica de los RSU es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. La producción de olores y la generación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en los RSU (por ejemplo, residuos de comida).

7.3.1. BIODEGRADABILIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

El contenido en sólidos volátiles (SV), determinado a 550°C, se ha usado frecuentemente como una medida de la biodegradabilidad de la fracción orgánica de los RSU. Sin embargo, el uso de SV para la descripción de la fracción orgánica de los RSU es erróneo, porque algunos de los constituyentes orgánicos de los RSU son altamente volátiles pero bajos en biodegradabilidad (por ejemplo, el papel de periódico y algunos recortes de plantas). Alternativamente, se puede usar el contenido de lignina de un residuo para estimar la fracción biodegradable, mediante la reacción siguiente:

$$BF = 0.83 - 0.028 LC$$

Donde:

BF = Fracción biodegradable expresada con base a los sólidos volátiles (SV).

0.83 = Constante empírica.

0.028 = Constante empírica.

LC = Contenido de lignina de los SV expresado como un porcentaje en peso seco.

La velocidad a la que los diversos componentes pueden ser degradados varía notablemente. Con fines prácticos, los componentes principales de los residuos orgánicos en los RSU a menudo se clasifican como de descomposición rápida y lenta (Nadales, 2015).

8. MÉTODOS DE DISPOSICIÓN FINAL.

8.1. TIRADERO A CIELO ABIERTO.

Los sitios de disposición final de residuos sólidos que no fueron planeados técnicamente, se conocen comúnmente como tiraderos "a cielo abierto". Estos sitios básicamente, son terrenos en donde se depositan y acumulan los residuos sólidos municipales sin ningún control técnico sanitario y operativo, así como la ausencia de obras de infraestructura para minimizar los impactos negativos al ambiente. En muchos casos estos sitios se localizan cerca de los asentamientos humanos; en la ribera de los ríos, arroyos, manglares y otros cuerpos de agua; a un lado de las carreteras, caminos vecinales y/o en terrenos con características inadecuadas, debido a que únicamente se considera la cercanía y la disponibilidad de espacio libre para el depósito de los residuos.

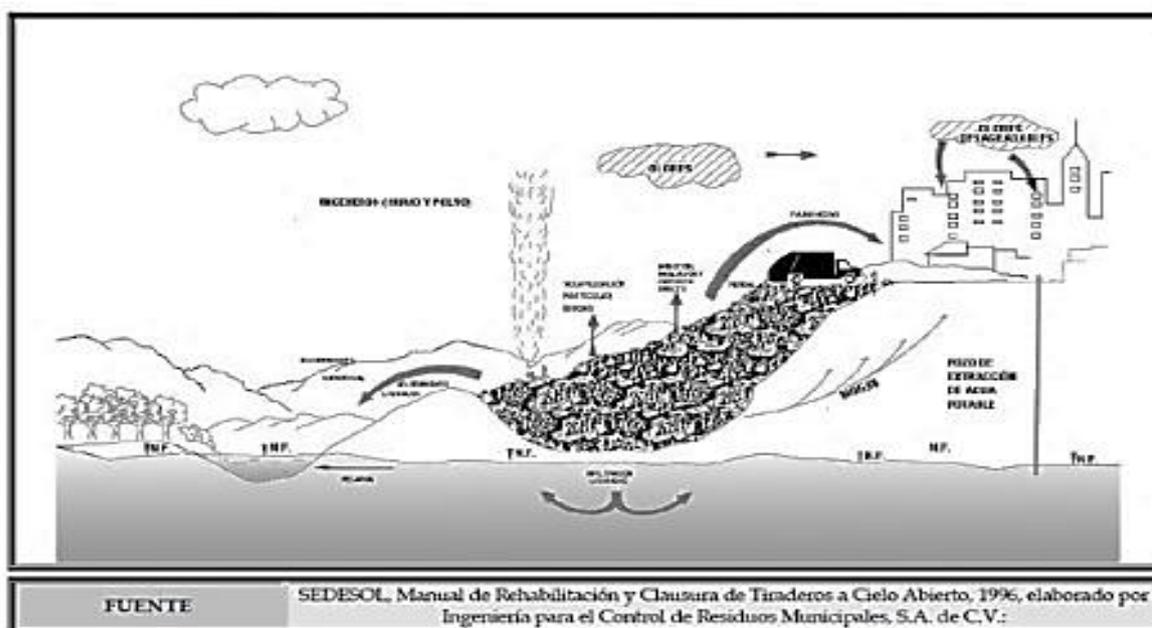
Uno de los problemas asociados a la presencia de tiraderos a cielo abierto, es que, ante la falta de control del ingreso de los residuos, en la mayoría de los casos, estos sitios se convierten en puntos clave para el depósito ilegal de residuos peligrosos, lo cual provoca que en estos sitios se agrave aún más los efectos de contaminación ambiental y de riesgo a la salud humana.

Tomando en consideración la información generada por la Secretaría de Desarrollo Social, a través de la Dirección de Residuos Sólidos, se estima que, de 100 ciudades medias de nuestro país, sólo un 27% cuentan con relleno sanitario o sitios controlados y en el resto de las ciudades los residuos son depositados en tiraderos "a cielo abierto", sin el control sanitario y ambiental requerido. Estas cifras muestran que aún existe un importante rezago en la aplicación de técnicas sanitarias que minimicen los inconvenientes del depósito a cielo abierto, por lo que es impostergable el establecimiento de mecanismos para la asignación de recursos técnicos y económicos que permitan prestar la atención a la problemática expuesta.

Para comprender la interrelación que hay entre la inadecuada disposición final de los residuos sólidos municipales, el ambiente y la salud humana, es preciso establecer un Modelo Conceptual General del Sitio de Disposición Final, que permita visualizar y determinar las diferentes fuentes y tipos de contaminación,

así como los mecanismos de transporte de los mismos hacia las áreas circundantes y el hombre. En la Figura 2. Se presenta el Modelo Conceptual General de un tiradero a cielo abierto, tomando como base las características típicas que normalmente presentan la mayoría de estos sitios en nuestro país.

Figura 2. Modelo conceptual de un sitio de disposición final de residuos sólidos "a cielo abierto".



La existencia de tiraderos "a cielo abierto" trae consigo diversos problemas ambientales y de salud pública que se manifiestan a través de la contaminación del aire provocada por los incendios dentro de los tiraderos y la dispersión de papeles, plástico y polvo por efecto del viento, afectando el paisaje y a los asentamientos humanos y colonias que están asentados cerca de los basureros. En los tiraderos no controlados se generan gran cantidad de microorganismos patógenos y se favorece la proliferación de diversos organismos vectores de enfermedades. Otro aspecto negativo que afecta al ambiente y por ende al hombre es la generación de lixiviados que contaminan los arroyos, los ríos superficiales y las corrientes de agua subterráneas. Con la intención de evitar los efectos negativos que los residuos causan al ambiente y al hombre cuando la disposición final se hace en tiraderos "a cielo abierto", se considera de vital importancia llevar a cabo una serie de acciones para reubicar los basureros actuales en áreas alejadas de la mancha urbana y de los cuerpos

de agua, así como en sitios cuyo suelo y subsuelo sean impermeables (SEDESOL, 2001).

Deben buscarse diversas alternativas de tratamiento y reciclamiento y a los residuos no aprovechables se les debe confinar en rellenos sanitarios (sistemas controlados). En el Cuadro 1 se resumen los principales problemas y sus causas derivados de la existencia de tiraderos de residuos sólidos municipales "a cielo abierto".

Tabla 5. Problemática general de los tiraderos a cielo abierto.

Principales problemas	Causas
DETERIORO DEL PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de residuos sólidos sin cobertura cerca de carreteras, caminos vecinales, asentamientos humanos y arroyos. • Incendios, dispersión de materiales ligeros y polvos.
CONTAMINACIÓN DEL AIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Olores desagradables propios de la descomposición de los residuos sólidos. • Incendios y suspensión de partículas. • Generación de gases tóxicos y humos.
CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicados en sitios de suelos permeables. • Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados. • Falta de cobertura diaria y final. • Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterráneo. • Carencia de obras de desvío de aguas pluviales.
CONTAMINACIÓN DEL SUELO	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicados en sitios de suelos permeables. • Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados. • Falta de cobertura diaria y final. • Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterráneo. • Carencia de obras de desvío de aguas pluviales. • Falta de control de materiales ligeros.
IMPACTO EN LA SALUD	<ul style="list-style-type: none"> • Proliferación de fauna nociva. • Presencia de animales domésticos dentro del sitio. • Contacto directo con los residuos sólidos. • Migración y movilidad de contaminantes generados en los sitios de disposición final, a través de suelo, aire y agua.
IMPACTO SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Abandono o falta de control de los sitios de disposición final. • Existencia de materiales aprovechables.

Fuente 6. Obtenida de (Toledo, 2016) basado en (SEDESOL, 1996).

8.2. RELLENO SANITARIO.

El relleno sanitario es un método de ingeniería recomendado para la disposición final de los residuos sólidos municipales, por medio del cual los residuos se depositan en el suelo, se esparcen y se compactan al menor volumen posible y se cubren con una capa de tierra al término de las operaciones del día.

La Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles, ASCE, define: "Relleno sanitario es una técnica para la disposición de los residuos en el suelo sin causar perjuicios al ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública; este método utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en la menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y cubriéndolos con una capa de tierra en la frecuencia necesaria o por lo menos al fin de cada jornada".

El objetivo del relleno sanitario es establecer una barrera entre el ambiente y los residuos sólidos, reducir y controlar las emisiones gaseosas y evitar la infiltración y fugas de los líquidos lixiviados que contienen una combinación de microorganismos y sustancias tóxicas producidas durante la descomposición de los residuos. La disposición final de los residuos sólidos en un relleno sanitario disminuye considerablemente el contacto directo de éstos con el ambiente, se previene el acceso y la proliferación de fauna nociva y los residuos se concentran en un área bien definida que puede ser controlada. El objetivo final de la aplicación de esta técnica es lograr que los residuos no causen ningún efecto nocivo en la salud pública ni en el ambiente.

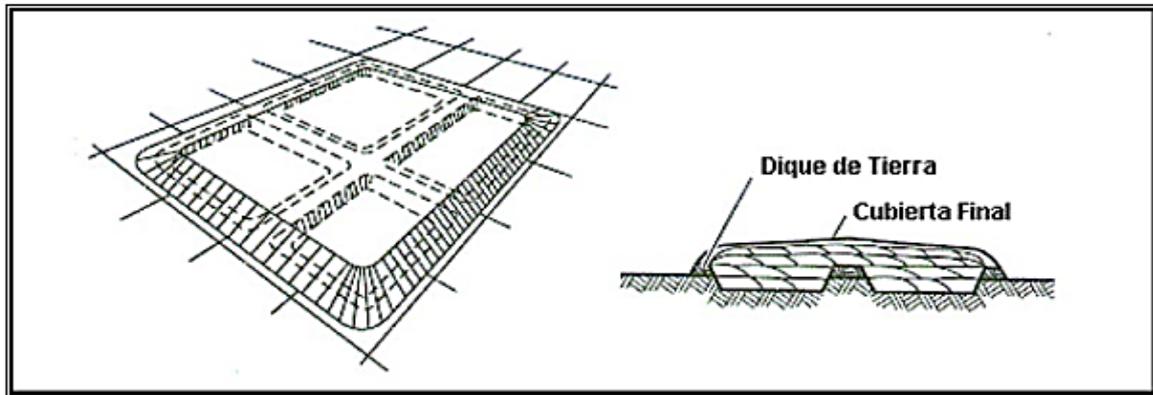
8.2.1. MÉTODO DE TRINCHERA O CELDA EXCAVADA.

Los residuos sólidos son depositados en celdas o trincheras previamente excavadas, en donde el material, producto de la excavación, es utilizado como material de cubierta diaria y final. El procedimiento consiste en abrir trincheras o celdas a intervalos que sean adecuados para la estabilidad de los taludes y en profundidades de 2 a 3 m, con el apoyo de equipo mecánico; la profundidad de la trinchera o celda estará limitada por la profundidad del nivel de aguas

freáticas, la permeabilidad del subsuelo y la dureza del terreno, pudiendo tener en ocasiones hasta 7 m de profundidad.

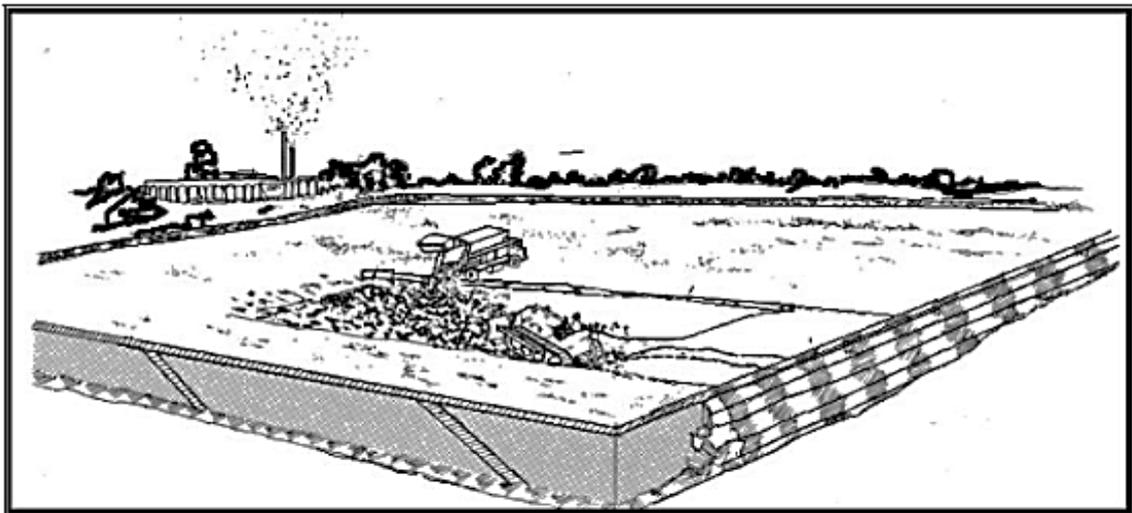
Los residuos sólidos son depositados en el fondo de la trinchera o celda, se extienden y se compactan con equipo mecánico y posteriormente se cubren con la tierra producto de la excavación, compactándola con el mismo equipo, todo esto en ciclos diarios (ver Figuras 3 y 4).

Figura 3. Método de trinchera o celda excavada.



FUENTE	Tchobanoglous G. Theisen H. and Vigil, S., "Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, 1993
---------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 4. Ejemplo de la operación de un relleno sanitario con el método de trinchera.



FUENTE	Brunne D. and Keller D., Sanitary Landfill Design and Operation ; USEPA, Washington D.C., 1972
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

8.2.2. MÉTODO DE ÁREA.

El método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con

tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo (ver Figura 5 y 6).

Figura 5. Método de área.

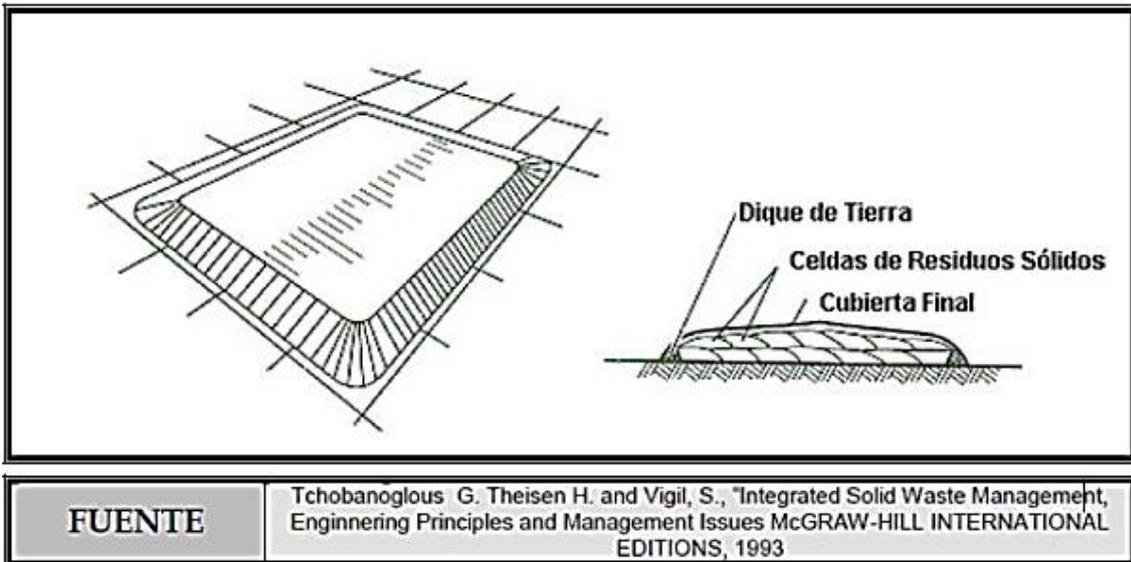
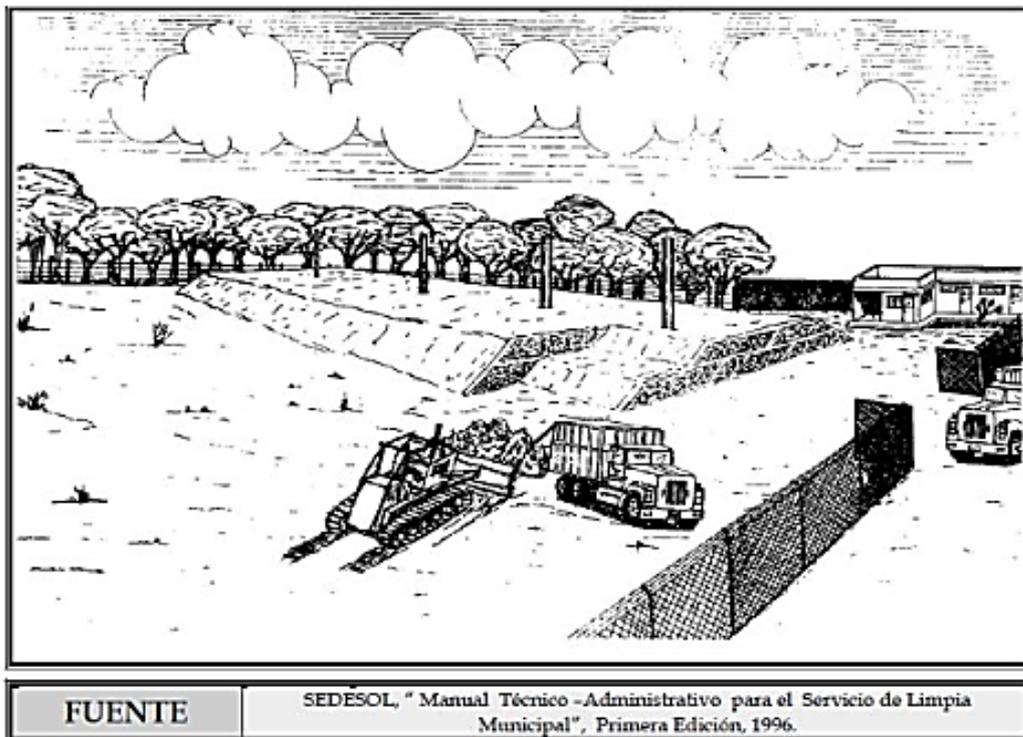


Figura 6. Ejemplo de la operación de un relleno sanitario con el método de área.



8.2.3. MÉTODO DE RAMPA.

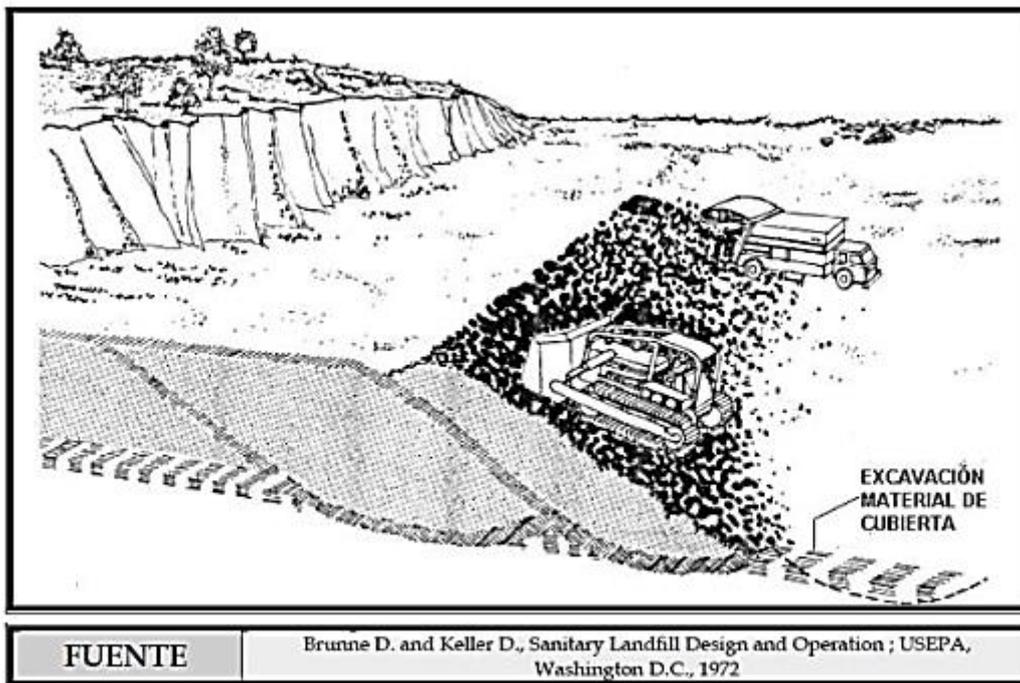
Este método, es considerado como una variante del método de trinchera o de celda excavada y es considerado como el más eficiente ya que permiten

ahorrar el transporte del material de cubierta y aumentan la vida útil del relleno. En la Figura 7 se presenta un esquema simplificado de la operación de un relleno sanitario utilizando este método.

Los residuos son esparcidos y compactados en pendiente. El material de cubierta es obtenido directamente del frente de trabajo y compactado sobre los residuos sólidos conformados. Frecuentemente, una porción de la excavación se almacena para ser utilizado en un futuro en los trabajos de sello final.

Esta técnica puede utilizarse en barrancas, desfiladeros, oquedades, etc., por lo que el control de escurrimientos frecuentemente es un factor crítico en el diseño y operación (Brunne & Keller, 1972).

Figura 7. Ejemplo de operación de un relleno sanitario con el método de rampa.



8.3. USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO.

Una vez que el relleno ha sido saturado con los residuos sólidos municipales, al término de su vida útil se procede a efectuar el sellado final. El sellado consiste en la compactación de material de baja permeabilidad con una capa de mayor espesor al que normalmente se utilizó en las capas intermedia. Asimismo, se construyen obras complementarias de control de escurrimientos, de contención de taludes, de control de biogás u caminos interiores, entre los más importantes.

Lo más común es establecer un área verde con árboles, arbustos y pasto para fijar la capa final de tierra y conformar un paisaje agradable, de tal manera que a mediano plazo permita utilizar el terreno como un sitio de recreo y esparcimiento o bien puede dársele simplemente un uso como área verde. Para minimizar los riesgos y propiciar el crecimiento de especies vegetales mayores, es recomendable que al sitio se le dé un espacio de por lo menos 10 años, para darle el uso apropiado.

Lo anterior, es debido a que la producción de biogás puede continuar durante 20 a 30 años más después de que el relleno ha sido clausurado y la producción de líquidos lixiviados también continúa durante varios años, además, de que el área cubierta experimentará asentamientos diferenciales debido a la estabilización de los residuos confinados (Tchobanoglous, Thisen, & Vigil, 1993).

8.4. COMPOSTEO

La técnica del composteo tiene sus raíces en el proceso dirigido por Sir Alfred Howard, en la India, en 1925. En él se procesaban residuos orgánicos como basuras, paja y hojas en capas alternadas con estiércol y fango cloacal.

El composteo se define como la degradación bioquímica de la materia orgánica fermentable, para convertirla en un compuesto bioquímicamente inactivo llamado compost. Se puede decir que el compost es un material que se obtiene por la acción microbiana controlada, donde se utilizan los desechos orgánicos como materia prima. Se hace que los desechos alcancen un grado de digestión tal, que al ser aplicados al suelo no provoquen una competencia, entre sus microorganismos y las plantas superiores, por los nutrientes que ambos necesitan.

El composteo se desarrolló, originalmente, como un elemento para mejorar los suelos, reponiéndoles la materia orgánica y los macronutrientes perdidos a causa del cultivo exhaustivo. El proceso del composteo es semejante al de la naturaleza para renovar el suelo.

El composteo no se puede considerar como un fertilizante. Contiene alrededor de 1% de nitrógeno, 0.25% de fósforo y 0.25% de potasio.

Se ha demostrado, gracias a diversos estudios, que la aplicación conjunta de compost y fertilizantes químicos aumenta el crecimiento de los cultivos. Una de las principales virtudes del compost es que evita la erosión y el deslave (Trejo, 1999).

8.5. INCINERACIÓN.

El propósito principal de la incineración es convertir la basura urbana en un material no peligroso, estable tanto química como microbiológicamente y con un peso y volumen menor.

Un segundo objetivo de la incineración es obtener energía derivada del uso de basura urbana como combustible. Sin embargo, se debe aclarar que la finalidad principal de un incinerador municipal es destruir la basura y recuperar la energía (Trejo, 1999).

La incineración se define como un proceso térmico que conduce a la reducción en peso y volumen de los residuos sólidos mediante la combustión controlada en presencia de oxígeno.

Durante el proceso de incineración los residuos sólidos reciben un tratamiento térmico en presencia de aire transformándose en constituyentes gaseosos, los cuales se liberan a la atmósfera y en un residuo sólido relativamente no combustible.

Durante la combustión de los residuos en un incinerador se genera calor, lo que se conoce como "calor de combustión", el cual puede ser aprovechado como fuente de energía para el mismo proceso o para otros como el calentamiento de agua o la generación de vapor.

8.6. PIRÓLISIS.

El pirólisis se define como un proceso fisicoquímico mediante el cual el material orgánico de los residuos sólidos se descompone por la acción del calor, en una atmósfera deficiente de oxígeno y se transforma en una mezcla líquida de hidrocarburos, gases combustibles, residuos secos de carbón y agua.

El pirólisis se diferencia de la incineración porque el proceso de descomposición térmica de la materia orgánica se desarrolla en un ambiente con deficiencia o ausencia de aire, mientras que la incineración requiere del oxígeno del aire para provocar la combustión de los componentes. Durante este proceso, la materia orgánica de poco valor se transforma en productos de

alto contenido energético como el carbón, alquitrán, los gases de hidrógeno, nitrógeno, metano, etano, propano, butano, pentano, amoníaco, oxígeno, monóxido y bióxido de carbono que pueden ser utilizados como combustibles, además de aceites ligeros (mezclas de benceno, tolueno, xileno y otros), sales y metales reducidas que se pueden usar como materia prima en otros procesos (SEDESOL, 2001).

8.7. RECICLAJE.

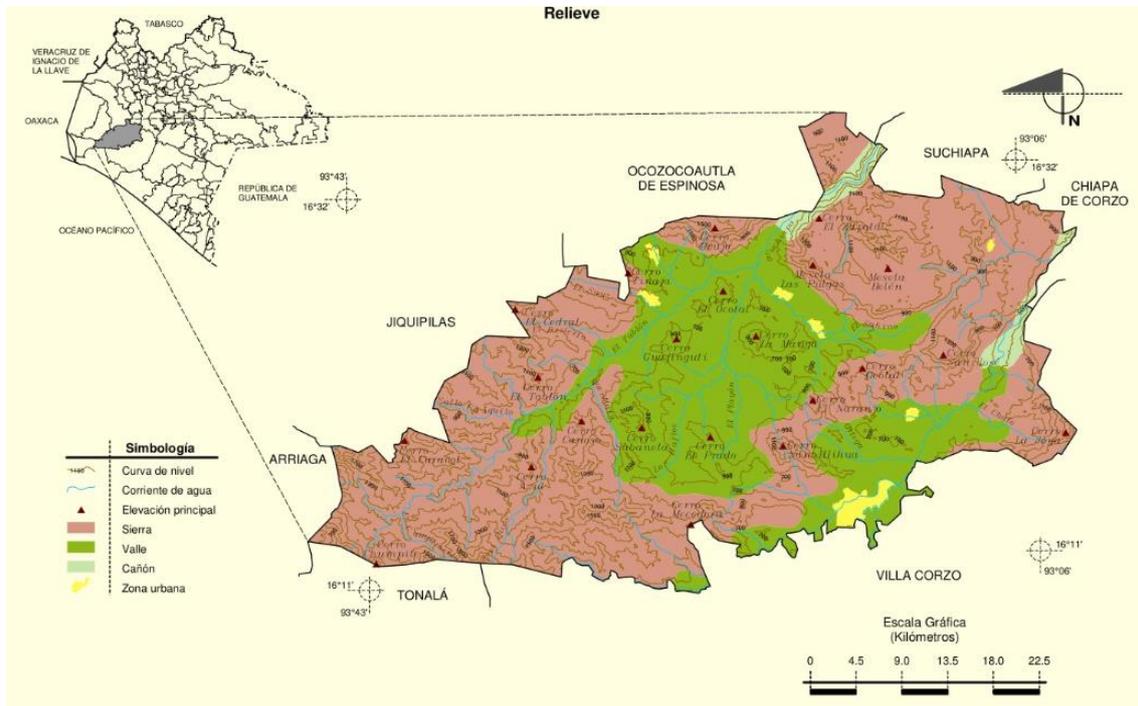
El reciclaje se puede definir como un proceso que reintegra al ciclo de consumo los materiales presentes en los residuos sólidos urbanos que ya fueron desechados y que son aptos para elaborar otros productos.

En las ciudades medias mexicanas, se estima que en los camiones recolectores se separan un 2.5- 3% de materiales reciclables del resto de los residuos recolectados y en los rellenos sanitarios, a través de la pepena, el 6-8%; por lo que en total se recicla alrededor de un 8-11%. Sin embargo, la “pepena” en tiraderos y en los camiones de recolección no es un sistema eficiente de recuperación de los elementos reciclables, ya que la mayor parte de ellos se destruyen o se ensucian durante el proceso de almacenamiento, recolección y disposición final. Esta actividad representa problemas sociales y de salubridad ya que no proporciona un medio de vida digno a quienes lo realizan directamente, ya que están expuestos constantemente a condiciones insalubres. Por otro lado, la mayor parte de los beneficios económicos se queda en manos de los intermediarios (SEDESOL, 2001).

9. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

9.1. Villaflores

Figura 8. Mapa del municipio de Villaflores, Chiapas.



9.1.1. Ubicación geográfica

Entre los paralelos 16°09' y 16°36' de latitud norte; los meridianos 93°02' y 93°47' de longitud oeste; altitud entre 200 y 2 300 m.

Colinda al norte con los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Suchiapa; al este con los municipios de Suchiapa, Chiapa de Corzo y Villa Corzo; al sur con los municipios de Villa Corzo y Tonalá; al oeste con los municipios de Arriaga y Jiquipilas.

9.1.2. Extensión territorial

Su extensión territorial es de 1,902.29 km², lo que representa el 14.82 % de la superficie de la región Frailesca y el 1.63 % de la superficie estatal, su altitud es de 540 msnm. Ocupa el 2.60% de la superficie del estado.

9.1.3. Hidrografía

Región hidrológica: Grijalva - Usumacinta (99.08%) y Costa de Chiapas (0.92%).

Cuenca: R. Grijalva - Tuxtla Gutiérrez (98.76%), Mar Muerto (0.92%) y R. Grijalva - La Concordia (0.32%).

Subcuenca: R. Suchiapa (63.21%), R. Santo Domingo (35.34%), Mar Muerto (0.56%), R. La Punta (0.35%), R. San Pedro (0.32%) y R. de Zayatenco (0.22%).

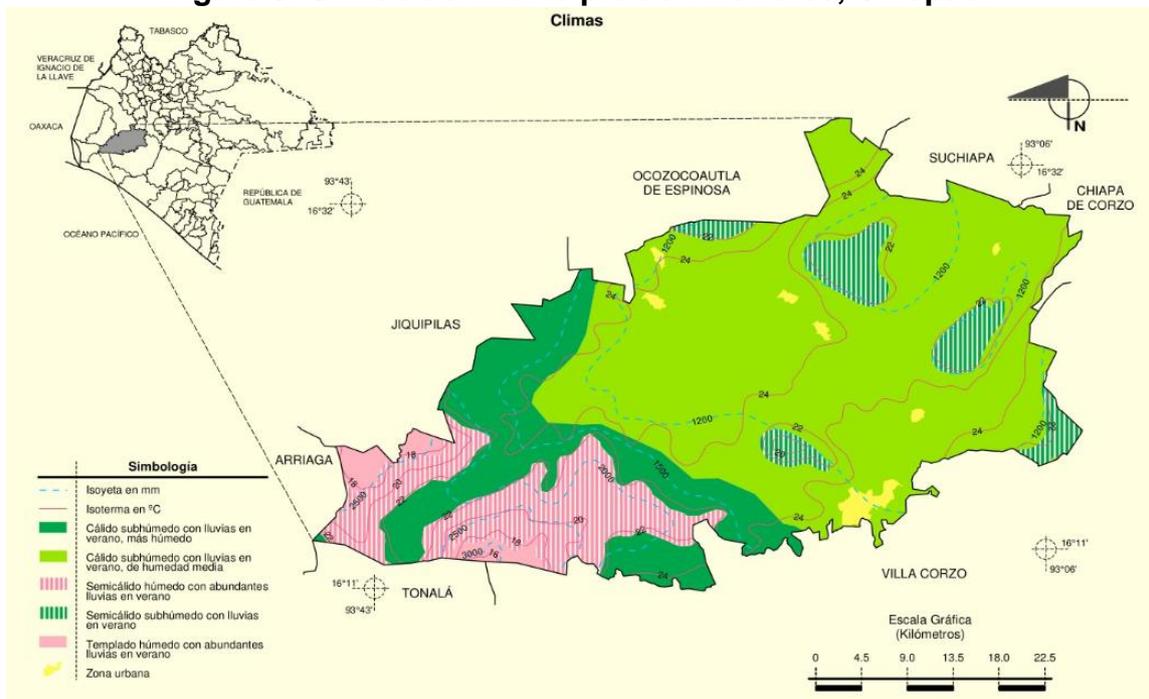
Corrientes de agua: Perennes: Suchiapa, El Sauz, El Sabino, El Tablón, El Desierto, Salto Chiquito, El Payón, Los Bajos, Querétaro y Tres Picos. Intermitentes: El Chato, Ortega y El Campamento.

9.1.4. Clima

El rango de temperatura oscila entre los 14 y 26°C. Con un rango de precipitación de 1,000-3,500 mm.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (60.78%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (17.78%), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (12.76%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano (6.56%) y templado húmedo con abundantes lluvias en verano (2.12%).

Figura 9. Climas del municipio de Villaflores, Chiapas.



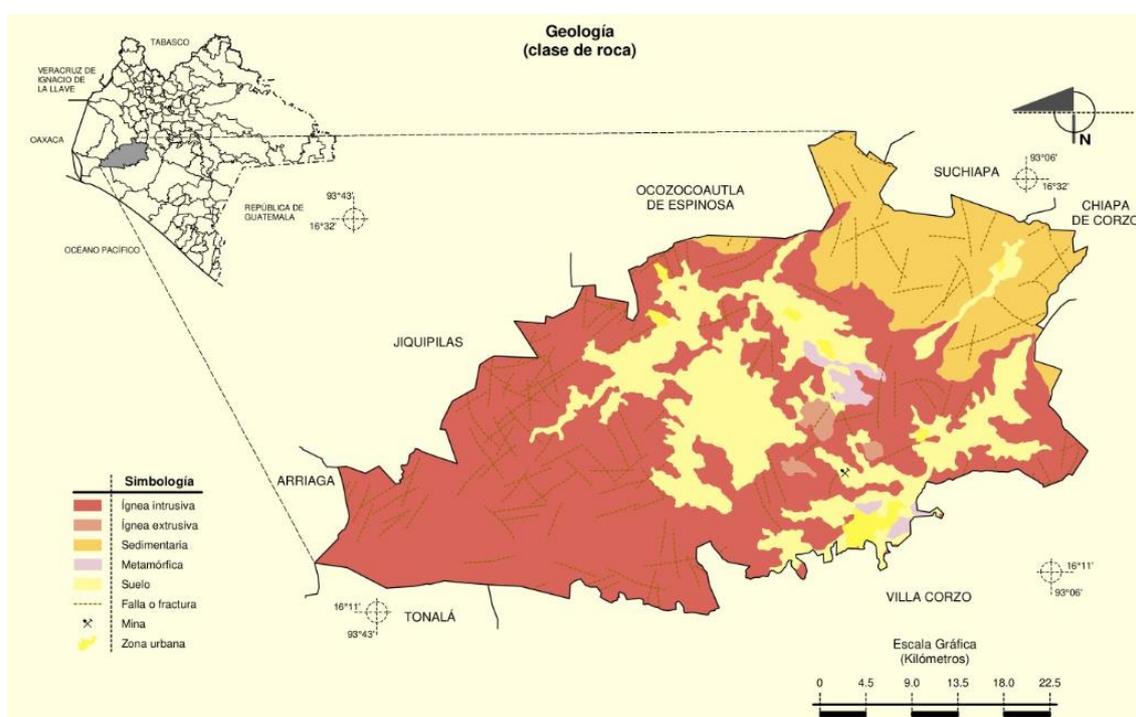
9.1.5. Geología

Periodo: No aplicable (60.79%), Cuaternario (22.23%), Cretácico (16.15%) y Neógeno (0.82%).

Roca:

Ígnea extrusiva: Andesita (0.82%), **sedimentaria:** Caliza (16.06%) y caliza-lutita (0.10%), **Metamórfica:** Esquisto (1.24%), **Suelo:** Aluvial (22.23%).

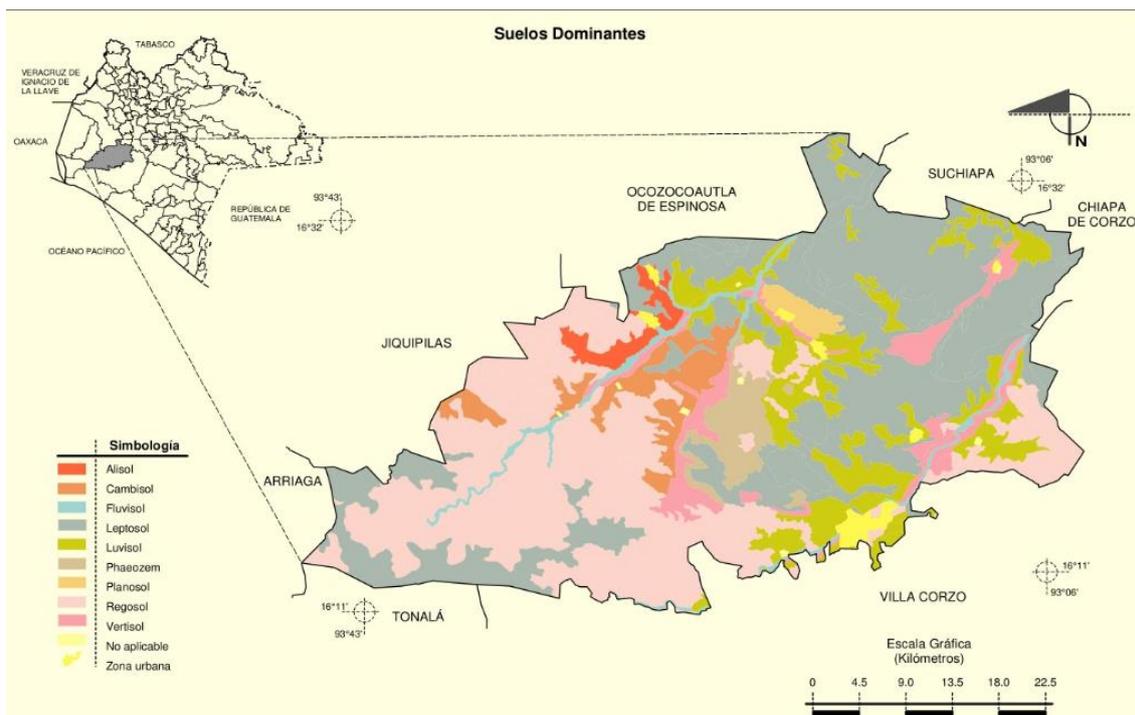
Figura 10. Geología del municipio de Villaflores, Chiapas.



9.1.6. Edafología

Suelo dominante: Regosol (33.62%), Leptosol (36.64%), Luvisol (11.75%), Vertisol (5.29%), Cambisol (4.35%), Phaeozem (3.12%), Fluvisol (2.08%), Alisol (1.60%) y Planosol (1.02%).

Figura 11. Edafología del Municipio de Villaflores, Chiapas.

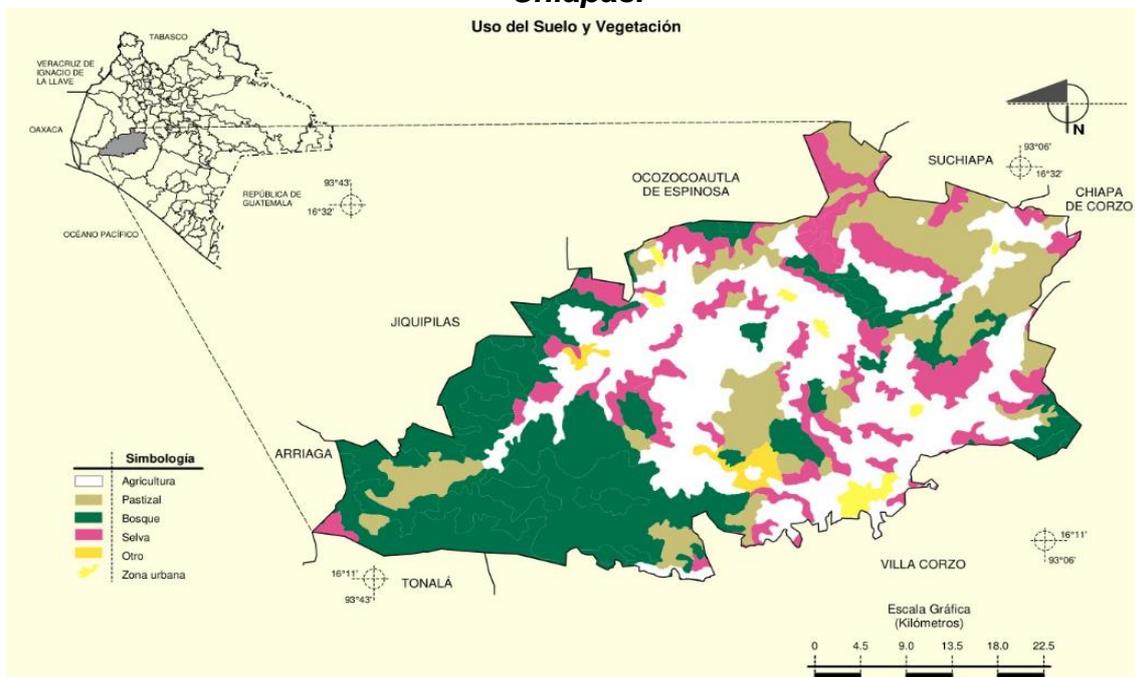


9.1.7. Uso del suelo y vegetación

Uso de suelo: Agricultura (32.56%), pastizal cultivado (13.11%) y zona urbana (1.16%).

Vegetación: Bosque (32.21%), selva (15.77%), pastizal inducido (4.05%) y sabana (1.15%).

Figura 12. Uso de suelo y vegetación del municipio de Villaflores, Chiapas.



9.1.8. Uso potencial de la tierra

Agrícola: Para la agricultura mecanizada continua (29.78%); Para la agricultura de tracción animal continua (0.96%); Para la agricultura de tracción animal estacional (0.34%); Para la agricultura manual continua (22.33%); Para la agricultura manual estacional (6.74%); No aptas para la agricultura (39.85%).

Pecuario: Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (29.78%); Para el establecimiento de praderas cultivadas con tracción animal (0.96%); Para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (5.09%); Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (47.85%); Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (4.37%); No aptas para uso pecuario (11.95%).

9.1.9. Principales ecosistemas

La vegetación es de selva baja y bosque de pino - encino.

9.1.10. Recursos naturales

Chiapas posee una gran variedad de recursos naturales, desafortunadamente su explotación irracional ha devastado extensas áreas de bosques y Selvas, provocando la pérdida de especies de flora y fauna silvestre.

Dentro de su territorio se encuentra la Reserva Estatal La Lluvia, además, abarca parte de la Reserva de la Biósfera La Sepultura y de la Zona de Protección Forestal la Frailescana.

9.1.11. Población en Villaflores

La población total del Municipio Villaflores es de 93,023 personas, de cuales 45,779 son masculinos y 47,244 femeninas (CONAPO, 2010).

9.1.12. Edades de la población

La población de Villaflores divide en 37747 menores de edad y 55276 adultos, de cuales 7138 tienen más de 60 años.

Tabla 6. Áreas naturales protegidas, municipio de Villaflores. Año 2000.

Área natural	Localización	superficie	principales características
<p>La Sepultura (Reserva de la Biosfera) Decreto: 6 de junio de 1995.</p>	<p>Se localiza en la región fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas, entre los 16000'13A y 16°29'91A Latitud Norte los 93°24'34A y 94°07'35A Longitud Oeste, en los Municipios de Arriaga, Cintalapa, Jiquipilas, Tonalá, Villa Corzo, Villaflores.</p>	<p>167 309.36</p>	<p>Topografía muy accidentada y gran diversidad de ecosistemas. Presenta varios tipos de vegetación: bosque lluvioso de montaña, bosque de niebla, chaparral de niebla, bosque de pino-encino-liquidárnbar, bosque de pino-en ciño, selva mediana subperenifolia y subcaducifolia, selva baja caducifolia y vegetación secundaria. Su importancia radica en proteger especies de flora y fauna en dánicas, raras, amenazadas y en peligro de extinción. Además, La Sepultura contribuye al mantenimiento de los ciclos hidrológicos, al captar gran parte del agua necesaria para el desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas. Administración a cargo del CONANP.</p>
<p>La Frailescana (Zona de Protección Forestal) Decreto: 20 de marzo de 1979</p>	<p>En la provincia fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas. Municipios de La Concordia. Ángel Albino Corzo, Villaflores y Jiquipilas. Coordenadas geográficas 15°40' y 16016' latitud Norte y 92055' y 93040' longitud Oeste</p>	<p>131 350.00</p>	<p>Presenta bosque de niebla, chaparral de niebla, pinares, encinares, bosques de pino-encino-liquidárnbar y selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias, selva baja espinosa caducifolia, vegetación riparia y secundaria. El área constituye un importante corredor de vegetación que comunica a las reservas de La Sepultura y El Triunfo, contribuyendo con ello ala conservación de más de la mitad de la Sierra Madre de Chiapas.</p>

La Concordia Zaragoza (Área natural y típica) Decreto: 20 de marzo de 1979.	Sierra Madre de Chiapas, Municipios de Ángel Albino Corzo, La Concordia. Jiquipilas y Villaflores. Coordenadas geográficas 15052'11' y 16016'03 a latitud Norte 93°03'32A y 93037'36a longitud Oeste.	131 350.00	Selva baja subcaducifolia. Bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia, selva mediana, pino-encino y oyarnd. Administración a cargo del CCNANP.
La lluvia (Reserva Estatal) Decreto: 7 de junio del 2000.	Sierra Madre de Chiapas y Depresión Central. Municipio de Villaflores. Está situada entre las coordenadas 16°24'31A y 16°24'14. 5a latitud Norte 93°14'43A y 93°12'43A longitud Oeste.	106.73	Existe bosque de encino-pino, selva baja caducifolia. y selva mediana subperennifolia en excelente estado de conservación. Regularizada por el INHE.
Nambiyigúá (Reserva Estatal en propuesta)	Depresión Central de Chiapas. Municipio de Villaflores. Sus coordenadas son 16°42'49. 5a latitud Norte 93°11'49.5A longitud Oeste		Vegetación original en buen estado de conservación, es un símbolo cultural y fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Villaflores.

Fuente 7. Tomado de <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/>

9.2. Cristóbal Obregón

9.2.1. Ubicación geográfica

Se localiza en el Municipio Villaflores del Estado de Chiapas México y se encuentra en las coordenadas geográficas Longitud -93.446111, Latitud 16.428056. La localidad se encuentra a una mediana altura de 660 metros sobre el nivel del mar.

Figura 13. Área de estudio. Localidad Cristóbal Obregón, en el municipio de Villaflores, Chiapas.



Fuente 8. Elaboración propia.

9.2.2. Población

La población total de Cristóbal Obregón es de 4,664 personas, de cuales 2,294 son masculinos y 2,370 femeninas.

En Cristóbal Obregón hay un total de 1,059 hogares. De estas 1,059 viviendas, 135 tienen piso de tierra y unos 71 consisten de una sola habitación. 850 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 938 son conectadas al servicio público, 1,018 tienen acceso a la luz eléctrica.

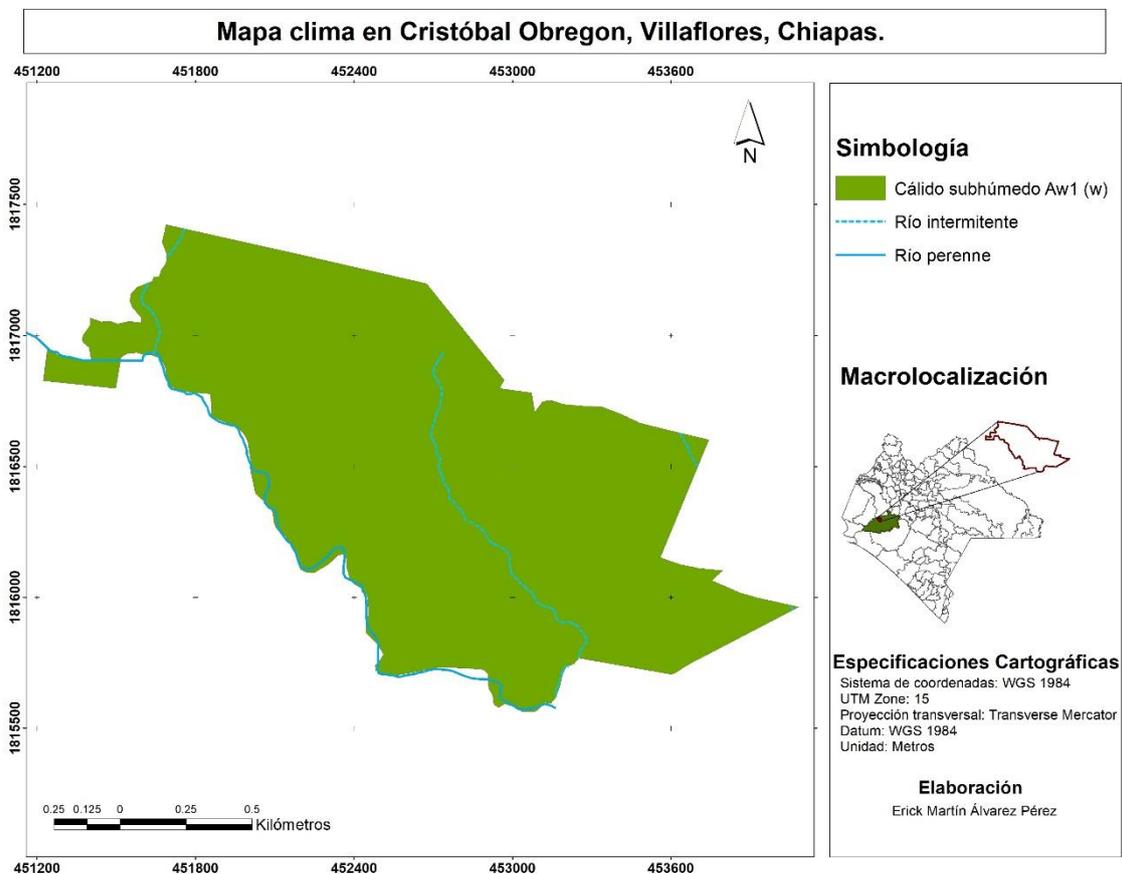
La estructura económica permite a 38 viviendas tener una computadora, a 291 tener una lavadora y 928 tienen una televisión. Aparte de que hay 570 analfabetos de 15 y más años, 34 de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela.

De la población a partir de los 15 años 571 no tienen ninguna escolaridad, 1,106 tienen una escolaridad incompleta. 514 tienen una escolaridad básica y 818 cuentan con una educación post-básica. Un total de 409 de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, la mediana escolaridad entre la población es de 7 años (INE, 2015).

9.2.3. CLIMA:

El clima predominante es cálido subhúmedo.

Figura 14. Mapa de Climas de Cristóbal Obregón, Villaflores, Chiapas.

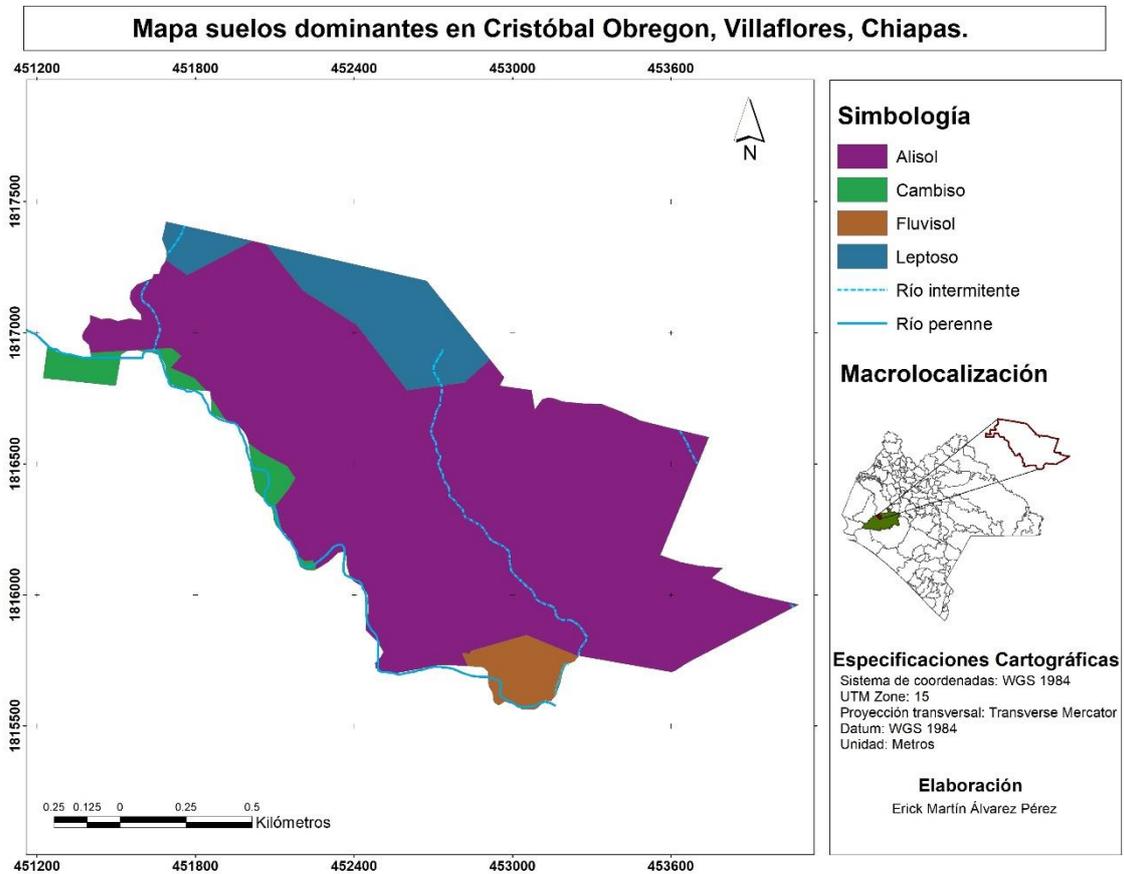


Fuente 9. Elaboración propia.

9.2.4. Edafología

Los suelos en la localidad de Cristobal obregón se componen de distintos tipos como alisol, cambisol, fluvisol y leptoso. Siendo el Alisol el más predominante de ellos abarcando 90% aproximadamente.

Figura 15. Mapa de suelos dominantes en Cristóbal Obregón, Villaflores, Chiapas.

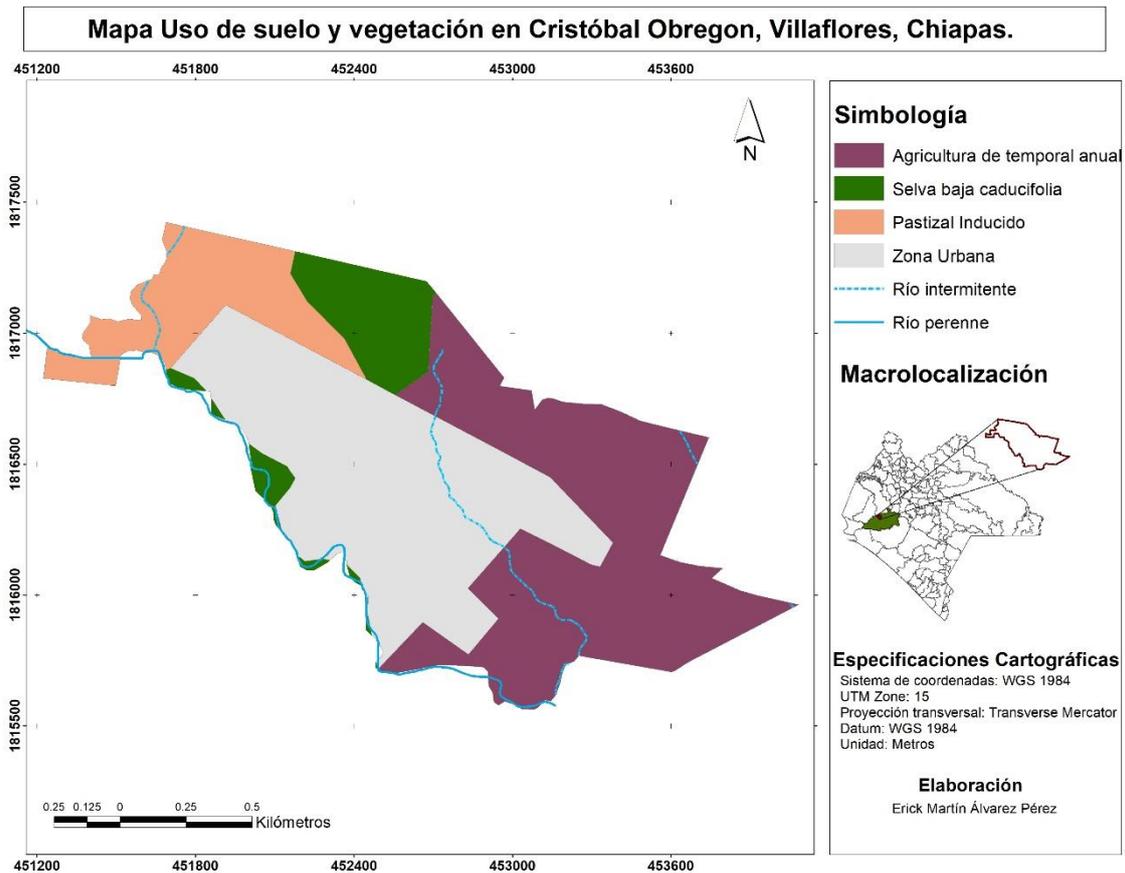


Fuente 10. Elaboración propia.

9.2.5. Uso de suelo y vegetación

Cristóbal Obregón usa sus suelos para diferentes actividades, entre ellas se encuentran la agricultura ya que es uno de los medios de como los habitantes obtienen ganancias para poder subsistir. La mancha urbana va en crecimiento como puede observarse en la siguiente imagen (figura 16).

Figura 16. Mapa de uso de suelo en Cristóbal Obregón, Villaflores, Chiapas.



Fuente 11. Elaboración propia.

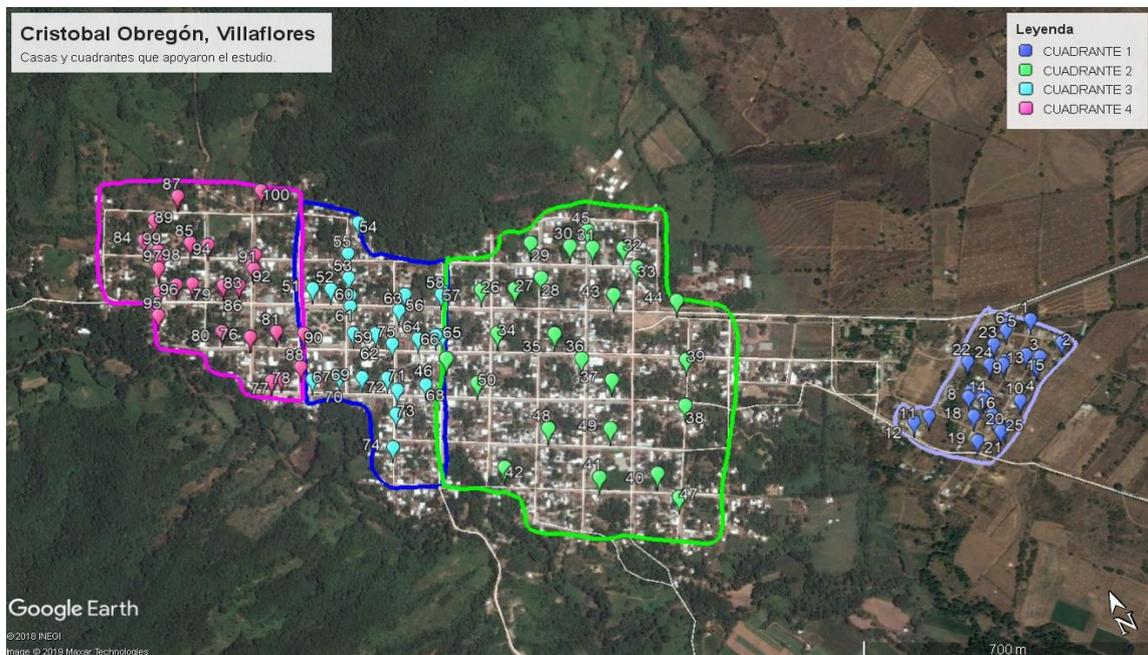
10. METODOLOGÍA

10.1. Selección del tamaño y aleatoriedad de la muestra.

De conformidad con la **NMX-AA-61-1985**, para la localidad a participar en el estudio, el tamaño de la muestra (número de casas habitación) se estableció en 100 unidades para un nivel de confianza del 90%. La aleatoriedad se consiguió haciendo un sorteo al azar utilizando el tamaño total de la muestra, hasta completar el universo de muestreo, 100 casas-habitación.

Debido a que las condiciones económicas presentadas en las familias la localidad, no fue necesario realizar una división por estratos socioeconómicos para realizar el muestreo.

Figura 17. Mapa de las casas que participaron en el estudio.



Fuente 12. Elaboración propia.

Figura 18. Coordinación de las actividades a realizar.



10.2. ESTUDIOS APLICADOS.

De manera general, se determinó la generación per cápita total de los residuos producidos en el sector domiciliario con base al procedimiento técnico de la **NMX-AA-061-1985**. La composición porcentual y el peso volumétrico de los subproductos se efectuó de manera conjunta en base a los procedimientos listados en las normas: **NMX-AA-015-1985**, **NMX-AA-022-1985** y **NMX-AA-019-1985**.

10.2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS **NMX-AA-061-1985** (GENERACIÓN PER CÁPITA).

Cada domicilio fue visitado durante un periodo de 6 días en el periodo comprendido entre el 2 y 7 de septiembre de 2019.

Figura 19. Visita y labor de convencimiento a los domicilios.



Los residuos de cada domicilio fueron recolectados en bolsas de polietileno negras de 90x70cm y calibre #200, mientras que los residuos sanitarios fueron recolectados en bolsas negras de polietileno de 50x70 cm calibre #100. Diariamente se recolectaban las bolsas en cada vivienda y se entregaba una nueva para el día siguiente, las bolsas estaban identificadas con el número correspondiente a la muestra.

Figura 20. Etiquetado de bolsas para la posterior entrega en cada una de las viviendas durante los 6 días del estudio.



La recolección de los residuos generados en cada casa-habitación, así como la entrega de las nuevas bolsas de polietileno, se efectuó por las mañanas en un horario de 8 a 10 horas.

Figura 21. Recolección de residuos sólidos domiciliarios.



Al término de la recolección, se trasladaban los residuos sólidos con ayuda de un tractor con vagón al Centro de Operación para su posterior pesado.

Figura 22. Residuos en el Centro de operación y repartición por cuadrantes.



Los residuos fueron pesados diariamente en una báscula mecánica y digital con capacidad de 100 y 50 Kg. y precisión de 10 gr, calibrada previamente.

Figura 23. Pesadas de residuos en el centro de operación.



10.3. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

Así mismo, para la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios se utilizaron las Normas Técnicas Mexicanas de Protección al Ambiente en materia de Residuos Sólidos, como son: **NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985.**

Teniendo las muestras identificadas de cada vivienda, se procedió a pesar cada una de ellas, para posteriormente abrir las bolsas y proceder a efectuar el método de cuarteo.

10.3.1. MÉTODO DE CUARTEO. NMX-AA-015-1985.

1. Se toman todos los residuos sólidos del muestreo para el estudio de generación.

Figura 24. Residuos sólidos domiciliarios (RSD) recolectados.



2. El contenido se vacía formando un montón sobre un plano horizontal.

Figura 25. Vaciado de los residuos recolectados en el centro de operación.



3. El montón de residuos se traspalea hasta homogenizarlos, se dividen en cuatro partes iguales: A, B, C y 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 la selección de subproductos.

Figura 26. Homogenización de los residuos recolectados por día.



Figura 27. División de los residuos en partes iguales.



4. De las partes eliminadas del primer cuarteo se toman 10 kg para análisis físicos.

PESO VOLUMÉTRICO “IN SITU” (NMX-AA-019-1985).

1. Se verifica que el recipiente este limpio y sin defectos (tambos de plástico con capacidad de 200 L).
2. Se pesa el recipiente.

Figura 28. Pesado del contenedor.



3. Se llena el recipiente hasta el tope de las partes de los residuos eliminados del primer cuarteo. Se golpea el recipiente contra el suelo tres veces desde una distancia de 10 cm.

Figura 29. Llenado de recipiente.



4. Nuevamente se agregan residuos sólidos al recipiente hasta el tope.
5. Se debe obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente y luego se resta el valor de la tara.

Figura 30. Pesado del recipiente con residuos.



6. El peso volumétrico se obtiene de acuerdo a esta fórmula:

$$Pv = \frac{P}{V} = \text{kg/m}^3$$

Donde:

Pv = Peso volumétrico del residuo sólidos, en kg/m^3

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

V = Volumen del recipiente, en m^3

SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS (NMX-AA-022-1985).

1. Se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos de acuerdo a la siguiente clasificación: papel y cartón; vidrio; metales; plásticos; residuos de jardinería; residuos alimenticios; tela; finos; pañales desechables; residuos sanitarios; residuos peligrosos; residuos electrónicos; tetra pack.

Figura 31. Separación de residuos.



2. Los productos separados se pesan en la balanza y se registra el resultado.

Figura 32. Pesado de cada uno de los subproductos.



3. El porcentaje del peso de cada uno se calcula de la siguiente manera:

$$PS = \frac{G1}{G} * 100$$

En donde:

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 (mínimo 50 Kg).

OBTENCIÓN DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA.

La generación per cápita es la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por una persona en un día. Este parámetro se encuentra en función de otros factores tales como: costumbres de la población, nivel de ingresos y actividades económicas, entre otras.

Para la determinación de la generación per cápita domiciliaria, se siguió la metodología señalada en la Norma Mexicana NMX-AA-061-1985. De los datos obtenidos de las casas habitación que se muestrearon, se obtuvo la generación domiciliaria promedio por casa habitación y habitante, a esta generación se agregó el promedio correspondiente de la generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios para obtener la generación total per cápita de RSU.

REPRESENTATIVIDAD Y VALIDACIÓN DE LOS DATOS.

Una vez generados los datos a través de las técnicas correspondientes, se determinó su representatividad estadística. Estas cantidades se promediaron para obtener datos preliminares de la comunidad o estrato y sobre estos se aplicaron los diversos criterios de evaluación comunes para estos estudios; comprendiendo según las fuentes consultadas: el análisis estadístico de mediciones sospechosas, la prueba de Dixon, la verificación del tamaño de muestra y la validación de la confiabilidad de la misma (NMX-AA-61-1985 y Cantanhede et al. 2005).

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS.

El cálculo de los parámetros abarcó en primera instancia el análisis de cada una de las situaciones encontradas en la localidad muestreada. Se calculó la generación, el peso volumétrico y la composición. Estos datos permiten estimar el porcentaje de los residuos potenciales tratables, reciclables, peligrosos y de disposición final.

Figura 33. Captura y cálculo de datos.



RESULTADOS

GENERACIÓN DE RSD.

La generación per cápita de RSD obtenida para la localidad Cristóbal Obregón es de **0.2924 Kg/hab-día**.

Tabla 7. Resultados de la generación Per Cápita.

Muestra	Habitantes	GPC DIARIA						PROMEDIO	GPC
		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6		
1	2	2	2.26	1.4	0.55	2.7	2.535	1.9075	0.95
2	6	0.87	2.74	2.135	1.45	1.9375	3.465	2.099583333	0.35
3	6	3	2.64	1	0.6	3.5	2.94	2.28	0.38
4	5	9.1	1.41	4.58	0	11.39	1.41	4.648333333	0.93
5	4	0.38	3.33	0	6.9	0.38	6.78	2.961666667	0.74
6	5	3.5	3.51	0.84	0.68	3.92	3.85	2.716666667	0.54
7	4	2	4.46	3.82	0.75	3.91	4.835	3.295833333	0.82
8	3	1.72	0	1.73	8.33	2.585	4.165	3.088333333	1.03
9	4	4	0.92	1.14	1	4.57	1.42	2.175	0.54
10	4	2.58	0.92	4.7	0	4.93	0.92	2.341666667	0.59
11	3	3.23	1.92	1.2	0.12	3.83	1.98	2.046666667	0.68
12	4	1.62	1.2	0.24	0	1.74	1.2	1	0.25
13	5	9	4.12	0.83	1.73	9.415	4.985	5.013333333	1.00
14	3	2.2	0	0.62	0.64	2.51	0.32	1.048333333	0.35
17	2	0.7	1.21	0.55	0.08	0.975	1.25	0.794166667	0.40
18	4	0.95	1.8	0.97	0.32	1.435	1.96	1.239166667	0.31
20	4	0.34	0	2.1	2.7	1.39	1.35	1.313333333	0.33
21	5	0	0	4.8	0	2.4	0	1.2	0.24
22	3	0	5.6	0	3.88	0	7.54	2.836666667	0.95
23	3	0.84	3.27	0.68	0.05	1.18	3.295	1.5525	0.52
24	4	1.83	0.25	1.4	1.5	2.53	1	1.418333333	0.35
26	6	1	1.14	1	0.8	1.5	1.54	1.163333333	0.19
28	4	6.068	0.5	1.584	1.11	6.86	1.055	2.862833333	0.72
30	4	0.256	1.23	1.354	1.81	0.933	2.135	1.286333333	0.32
31	3	3.44	1.67	1.86	5.85	4.37	4.595	3.630833333	1.21
32	4	2.4	1.77	5.228	1.05	5.014	2.295	2.9595	0.74
33	2	1.55	2.29	1.16	1.41	2.13	2.995	1.9225	0.96
34	5	5.712	18.35	7.24	0	9.332	18.35	9.830666667	1.97
35	4	2.226	3.05	2.374	0	3.413	3.05	2.352166667	0.59
36	3	1.508	2.34	0.63	1.17	1.823	2.925	1.732666667	0.58
37	3	4.902	0.7	8.78	0	9.292	0.7	4.062333333	1.35
38	3	1.404	3.89	2.28	1.39	2.544	4.585	2.682166667	0.89
39	2	0.124	11.08	16	5.14	8.124	13.65	9.019666667	4.51
40	3	1.034	3.51	10.64	7.25	6.354	7.135	5.987166667	2.00
41	2	0	7.17	0	11.21	0	12.775	5.1925	2.60
44	3	5.4	4.89	1.74	1.69	6.27	5.735	4.2875	1.43
45	4	2.334	7.7	5.902	4.05	5.285	9.725	5.832666667	1.46
46	4	3.13	3.07	11.73	0.97	8.995	3.555	5.241666667	1.31
47	4	0	5.8	0	0	0	5.8	1.933333333	0.48
49	4	0	3.33	4.449	2	2.2245	4.33	2.72225	0.68
50	4	0.991	1.26	0	0	0.991	1.26	0.750333333	0.19
51	2	1.21	0.5	1.57	1.15	1.995	1.075	1.25	0.63
53	2	18.24	4.8	2.23	2.35	19.355	5.975	8.825	4.41
54	5	4.91	11.98	2.76	2.16	6.29	13.06	6.86	1.37
56	3	11.01	3.13	1.04	0	11.53	3.13	4.973333333	1.66
57	5	1.76	3.03	0.97	2.02	2.245	4.04	2.344166667	0.47
60	4	1.35	0.69	0.42	0.53	1.56	0.955	0.9175	0.23
61	3	6	7.22	11.61	1.96	11.805	8.2	7.799166667	2.60
64	2	2.94	2.49	2.43	1.25	4.155	3.115	2.73	1.37
65	6	1.98	5.46	2.14	3.9	3.05	7.41	3.99	0.67
66	3	25.05	2.25	3	5.52	26.55	5.01	11.23	3.74
68	3	0.75	14.75	7.42	9.35	4.46	19.425	9.359166667	3.12
69	5	4.87	0	4.47	0.29	7.105	0.145	2.813333333	0.56
70	4	1.41	5.1	2.55	0	2.685	5.1	2.8075	0.70
71	4	1.09	0.48	0.46	0.43	1.32	0.695	0.745833333	0.19
72	4	9.44	1.62	3.8	1.02	11.34	2.13	4.891666667	1.22
73	5	13.71	0.94	0	3.06	13.71	2.47	5.648333333	1.13
74	6	2.66	3.92	4.17	2.35	4.745	5.095	3.823333333	0.64
75	2	0	3.05	3.12	0.75	1.56	3.425	1.984166667	0.99
76	3	0	1.38	1.06	0	0.53	1.38	0.725	0.24
77	4	0.89	6.56	6.44	2.56	4.11	7.84	4.733333333	1.18
78	4	3.22	1.49	0.93	2.01	3.685	2.495	2.305	0.58
79	2	0.85	1.05	0.51	0.64	1.105	1.37	0.920833333	0.46
80	3	11.41	3.32	3.94	2.09	13.38	4.365	6.4175	2.14
81	3	1.13	0.32	28.17	40.82	15.215	20.73	17.73083333	5.91
83	5	2.83	2.21	4.56	1.69	5.11	3.055	3.2425	0.65
84	3	1.04	0.92	3.2	0.22	2.64	1.03	1.508333333	0.50
85	6	4.33	1.63	2.48	1.79	5.57	2.525	3.054166667	0.51
86	6	1.2	4.57	6.42	1.66	4.41	5.4	3.943333333	0.66
88	5	4.61	2.14	5.97	2.31	7.595	3.295	4.32	0.86
89	2	1.54	1.58	0	0	1.54	1.58	1.04	0.52
90	2	5.65	0.71	0.72	1.07	6.01	1.245	2.5675	1.28
91	2	5.49	5.89	5.09	3.18	8.035	7.48	5.860833333	2.93
92	2	3.91	4.02	6.78	2.52	7.3	5.28	4.968333333	2.48
93	2	0.9	1.56	1.3	0	1.55	1.56	1.145	0.57
94	2	5.78	2.74	3.2	3.49	7.38	4.485	4.5125	2.26
95	5	0.7	1.68	1.03	0.59	1.215	1.975	1.198333333	0.24
97	6	3.35	0.93	0	0	3.35	0.93	1.426666667	0.24
98	5	0.86	1.63	0.88	0.3	1.3	1.78	1.125	0.23
99	6	3.38	7.55	9.81	3.01	8.285	9.055	6.848333333	1.14
TOTAL	300	264.789	251.59	265.336	186.22	397.457	344.7	285.0153333	87.71
								GPC: 0.2924	

Fuente 13. Elaboración propia.

GENERACIÓN DE RSU.

Los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios conforman la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, correspondiéndoles un total de 0.278 ton/día y una generación per cápita de 0.500 kg/hab-día para una población estimada de 499 habitantes situados dentro de la localidad en estudio para el año 2015. Del total de residuos generados, las casas-habitación aportan el 70.13% y el porcentaje restante corresponde a no domiciliarios (Tabla 8). La generación per cápita de RSU incluye a los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y a los Residuos Sólidos No Domiciliarios (RSND), representan el 85% y 15% respectivamente.

Tabla 8. Generación Per cápita de RSU y ME.

Generación per cápita de RSU y ME.		
RSU	Índice de generación	GPC (kg/hab-día)
RSD	0.85	0.2924
RSND	0.15	0.0438
TOTAL	1	0.336

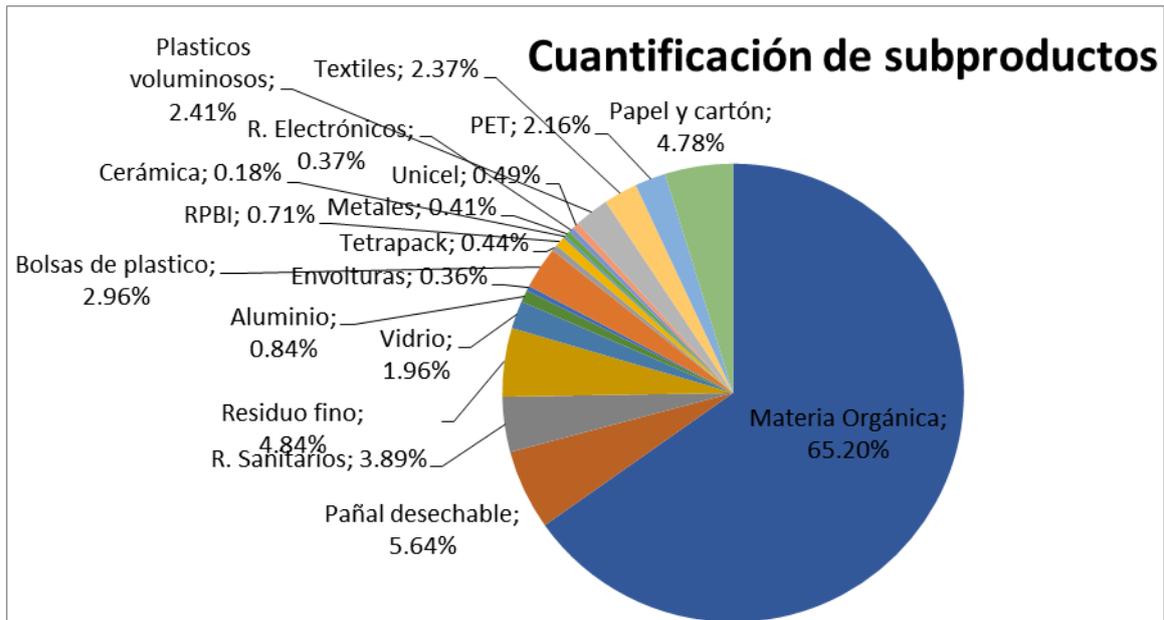
Fuente 14. Elaboración propia.

La generación per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios es de 0.425 kg/hab-día para una población estimada de 499 habitantes (INEGI, 2015). El total de la GPC fue de 0.336 kg/hab-día.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

La selección y cuantificación de subproductos de los RSD, se realizó diariamente con 2 sectores determinados del método de cuarteo. Los residuos se clasificaron en 18 subproductos, con la finalidad de estimar los más representativos de la zona en estudio (Gráfica 3).

Grafica 3. Cuantificación de subproductos.



Fuente 15. Elaboracion propia.

De acuerdo al grafico anterior, se observa que los porcentajes de los subproductos fueron: papel y cartón: 4.78%, vidrio: 1.96%, metales: 0.41%, PET 2.16%, plásticos: 5.73%, materia orgánica: 65.2%, tela 2.37%, finos: 4.84%, pañales desechables: 5.64%, residuos sanitarios 3.89%, residuos peligrosos: 0.71%, residuos electrónicos: 0.37% y Tetrapak: 0.44%.

En la Tabla 9 se presentan los subproductos de mayor representatividad en el presente estudio, y una propuesta de su destino final de acuerdo a las características propias de cada uno de ellos. De igual manera, en la Gráfica 3 se muestra una clasificación general por tipo de residuos, observando que el componente orgánico presenta la mayor representatividad (>50%) con tendencia hacia una estabilización biológica vía composteo.

Tabla 9. Composición de las fracciones principales de los RSD.

Composición de las fracciones principales de los RSD			
CLASIFICACIÓN	SUBPRODUCTOS	DISPOSICIÓN FINAL	PORCENTAJE
R. Orgánicos	R. Orgánicos	Compostaje	65.2
Potencialmente reciclables	Plásticos	Plantas de reciclaje	10.58
	Papel y cartón		
	Vidrio		
	Aluminio		
	Tetrapak		
	Metales		
Otros	PET	Relleno sanitario o disposición final	24.22
	Pañal desechable		
	R. Sanitarios		
	R. Fino		
	RPBI		
	Otros		
TOTAL			100

PESO VOLUMÉTRICO

El peso volumétrico obtenido fue de 96.28 kg/m³

Tabla 10. Peso volumétrico de los residuos.

Peso volumétrico de RSD	
Día	Kg/m ³
1	122.97
2	90.90
3	112.07
4	71.89
5	108.73
6	71.12
PROMEDIO	96.28

Fuente 15. Elaboración propia.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN.

La generación per cápita de RSD de 0.2924 kg/hab-día y de RSND de 0.0438 kg/hab-día, conforman la generación per cápita de RSU, en este estudio fue de 0.3360 kg/hab-día para la localidad Cristóbal Obregón. Comparando la generación per cápita de RSD que es de 0.2924 kg/hab-día con estudios similares elaborados por parte de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas cercanos a la Reserva de la Biosfera el Triunfo (REBITRI) en el año 2015 en las localidades; Plan de la Libertad, municipio de La Concordia (0.393 kg/hab-día); Querétaro, municipio de Ángel Albino Corzo (0.243 kg/hab-día); Puerto Rico, municipio de Monte Cristo de Guerrero (0.480 kg/hab-día) y Salvador Urbina, municipio de Ángel Albino Corzo (0.466 kg/hab-día), se observa que éstas y el estudio recientemente elaborado, se encuentran por debajo del promedio estatal de 0.865 kg/hab-día registrada para el estado de Chiapas (SEMAHN, 2015) y de la generación nacional de 0.852 kg/hab-día (INECC & SEMARNAT, 2012). La diferencia de la generación per cápita de la localidad Tres de Mayo y el promedio estatal radica en que las condiciones de vida de los habitantes, se desarrolla en un ambiente rural, en donde se carece de fábricas, tiendas comerciales o de autoservicio. Los cuales son fuentes generadoras de residuos de manejo especial, que contribuyen a incrementar la GPC. Por tal motivo la generación per cápita disminuye considerablemente. El porcentaje de materia orgánica registrado fue del 65.20%, muy similar a la media nacional para comunidades rurales con el 53% (SEMARNAT, 2012). El subproducto de finos registró un porcentaje del 4.84%, una cantidad considerable, misma que puede atribuirse a que la mayoría de las casas de la localidad, cuentan con patio de tierra, por lo que, al momento de realizar la limpieza, se pueden mezclar pequeños cúmulos de tierra y también piedras de diminuto tamaño. De no tomarse en cuenta dicho subproducto, los resultados pudieron haber variado, pero no tan considerablemente. Los pañales desechables registraron un porcentaje considerable (5.64%) esto se debe a que en la localidad habitan muchos niños menores de tres años, aunado a que hoy en día ya no es tan común el uso de pañales de tela, por lo que es más fácil el utilizar un producto fácil de desechar, no anteponiendo que la degradación de este material puede llevar varias décadas, lo que representa un

daño considerable al ambiente al no ser depositado y dispuesto adecuadamente. El porcentaje que se registró de los demás residuos que son potencialmente reciclables representan el 10.58%: papel y cartón 4.78%, vidrio 1.96%, metales 0.41%, aluminio 0.84% y PET 2.16%, resultados esperados de acuerdo a las características de la localidad.

Para el caso del peso volumétrico es importante señalar que su variación volumétrica está relacionada con la composición de los residuos sólidos obtenidos, dentro de los subproductos de mayor presencia en los residuos domiciliarios están los residuos orgánicos (65.20 %), que tienen alta densidad; por el contrario los plásticos y el papel y cartón conforman el 10.58 % de manera conjunta, los cuales son residuos de poca densidad, por su alto volumen y poco peso, requiriendo mayor espacio para su disposición y es aquí donde se explica la estimación del peso volumétrico. Otro factor que llega a influir en el peso propio de los materiales, es la presencia de días de lluvia acumulándose en estos materiales particularmente en los residuos sanitarios y pañales desechables, mismos que conforman el 24.22% junto con los residuos finos.

Un punto positivo en el aspecto social, es la actitud mostrada; cerca del 90% de la población está de acuerdo en participar en propuestas para el manejo integral de los residuos sólidos en la comunidad.

Desafortunadamente la disposición final de los residuos no se lleva a cabo de manera adecuada y esto simboliza un factor de contaminación para el ambiente, la salud de la población y la calidad paisajística, ya que se suele quemar los residuos para la reducción volumétrica de esta. En resumen, la localidad de Cristóbal Obregón no cuenta con la infraestructura y los procedimientos adecuados para la disposición final que establecen las Normas Mexicanas, siendo necesaria la ejecución de actividades para un buen manejo de los residuos sólidos y su disposición final, por lo menos a nivel comunidad.

En fin, el presente trabajo provee la información básica para justificar la implementación de estrategias para un buen manejo de los residuos sólidos en la zona de estudio, al menos para los principales subproductos aprovechables, así mismo sienta las bases para el inicio de un relleno sanitario manual en apego a la norma correspondiente (NOM-083-SEMARNAT-2003).

Referencias

- (s.f.). Obtenido de <http://www.nuestro-mexico.com/Chiapas/Villaflores/Cristobal-Obregon/>
- Brunne, D., & Keller, D. (1972). *Sanitary Landfill Design and Operation*. Washington, D.C.: USEPA.
- Colmer, F. J., & Gallardo, A. (2007). *Tratamiento de residuos sólidos*. México, D.F.: Limusa.
- CONAPO. (2010). Consejo Nacional de Población. *Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010*.
- Cortinas, C. (1999). Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos.
- Escamirosa, L., Castañeda, G., & Quintal Franco, C. (2001). *Manejo de residuos sólidos domiciliarios en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. México: Plaza y Valdez.
- INE. (2015). Instituto Nacional de Ecología. *Reporte del estado ambiental y de los recursos naturales en la Frontera Norte de México*. México.
- INECC, & SEMARNAT. (2012). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://www.gob.mx/inecc>; <https://www.gob.mx/semarnat>
- INECC-SEMARNAT. (2012). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*, (pág. 18). México.
- Jiménez, N. (2015). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de estudios socioambientales*. No.17, 22-56.
- Lázaro, D. T. (2016). *Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios(RSD) de la localidad Tres de Mayo, municipio de Mapastepec, Chiapas*. Chiapas.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Cambridge: Blackwell.
- LGPGIR. (2015). Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos. *Diario Oficial de la Federación*.
- LRSDF. (2012). Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. *Asamblea legislativa del Distrito Federal III legislatura*. México.

- Moreno, Y. F. (2008). ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? En *Estudios sobre Estado y Sociedad*. (pág. 179). Espiral.
- Nadales, E. (2015). *Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en Málaga, España*. España.
- Napabé, M. d. (2016). *Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la localidad de Queretaro municipio de Angel Albino Corzo*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- PEPGIRS. (2010). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. Chiapas.
- SEDESOL. (2001). Secretaria de Desarrollo Social. *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*, 145. México.
- SEMAHN. (2015). *Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural*. Obtenido de www.semahn.chiapas.gob.mx/
- SEMARNAT. (2012). *Compendio de Estadísticas Ambientales 2012. Residuos Sólidos Urbanos*.
- Tchobanoglous, G., Theysen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Vol. I/II). Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Tchobanoglous, G., Thisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated solid waste management, Engineering Principles and Management Issues*. MCGRAWHILL INTERNATIONAL EDITIONS.
- Toledo Lázaro, D. (2016). ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD) DE LA LOCALIDAD TRES DE MAYO MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS. (p. 17). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Trejo, R. (1999). *Procesamiento de la basura urbana*. México: Trillas.
- Vaqueiro, E. (2011). *Introducción al derecho ecológico. Segunda edición*. México: OXFORD.

ANEXOS

CEDULAS DE CAMPO

Tabla 11. *FORMATO 1: CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS y PESO VOLUMÉTRICO.*

FORMATO 1: CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS y PESO VOLUMÉTRICO.								
Ubicación:					Fecha:			
Responsable:					Condiciones:			
SUB PRODUCTOS	GENERACIÓN EN PORCENTAJE						Promedio	%
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6		
Materia Orgánica								
Pañal desechable								
R. Sanitarios								
Residuo fino								
Vidrio								
Aluminio								
Envolturas								
Bolsas de plástico								
Tetrapak								
RPBI								
Cerámica								
Metales								
R. Electrónicos								
Unicel								
Plásticos voluminosos								
Textiles								
PET								
Papel y cartón								
TOTAL								
Peso Volumétrico (kg/m3)								

ENCUESTA

Figura 34. Encuesta realizada en el estudio de perspectiva ambiental.

Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la localidad Cristóbal Obregón, municipio de Villa flores, Chiapas.

ENCUESTA

No. De casa: _____ Coordenadas GPS: _____

Preguntas:

1.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

Niños _____ Edad _____ Ocupación _____

Mujeres _____ Edad _____ Ocupación _____

Hombres _____ Edad _____ Ocupación _____

1.1.- En caso de haber niños(as) menores a 3 años o adultos enfermos, ¿Usan pañales desechables? SI _____ No _____

2.- ¿De qué forma se deshacen de la basura?

Entregan a barrendero _____ Lo dan al camión recolector _____

La entierran _____ La queman _____ La arrojan a la calle _____

Lo tiran en terrenos baldíos _____ Otra _____

3.- ¿Qué días pasa el camión recolector? _____

4.- ¿Qué opina sobre el servicio de recolección de basura?

Buena _____ Regular _____ Mala _____ Pésimo _____

5.- Con el objeto de obtener alguna remuneración ¿Estaría dispuesto a recolectar residuos (vidrio, plástico, lata, cartón, etc)? Si _____ No _____

¿Cuál? _____

6.- ¿Qué días de la semana genera mayor cantidad de basura en su casa?

7.- ¿Considera el plástico como un contaminante? SI _____ NO _____

¿Por qué? _____

8.- ¿Cómo considera el entorno donde habita?

Sano _____ Regular _____ Sucio/sano _____ Sucio/Insano _____

9.- ¿Considera que la calidad de su entorno influye en usted?

Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

10.- En caso de saber sobre algún tiradero a cielo abierto. ¿Considera que le afecta directamente a usted o a su familia? Si _____ No _____ ¿Por qué?

Comentarios u observaciones:

FECHA _____/_____/_____

ANEXO FOTOGRÁFICO

Figura 35. Reunión previa a comenzar las actividades.



Figura 36. Encuestas y labor de convencimiento.



Figura 37. Etiquetado de bolsas.



Figura 38. Reconocimiento del sitio y entregas a hogares aleatoriamente.



Figura 39. Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)



Figura 40. Sitio de trabajo.



Figura 41. Equipos con los residuos de sus respectivos cuadrantes.



Figura 42. Pesado de bolsas por hogar.



Figura 43. Homogenización de los residuos.



Figura 44. Método de cuarteo.



Figura 45. Llenado del recipiente para peso volumétrico.



Figura 46. Caracterización de Residuos (separación de subproductos).



OBSERVACIONES PERSONALES

Sobre el lugar: El lugar donde nos alojamos durante los días de actividades fue en casa ejidal de la localidad, en la cual nos ofrecieron instalaciones, agua, algunos alimentos y artículos que podríamos necesitar (baños, artículos de cocina, sillas, mesas, etc.).

Cristóbal obregón es un lugar muy pacífico, con gente muy agradecida y humilde.

En las mañanas se puede percibir y apreciar el humo saliendo de algunos hogares, esto me hizo suponer que es una manera de deshacerse de sus residuos por medio de la calcinación sin una previa separación de los mismos.

Sobre la percepción y los habitantes:

Algunas personas de la localidad tienen una idea acerca de los residuos de alguna manera influenciada, ya que en las escuelas les piden llevar las botellas de PET, por lo que las personas que tienen a sus niños(as) en ellas generan la costumbre de separar el residuo para cumplir con la tarea.

También por las encuestas pudimos observar que los habitantes son conscientes del impacto que puede tener los residuos.

A escasos metros de la casa ejidal se logra observar un arroyo, al cual tienen libre acceso personas y animales, los cuales lo aprovechan para lavar su auto entre otras actividades.

Figura 47. Uno de los tantos usos que le dan al efluente cercano a la localidad.



El parque de la localidad se mantiene limpio, en él hay algunos basureros (hechos de garrafones) instalados en postes de luz. Además de las labores de limpieza diaria que realizan los trabajadores por las mañanas.

Figura 48. Acciones de limpieza al parque por parte de trabajadores.



Se pudo observar que muchas personas acostumbran a limpiar sus banquetas y calles por las mañanas.

Figura 49. Labores de limpieza por parte de los pobladores.



Sobre las actividades de recolección:

El 1er día de recolección por parte de los alumnos, comentaron que algunos participantes de las casas seleccionadas aseguraban no haber producido desechos en su domicilio e incluso no aceptaron otra bolsa para rellenarla.

El día 05/09/19 al momento de reunir los residuos, se halló que 2 bolsas contenían desperdicios en descomposición putrefacta.

Los residuos orgánicos fueron enterrados después de la separación y del pesaje de subproductos durante todos los días de actividad; estos se enterraron en un terreno aledaño al centro de operación, con ayuda de los compañeros.

Por otro lado, alumnos de 8° semestre realizaron exposiciones en diferentes escuelas, en las cuales les pedí de favor realizar encuestas a algunos alumnos acerca de la percepción que tienen sobre su entorno.

PERSPECTIVA AMBIENTAL

“Las percepciones ambientales son entendidas como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno, e influyen de manera importante en la toma de decisiones del ser humano sobre el ambiente que lo rodea” (Moreno, 2008).

Las percepciones ambientales son entendidas como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno, e influyen de manera importante en la toma de decisiones del ser humano sobre el ambiente que lo rodea (Lefebvre, 1991)

Figura 50. Encuesta sobre percepción ambiental realizada a alumnos de diferentes grados escolares.

1.- ¿Sabes que es la contaminación por basura?	SI	NO	
2.- ¿Consideras la basura como un contaminante?	SI	NO	
3.- ¿Sabes cómo se clasifica la basura?	SI	NO	
4.- ¿Sabes que es la basura orgánica?	SI	NO	
5.- ¿Sabes que es la basura inorgánica?	SI	NO	
6.- ¿Sabes que es reciclar?	SI	NO	
7.- ¿Sabes cómo aprovechar los desperdicios alimenticios?	SI	NO	
8.- ¿Sabes qué es una composta?	SI	NO	
9.- ¿Separas la basura en tu hogar?	SI	NO	
10.- ¿Colocas la basura en su lugar?	SI	NO	
11.- ¿Vendes algún tipo de desecho?	SI	NO	
12.- ¿Consideras tu entorno limpio?	SI	NO	
13.- ¿Te afecta si hay basura a tu alrededor?	SI	NO	
14.- ¿Cómo prefieres tu entorno?	Limpio	Sucio	Me da igual
15.- En una escala del 1 al 10, ¿Cómo calificas tu entorno?	_____		

RESULTADOS SOBRE ENCUESTAS DE PERSPECTIVA AMBIENTAL

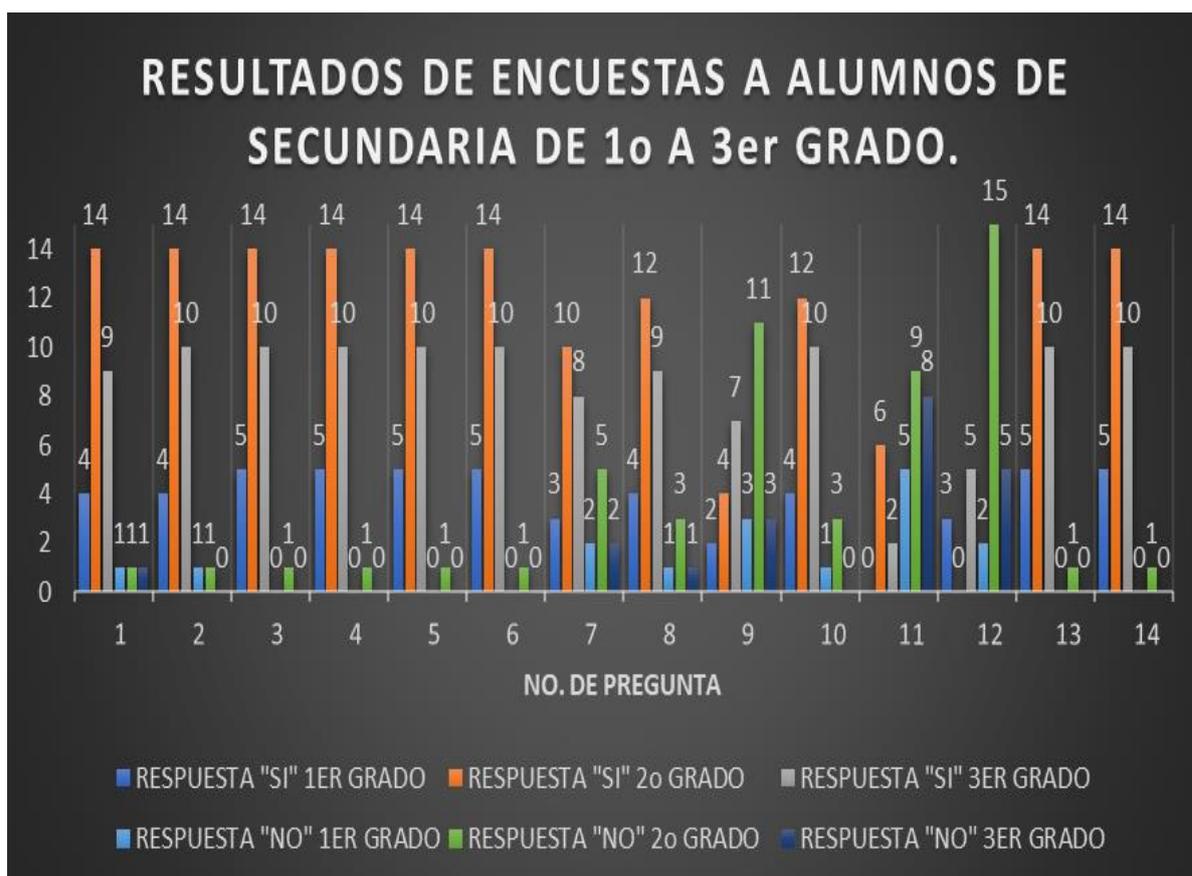
Los resultados obtenidos de acuerdo a las encuestas fueron las siguientes:

Estrato 1: Alumnos de 1^{er} a 3^{er} grado de Secundaria (30 encuestas en total).

Tabla 13. Datos obtenidos en la encuestas de perspectiva ambiental (alumnos de secundaria).

PREGUNTA	RESPUESTA "SI"				RESPUESTA "NO"				TOTAL (30)
	1ER GRADO	2o GRADO	3ER GRADO	TOTAL	1ER GRADO	2o GRADO	3ER GRADO	TOTAL	
1	4	14	9	27	1	1	1	3	30
2	4	14	10	28	1	1	0	2	30
3	5	14	10	29	0	1	0	1	30
4	5	14	10	29	0	1	0	1	30
5	5	14	10	29	0	1	0	1	30
6	5	14	10	29	0	1	0	1	30
7	3	10	8	21	2	5	2	9	30
8	4	12	9	25	1	3	1	5	30
9	2	4	7	13	3	11	3	17	30
10	4	12	10	26	1	3	0	4	30
11	0	6	2	8	5	9	8	22	30
12	3	0	5	8	2	15	5	22	30
13	5	14	10	29	0	1	0	1	30
14	5	14	10	29	0	1	0	1	30
15	CALIF TOTAL	38	82.5	67	SUMA	187.5	PROM	6.25	

Grafica 4. Resultados de encuestas sobre perspectiva ambiental a alumnos de secundaria.



Estrato 2: Alumnos de prepa elegidos al azar (10 encuestas).

Tabla 14. Datos obtenidos de encuestas sobre perspectiva ambiental a alumnos de preparatoria.

PREGUNTA	PREPARATORIA		SUMATORIA
	SI	NO	"10"
1	10	0	10
2	10	0	10
3	8	2	10
4	9	1	10
5	9	1	10
6	10	0	10
7	8	2	10
8	9	1	10
9	3	7	10
10	6	4	10
11	2	8	10
12	3	7	10
13	10	0	10
14	9	1	10
15	CALIF Total/Prom	71.5	7.15

Grafica 5. Resultados de encuestas sobre perspectiva ambiental a alumnos de preparatoria.

