

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 19 de enero 2021

C. José Francisco Jiménez Díaz

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

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

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

En la modalidad Tesis Profesional
de:

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

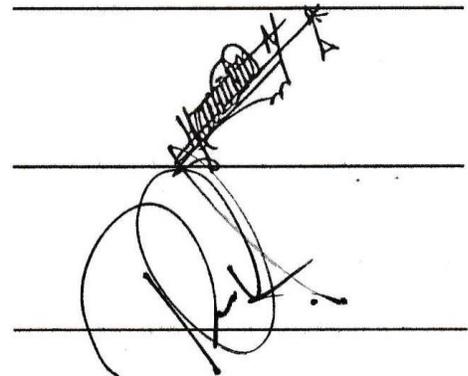
Revisores

DRA. MARÍA LUISA BALLINAS AQUINO

DR. HUGO ALEJANDRO NÁJERA AGUILAR

MIMA. PEDRO VERA TOLEDO

Firmas:



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
(RSU) EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
DE NIVEL MEDIO SUPERIOR**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

JOSÉ FRANCISCO JIMÉNEZ DÍAZ

DIRECTOR:

DRA. MARÍA LUISA BALLINAS AQUINO



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

19 DE ENERO DEL 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	10
CAPÍTULO I.....	11
1.1. Introducción	12
1.2. Planteamiento del problema.....	14
1.3. Justificación	15
1.4. Objetivos de la investigación	16
1.4.1 Objetivo General	16
1.4.2 Específicos	16
1.4.3. Hipótesis	16
1.5. Antecedentes	17
1.5.1. Manejo de residuos en Latino América	17
1.5.2. Manejo de residuos en México.....	18
1.5.3. Manejo de residuos en Chiapas	20
CAPÍTULO II.....	22
2. Marco Teórico.....	23
2.1. Residuos sólidos	23
2.2. Clasificación.....	23
2.3. Subproductos del RSU.....	26
2.4. Manejo del RSU	29
2.5. Normatividad del RSU en México	34
CAPÍTULO III	37
3. Metodología.....	38
3.1. Ubicación del estudio	38
3.2. Percepción.....	38
3.3. Observación participante	39
3.4. Caracterización de residuos	39
CAPÍTULO IV	41

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

4.1. Percepción.....	42
4.2. Observación participante	50
4.3. Caracterización de residuos	53
CAPÍTULO V	60
5.1. Discusión	61
5.2. Conclusiones	67
5.3. Referencias.....	69
CAPÍTULO VI	76
6.1. Anexo I. Encuesta dirigida a grupos 1,2 y 3.	77
6.2. Anexo II. Observación participante.	83
6.3. Anexo III. Aplicación de encuesta a grupos 1, 2, 3 y 4.	88
6.4. Anexo IV. Caracterización de residuos.	89
6.5. Anexo V. Manejo inadecuado en otras instituciones educativas.....	91
6.6. Anexo VI. Ubicación de empresas recicladoras.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del manejo del RSU.....	29
Figura 2. Iconografía para la clasificación del RSU (SEMARNAT, 2015b)	31
Figura 3. Ubicación de la EP7 a un costado de la UNACH, frente al Blvd. Belisario Domínguez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	38
Figura 4. Reducción y principales formas de reducción.....	42
Figura 5. Percepción de la generación excesiva de residuos.....	43
Figura 6. Separación de los residuos.....	43
Figura 7. Percepción sobre la cantidad de contenedores.....	44
Figura 8. Distribución de contenedores.....	45
Figura 9. Capacidad de almacenamiento de los contenedores.....	46
Figura 10. Percepción de la situación con relación al almacén temporal.....	46
Figura 11. Reciclaje y aprovechamiento de materiales en la EP7.....	47
Figura 12. Consideraciones para llevar a cabo composteo.....	48
Figura 13. Actividades para llevar a cabo un manejo adecuado de los residuos.....	49
Figura 14. Esquema de la EP7 y distribución de contenedores.....	50
Figura 15. Alumnos abasteciéndose de agua en recipientes propios	83
Figura 16. Costo de impresiones (\$2.00) dentro de la EP7	83
Figura 17. Contenedor vacío para almacenar PET.....	83
Figura 18. Inadecuado depósito de bolsas en el almacén temporal.....	84
Figura 19. Depósito de residuos en jardineras.....	84
Figura 20. Deposito de residuos en pasillos.....	84
Figura 21. Contenedor entre 80 y 85% de su capacidad.....	85
Figura 22. Contenedores en salones con exceso de residuos.....	85
Figura 23. Vista desde el interior del almacen temporal.....	85
Figura 24. Aparente presencia de fauna nociva en el almacén temporal.....	86

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Figura 25. Almacen temporal antes de la intervención.....	86
Figura 26. Almacen temporal despues de la intervención.....	86
Figura 27. Separación de PET para reciclar.....	86
Figura 28. Pendiente del terreno en la EP7.....	87
Figura 29. Especies de arbolado; a) Benjamina (<i>ficus benjamina</i>), b) Cedro (<i>Cedrela odorata</i>).....	87
Figura 30. Hojas y PS depositado en jardineras.....	87
Figura 31. Personal de cafetería transportando residuos.....	88
Figura 32. Personal de limpieza recolectando residuos; a) Con guantes, b) Sin guantes.....	88
Figura 33. Periodo de muestreo de la caracterización en la EP7 con respecto a la generación típica máxima de residuos durante el periodo escolar agosto-diciembre 2019.....	53
Figura 34. Generación diaria de residuos en la EP7.	54
Figura 35. Porcentajes de los subproductos encontrados en la composición de los residuos.....	55
Figura 36. Peso volumétrico “ <i>in situ</i> ”.....	55
Figura 37. PV de subproductos de la EP7 en un periodo de 60 días.	56
Figura 38. Población de alumnos y generación diaria de RSU para las instituciones educativas de nivel medio superior en el estado de Chiapas.....	59
Figura 39. Alumnos contestando encuesta.....	88
Figura 40. Docente contestando encuesta.....	88
Figura 41. Administrativo contestando encuesta.....	89
Figura 42. Personal de limpieza contestando encuesta.....	89
Figura 43. Pesaje de muestras de EP7.....	89
Figura 44. Cuarteo de muestra de residuos de EP7.....	89
Figura 45. PV “ <i>in situ</i> ” de residuos.....	89

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Figura 46. Separación de subproductos.....	89
Figura 47. Separación en subproductos.....	90
Figura 48. Pesaje de los subproductos.....	90
Figura 49. PV “ <i>in situ</i> ” del PS.....	90
Figura 50. PV “ <i>in situ</i> ” de HDPE-C.....	90
Figura 51. PV “ <i>in situ</i> ” de PET-2.....	90
Figura 52. PV “ <i>in situ</i> ” de A.L.-C.....	90
Figura 53. Residuos mezclados en contenedor (Gomez, 2018)	91
Figura 54. Residuos depositados en el estacionamiento de una institución educativa (Flores, 2013)	91
Figura 55. Contenedor con PET depositado en el suelo (Osorio, 2018)	91
Figura 56. Residuos depositados junto a vegetación (Gomez, 2018)	91
Figura 57. Diseño deficiente de almacén temporal debido a entradas pequeñas (Barrientos, 2011)	92
Figura 58. Incineración de residuos dentro de una institución educativa (Gomez, 2018) ...	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Manejo de residuos en Latino América.....	17
Tabla 2. Manejo de residuos en México.....	18
Tabla 3. Manejo de residuos en Chiapas.....	20
Tabla 4. Composición de los principales subproductos en instituciones educativas de nivel medio superior en el estado de Chiapas.....	21
Tabla 5. Categoría de los generadores de residuos.....	23
Tabla 6. Listado de los RME.....	24
Tabla 7. Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo al origen.....	25
Tabla 8. Ventajas y desventajas del papel y cartón para su uso.....	26

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Tabla 9. Plásticos más usados.....	27
Tabla 10. Principales subproductos del RSU en sistemas de recuperación.....	32
Tabla 11. Marco legal del RSU.....	35
Tabla 12. NMX vigentes en materia de residuos para llevar a cabo estudios de caracterización	36
Tabla 13. Población encuestada para cada grupo.....	39
Tabla 14. Calendario de la observación participante.....	39
Tabla 15. Contenedores de acuerdo a su capacidad de almacenamiento.....	51
Tabla 16. Subproductos encontrados en la composición de los residuos.....	54
Tabla 17. PV “ <i>in situ</i> ” de los subproductos como indicadores.....	56
Tabla 18. Empresas dedicadas al reciclaje en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.....	57
Tabla 19. Precio de compra y almacenamiento de 4 empresas recicladoras para realizar recolección.....	57
Tabla 20. Gasto de combustible.....	57
Tabla 21. Costo-beneficio con respecto al volumen y peso de almacenamiento.....	57
Tabla 22. Alumnos y planteles en el estado de Chiapas.....	58
Tabla 23. Alumnos y planteles con grado de marginación en el estado de Chiapas.....	58
Tabla 24. Similitud en los porcentajes de la composición del RSU en instituciones educativas.....	62
Tabla 25. Distancia de la EP7 con 4 recicladoras de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.....	92

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

DEDICATORIA

A mi madre

Por ser la persona que admiro en toda extensión como ser humano, por el cariño y amor incondicional que siempre me das, por tus sacrificios en tantos años de vida, gracias a ti me he forjado como la persona que soy en la actualidad, te adoro y te amo mamá.

A mis hermanos

Que siempre me han brindado amor, paciencia, confianza y respaldo en todo momento. Su ayuda a sido fundamental en esta parte de mi vida, este proyecto no fue fácil, pero se mantuvieron ahí, ayudándome hasta donde sus alcances permitían, sepan que los llevo en mi mente y corazón todos los días de mi vida, son impulso y motivación de superación personal, los quiero tanto.

Sobrinos

Son el reflejo de nosotros como familia, deseo tanto que logren crecer de la mano con mi madre, quien tiene tanto que enseñar e inculcar. Similar a sus padres, quienes vivieron muchos obstáculos mientras crecían, yo estuve ahí, yo los vi, sin embargo, me enorgullece mencionar que nunca se detuvieron, avanzaron en la vida a pesar de las circunstancias, son personas extraordinarias, los respeto y quiero mucho. Así como ellos, ustedes tampoco se detengan, logren sus propósitos, encuentren ese lugar donde se sientan bien con ustedes mismos.

A mis abuelos

Por el cuidado y atención que me brindan, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente en cada una de las etapas de mi vida. A mi abuela María Luisa que culminó su estadía en este camino llamado vida, ahora desde un lugar mejor cuida de mi madre y toda su familia. A todos mis abuelos, mediante este escrito quiero mencionarles lo feliz y orgulloso que estoy al conocer su origen, sencillez, humildad y corazón que los caracteriza, misma que ha traspasado generaciones, son mi pasado y viven en mi presente, los quiero tanto.

A mis tíos y tías

Por el apoyo, compañía y consejos dados durante el transcurso de estos años, especialmente por confiar en mi sueño, que por difícil que parecía supieron alentarme para no dejar el proceso a medias. Por lo tanto, mi trabajo también es para ustedes, los quiero, su sobrino.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

A mis amigos

Por creer en mí, por darme la aspiración de continuar en el camino del conocimiento y superación personal, por su compañía y amistad. Por todos los favores, risas y convivencias que me brindaron tanto en altos como en bajos, en cualquier caso, estuvieron conmigo.

Especialmente, Areli Jiménez Márquez

Pues protagonizaste parte de los cimientos en la formación de mi vida profesional y personal, fortaleciste en mí, sensibilidad, responsabilidad y confianza. Me alentaste a superarme cuando me estancé en más de una ocasión. En ti encontré a un gran ser humano con bondad, determinación, carácter, sensibilidad, aptitud y actitud son solo algunos aspectos que me hacen admirarte.

Por lo tanto, quiero dedicarte esta Tesis que finaliza con éxito, pese a las circunstancias de la vida estuviste apoyándome en las decisiones que tome, hoy quiero compartir contigo mi alegría y logro, te quiero mucho.

A todos ustedes, les dedico mi trabajo.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Por todos los servicios que año con año tuve la oportunidad de ver crecer y ampliarse con la finalidad de atender a sus estudiantes. En mi caso, con mucha satisfacción llevare el nombre de la institución que me brindó la oportunidad de formarme como profesionista en tan noble y grande área de enfoque como la ingeniería ambiental.

Preparatoria 7

A los docentes, administrativos, alumnos y todas las personas que me apoyaron en brindarme información para llevar a cabo la investigación, abrirme sus puertas y permitirme realizar todo el proceso dentro de su establecimiento educativo.

El comité

Quienes fueron mis profesores de clases durante mi estancia universitaria, con valores de trascendencia, alto compromiso académico y valores humanos, por tales atributos decidí compartir de inicio a fin la elaboración y evolución del presente trabajo, agradezco infinitamente a la Dra. María Luisa Ballinas Aquino, Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar y MIMA. Pedro Vera Toledo por el compromiso conmigo, conocimientos compartidos, orientaciones, apoyo y comentarios, así como sugerencias en este joven inexperto que a través del tiempo invertido pude encaminarme en la culminación de esta etapa académica y de crecimiento.

Compañeros de estudio

Por su amistad y compañía a lo largo del tiempo de formación académica, quienes día a día compartimos experiencias y retos que nos fortalecieron para encontrar nuestro enfoque ambiental. Un agradecimiento especial a Brenda Verence Junco Ovalles, Edgar Alejandro Gómez Guillén y José Arturo Ozuna Díaz por su apoyo incondicional en el trabajo de campo y experiencias compartidas.

CAPÍTULO I

Introducción

1.1. Introducción

Los residuos sólidos provocan impactos ambientales que se incrementan con el aumento de la población (Maldonado, 2006), hábitos de consumo y estilos culturales que demandan mayor cantidad de recursos naturales (Brown, 2006). Si se observa la complejidad de la problemática se hace imprescindible adecuar sistemas que puedan aprovechar de manera eficiente los residuos.

Dicha complejidad puede abordarse desde el ámbito escolar puesto que es un espacio donde existe una organización que favorece la formación ética y cultural en el conocimiento en cuanto al manejo de los residuos (Ruíz, 2017), dentro de estos rubros las instituciones educativas juegan un papel esencial para contribuir en la prevención y solución de problemáticas ambientales a través de sus funciones de educación, investigación y difusión encaminadas a lograr una cultura en el cuidado del medio ambiente (Espinosa, Turpin, Vázquez, Vázquez, Cisneros, De la Torre y García., 2013).

En el mismo sentido, los estudios sobre el manejo de los residuos en las instituciones educativas se enfocan en aspectos diferentes dependiendo del objetivo de la investigación, en el aspecto económico Armijo de Vega, Ojeda-Benítez, Ramírez-Barreto y Quintanilla-Montoya (2006) hacen mención que cerca del 33% de los residuos generados en las instituciones pueden reciclados. Por otro lado, Espinosa *et al.* (2013) se enfocan en analizar la eficiencia de estrategias para llevar a cabo separación en la fuente, demostrando que los grupos poblacionales no siempre están listos para separar los residuos y que es necesario intensificar aspectos que podrían significar el éxito.

De manera similar, García, Toyo, Acosta, Rodríguez y El Zauahre (2014) realizaron el estudio de residuos sólidos desde el ámbito cualitativo, su trabajo evidencia la noción que tienen los participantes ante las diferentes etapas del manejo de los residuos, recalcando la importancia de conocer la opinión de los participantes a la hora de tomar decisiones evitando el rechazo de estrategias que la población no considere benéfica o esté dispuesta a relajar.

El análisis en el manejo de los residuos no solo se limita a lo cualitativo, pudiendo incluir aspectos de infraestructura y la opinión de los participantes. Como resultado es posible describir un panorama amplio de lo que sucede desde la generación hasta la recolección de los residuos en las instituciones educativas (García, Nájera, Solís y Vera, 2016).

Por otro lado, otros trabajos comprenden el diagnóstico basado en la caracterización de residuos sólidos en donde empleando métodos de instrumentos normativos cuantifican la composición y generación en las instituciones educativas (Pérez, 2017).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

En este contexto, los estudios de residuos sólidos en las instituciones educativas deben ser estructurados desde el ámbito económico, social y técnico. Castillo y Luzardo (2013) destacan la importancia de los estudios de residuos sólidos, permitiendo diseñar estrategias para manejar adecuadamente los residuos ya que los sistemas empleados no pueden simplemente recrearse debido a que la composición es variada y se debe estructurar de acuerdo a las características propias de cada institución.

Finalmente, se vuelve importante el diagnóstico del manejo de los residuos en las instituciones educativas debido que a partir de la información documentada se tomarán decisiones para la elaboración de acciones o estrategias que podrán representar el éxito o fracaso de las mismas.

1.2. Planteamiento del problema

En Latino América, durante los años 1970 a 2000 la generación per cápita (GPC) de residuos pasó del rango de 0.2 a 0.5 kg/día al 0.5 a 1 kg/día (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2000, como se citó en Barrientos, 2011). En el caso de México, en el 2012 la GPC pasó de 0.852 kg/día (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2020a) a 0.944 kg/día para el 2020, de los cuales, 22.03% se clasifica como “otros residuos” que no incluyen los susceptibles a reciclaje o aprovechamiento (SEMARNAT, 2020b).

En el mismo sentido, las instituciones educativas no se encuentran excluidas a los cambios presentes en la sociedad, por lo que el comportamiento en el incremento en la generación de residuos visualizado en la sociedad también podría observarse en los centros educativos (Coyago, Gonzales, Heredia y Sánchez, 2016). Además, de acuerdo a García *et al.* (2016) la generación de residuos en el ámbito educativo puede presentar gran dispersión que debe considerarse al momento de tomar decisiones con respecto a la recolección y almacenamiento. Lo anterior, se evidencia en el trabajo de Osorio (2018) en donde el depósito de los residuos producidos en una institución educativa no siempre se lleva a cabo en los contenedores y muchas veces terminan en el suelo, consecuentemente, el material se acumula en las diferentes áreas de la institución e inclusive fuera de esta.

De forma similar, otro comportamiento observado es cuando los residuos son recolectados de los contenedores y trasladados a un almacén temporal hasta que el servicio de recolección se los lleva. El problema radica cuando el almacén temporal no tiene las condiciones adecuadas, en algunos casos dicho lugar solo representa un espacio al aire libre dentro o fuera de las instituciones. Además, el camión recolector no siempre se encuentra disponible para todas las instituciones educativas, al no existir un periodo constante de recolección, se acumulan los residuos provocando mal aspecto y proliferación de malos olores (Flores, 2013).

En el mismo sentido, Gomez (2018) evidencia en la institución de su caso de estudio, no cuenta con el servicio de recolección por parte del H. Ayuntamiento correspondiente, por lo que las actividades de depósito a cielo abierto e inclusive incineración son acciones que se llevan a cabo como mecanismos para eliminar los residuos generados.

1.3. Justificación

El análisis de cada una de las etapas en el manejo de los residuos facilita la toma de decisiones para el manejo de los mismos obteniendo información que facilite la gestión social, técnica y económica, atendiendo la problemática ambiental derivado de su generación, acumulación y disposición final mediante la determinación de puntos clave, mejorando el manejo y promoviendo la participación con responsabilidad ambiental (García *et al.*, 2014).

En el mismo sentido, la reducción y separación de residuos se convierten en actores clave para la implementación de estrategias ambientales, Ruíz (2017) demuestra que la reducción de la cantidad de residuos en una institución educativa es posible y no se debe limitar a estrategias, sino más bien convertirse en una herramienta educativa.

Además, con el presente trabajo de investigación se actualiza la información en la forma en que se manejan los residuos en una institución educativa de nivel medio superior, así como el panorama estatal documentado, con la finalidad de tomar mejores decisiones al contar con información documentada y actualizada. En el mismo sentido, un caso que puede relacionarse es la Ley de residuos sólidos para el estado de Chiapas y sus municipios (2019) donde establece en el apartado de educación y difusión, establecer programas y acciones de reducción y separación de residuos en los centros educativos.

Un caso muy parecido con la ley antes mencionada, es el Diagnostico Básico para la Gestión Integral de Residuos 2020 en donde el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y SEMARNAT realizan el estudio que identifica la situación que presenta el país en la generación y manejo de residuos sólidos a nivel nacional (SEMARNAT, 2020b), de tal manera que los estados mediante dicha información contenida puedan realizar acciones a partir de datos actualizados.

Por lo anterior, la presente investigación se consolida en brindar un panorama general de cómo opera una institución educativa, características y descripción de cada una de las etapas en el manejo de los residuos, atendiendo la necesidad de explorar la temática, generando datos que sirvan de apoyo en la toma de futuras decisiones en el ámbito educativo.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Analizar el manejo del RSU en la Preparatoria 7 (EP7), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

1.4.2 Específicos

Objetivo 1. Conocer la percepción de la comunidad educativa sobre el manejo del RSU mediante encuesta.

Objetivo 2. Describir el manejo del RSU en el ámbito escolar de la EP7 mediante observación participante.

Objetivo 3. Caracterizar el RSU a partir de métodos señalados en las normas mexicanas (NMX) vigentes.

1.4.3. Hipótesis

1. Cada grupo de la EP7 presentará una percepción diferente y al mismo tiempo, el grupo personal de limpieza es quien principalmente percibirá un manejo adecuado, por lo que no estará dispuesto a realizar cambios.

2. Se observará manejo inadecuado de los residuos en la EP7 similar al descrito en otras instituciones educativas; esto, a pesar de existir características y contextos específicos para cada institución.

3. En la composición de los residuos se espera al material orgánico como principal subproducto y la fracción aprovechable (orgánico e inorgánico) alrededor del 69%, representando un área de oportunidad en el manejo adecuado de los residuos desde el ámbito escolar.

1.5. Antecedentes

Los trabajos que se han desarrollado en el tema de residuos sólidos en instituciones educativas son variados y tienden a enfocarse a vertientes diferentes que van desde el levantamiento de información de cantidad y composición hasta la aplicación de estrategias de manejo. Por lo anterior, se analizó información a nivel Latino América, nacional y estatal, en cuanto GPC, composición, periodicidad del estudio y número de población estudiada (ver tabla 1, 2 y 3).

1.5.1. Manejo de residuos en Latino América

Tabla 1. Manejo de residuos en Latino América

Autor	Institución	Tipo de proyecto	Duración (d, m, año)	GPC (kg/hab.- día)	Composición (%)	Población
Barrientos (2011)	Universidad Nacional de Costa Rica	Caracterización de residuos sólidos.	11 m		Papel y cartón (82%), vidrio (8%), plástico (4%) y metales (2%).	9,000
Castillo y Luzardo (2013)	Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga	Evaluación del manejo de residuos sólidos.	2011 a 2013	De 0.025 a 0.062		De 5,922 a 6,592
Coyago <i>et al.</i> (2016)	Universidad Politécnica Salesiana	Caracterización de residuos sólidos.	2012 a 2013	0.3	M.O (46.47%), plástico (22.17%), papel (16.45%), vidrio y metales (7.05%), restos inorgánicos (3.12%), aparatos electrónicos (0.14%) y pilas (0.01%).	3,884
Manfred y Atna (2013)	Escuela Brasileña	Implementación de un sistema de gestión de residuos.	85 d	0.326	M.O (38.2%), material reciclable (42.6%) y material no aprovechable (19.2%).	1,350

Simbología: d (día), m (mes), GPC (generación per cápita), M.O. (material orgánico), PET (polietileno tereftalato), L.A. (lata de aluminio).

En América latina, la GPC se encuentra en 0.91 kg/hab-día (Ripoll, 2003) equivalente a un tercio en comparación con el valor institucional en el rango 0.300 a 0.326 kg/hab-día, de acuerdo a los trabajos de la tabla 1. Coyago *et al.* (2016) mencionan que la GPC de las instituciones educativas tiende a ser inferior en comparación al valor municipal debido a que la población estudiantil se considera como fugaz.

A cerca de la composición, destaca el material orgánico (M.O.) en el rango de 30 a 50% y entre un 4 a 19.2% es no aprovechable.

Por otro lado, la periodicidad es un factor clave que puede ser determinado con el recurso económico disponible para llevar a cabo el estudio, en donde dos de los cuatro trabajos (ver tabla 1) recibieron financiamiento y por lo tanto son más extensos en comparación de los que no obtuvieron recurso para llevarse a cabo.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

La tasa de incremento de la comunidad estudiantil puede ser un factor clave que repercute tanto en la generación y composición de los residuos, de tal manera que los valores obtenidos en un tiempo en específico pueden modificarse tal como se observa en el trabajo de Castillo y Luzardo (2013), quienes mencionan que el incremento de la generación se debe directamente a la población, aunque Álvarez (2013) demuestra que la educación ambiental enfocada al reciclaje tiende a mejorar el comportamiento de los alumnos, por lo que a pesar del incremento en la población estudiantil, la reducción y separación en la fuente de los residuos provoca un mínimo incremento en la generación de residuos.

1.5.2. Manejo de residuos en México

Tabla 2. Manejo de residuos en México						
Autor	Tipo de Institución	Tipo de proyecto	Duración (d, m, año)	GPC (kg/hab.-día)	Composición (%)	Población
Armijo de Vega <i>et al.</i> (2006)	Universidad Autónoma de Baja California	Caract. de residuos sólidos.	14 d		Material reciclable de edificios (33%), Material reciclable jardinería (80%) material reciclable de área de cafetería (54%).	
Maldonado (2006)	CINVESTAV-Mérida	Programa de separación de subproductos.	3 años		M.O (48%), cartón y papel (20%), PET (8%), vidrio (5%), L.A. (2%) y residuos difíciles de clasificar (17%).	410
Ruíz (2012)	Universidad Iberoamericana	Caract.	2008 a 2009	0.33	M.O (50.94%), papel (15.63%), cartón (5.4%), botellas y empaques PET (3.82%), plástico mixto (2.05%), vidrio (2.33%), aluminio (1.66%), poliestireno expandido (0.31%) y no aprovechable (17.86%).	11,700
Ruíz (2017)	Universidad Iberoamericana	Implementación del plan de manejo integral de residuos sólidos.	2009-2015			13,953
Rosales, Saldaña, Toledo y Maldonado (2013)	Instituto Tecnológico de Tepic	Caract. de residuos sólidos.	12 d	0.2355		3,847
Vargas, Alvarado, López y Cisneros (2015)	Universidad Tecnológica de Salamanca	Caract. de residuos sólidos.	25 d	0.0392	Restos de comida (69.4%), papel (17.6%), cartón (4.6%), PET (2.6%), jardinería (2.1), plástico (0.8%), L.A. (0.7%), madera (0.6%), algodón (0.5), bolsas aluminizada	707

(0.1), cartón encerado
(0.09%), material
ferroso (0.07%), RPBI
(0.02%), uncel
(0.02%) y vidrio
transparente
(0.006%).

Simbología: d (día), m (mes), GPC (generación per cápita), M.O. (material orgánico), PET (polietileno tereftalato), L.A. (lata de aluminio).

De acuerdo a los trabajos de Rosales *et al.* (2013), Ruíz (2012) y Vargas *et al.* (2015), la GPC de las instituciones educativas se encuentran en el rango de 0.039 a 0.33 kg/hab-día, presentando similitud con el valor determinado por los estudios realizados en América Latina correspondiente de 0.300 a 0.326 kg/hab-día.

En lo que respecta a la composición en porcentajes, el M.O. destaca como uno de los principales presentando entre el 48 y 69.4%, seguido del papel y cartón entre 5.4 y 20%, PET alrededor del 2.6 y 8%, vidrio entre el 0.006 y 5%, así como latas de aluminio (L.A.) entre 0.7 y 2%. Con los valores presentados en la composición se puede decir que en el país predominan 5 componentes: M.O., papel y cartón, PET, vidrio y L.A., esta información no puede compararse en su totalidad con los datos a nivel Latino América debido a que no se encuentra suficiente información, sin embargo, se reafirma el componente orgánico como principal material.

De acuerdo al tiempo en que se llevan a cabo los estudios, los que presentan tiempos más prolongados van encaminados a programas de aprovechamiento de materiales, en cambio los encaminados a establecer diagnóstico en cuanto a cantidad y composición de los residuos son breves, Rosales *et al.* (2013) hacen gran hincapié en este punto, donde mencionan que los datos recopilados en un tiempo determinado pertenecen únicamente al periodo en que fueron tomados, aunque por otro lado Sandoval (2015) indica que los tiempos más prolongado permite demostrar variaciones en cuanto a generación, pero aumenta la influencia de los factores que pueden alterar los datos.

En lo que respecta a la GPC esta parece estar relacionada con el incremento de la población, sin embargo, no hay certeza debido a que en el trabajo de Manfred y Atna (2013) evidencian como una institución educativa con población pequeña alcanza una GPC alta (ver tabla 1).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

1.5.3. Manejo de residuos en Chiapas

Tabla 3. Manejo de residuos en Chiapas

Autor	Tipo de Institución	Tipo de proyecto	Duración (d, m, año)	GPC (kg/hab.- día)	Composición (%)	Población
Hernández (2016)	Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)	Caract. de residuos sólidos.	5 d	0.0421	M.O. y jardinería (56.43%), PET (12.1%), papel y cartón (12%), residuo sanitario (6.6%), plástico (5.35%), vidrio (2.44), residuo fino (1.47%), metal (1.46%), PS (0.95%), tetra pack (0.47%) y RP (0.17%).	1,722
Osorio (2018)	Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH) plantel 42	Caract. de residuos sólidos.	1 m	0.0920	PS (48%), PET (17%), M.O. (13%), aluminio (11%), PEBD (7%) y papel (4%).	500
García <i>et al.</i> (2016)	Institución Educativa de nivel superior	Manejo de residuos sólidos no peligrosos en una institución de educación superior.	8 d	0.14	M.O (23%), plástico (23%), vidrio (13%) papel (8%), cartón (8%), aluminio (1%), PS (1.5%) y madera (3%).	4,728
Pérez (2017)	Facultad de arquitectura campus i UNACH	Diag. de los residuos sólidos generados en la facultad de arquitectura campus i UNACH.	8 d	0.0385	M.O. (39.15%), plástico (12.05%), PET (13.45%), vidrio (8.35%), PS (3.35%), papel (7.55%), cartón (9%), residuo sanitario (3.75%), aluminio (0.85%), tetra pack (0.35%), otros (2.1%).	1,012
Flores (2013)	Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH) Plantel 33, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	Diag. y propuesta para la gestión integral de residuos sólidos en el COBACH 33, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.	12 d	0.0599	M.O (43%), PET (18%), otros plásticos (9%), papel (4.6%), cartón (4.1%), servilletas (4%), PS (3%), residuo sanitario (2.6%), polipropileno laminado (2.3%), tetra pack (1.6%), polipropileno (1.5%), vidrio (1.1%), aluminio (0.94%), otros (0.82%), R.P (0.62%), telas (0.5%).	2,049
Gomez (2018)	Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH) plantel 136, Ignacio Zaragoza, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas	Gestión integral de residuos sólidos generados en el COBACH 136, Ignacio Zaragoza, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.	10 días	0.0926	M.O (39%), material reciclable (51%) y material no aprovechable (10%).	218

Simbología: d(día), m (mes), GPC (generación per cápita), M.O. (material orgánico), PET (polietileno tereftalato), PS (poliestireno expandido), PEBD (polietileno de baja densidad).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

La GPC en el estado se establece a partir de los trabajos en el rango de 0.0385 a 0.14 kg/hab-día, dato que para esta investigación cabe en lo establecido a nivel nacional de 0.0392 a 0.33 kg/hab-día.

En la composición se identifican los 5 principales productos de los residuos a nivel nacional, siendo el M.O. con 56.43% el mayoritario en comparación del resto, esto puede deberse a que las instituciones educativas generalmente presentan áreas verdes de gran tamaño y por ende se generan cantidades mayores de restos de jardinería (Castillo y Luzardo, 2013), por otro lado, el papel y cartón, PET, vidrio y L.A. están presentes pero en diferentes porcentajes, además de encontrarse materiales como tetra pack y poliestireno expandido (PS). Finalmente, se puede decir que la composición se encuentra dentro de lo que establece el nacional e internacional y los materiales que no están incluidos hacen referencia a la puntualidad de los estudios, es decir, se debe a los residuos generados en la región.

En la tabla 4 se observa la composición en porcentaje de los principales subproductos que reportan los trabajos a nivel estatal en el sistema educativo de nivel medio superior. Resultando un 69% del residuo total generado que es susceptible a ser reciclado, así como la falta de trabajos que brinden más datos.

Tabla 4. Composición de los principales subproductos en instituciones educativas de nivel medio superior en el estado de Chiapas.

	Autor				Promedio
	Hernández (2016)	Osorio (2018)	Flores (2013)	Gomez (2018)	
	Cantidad (%)				
M.O	56.43	13	43	39	37.8
PET	12.1	17	18		15.7
Papel y cartón	12	4	8.7*		8.2
Aluminio		11	0.94		5.97
Metal	1.46				1.46
Suma					69.13

Sumatoria de papel (4.6%) + cartón (4.1%)*

Con respecto al tiempo en que se realizan los trabajos, estos van desde 5 días hasta 4 semanas, abarcando un periodo total de un mes. En todos los casos se señala la particularidad de basarse en los días laborales de la institución educativa.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2. Marco Teórico

2.1. Residuos sólidos

Los residuos sólidos son todos aquellos que se producen tanto en actividades antropogénicas como animales y que son desechados por carecer de valor (Tchobanoglous, Theisen y Vigil., 1994).

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) un residuo es todo aquel material generado en los procesos productivos cuyas características no permiten volver a utilizarlo en el proceso que lo generó (LGEEPA, 2018). En cambio, la Ley General Para la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2018) lo define como materiales que el propietario desecha en algún contenedor y que puede ser valorizado, llevar tratamiento o disposición final. En la primera ley, el residuo se considera sin valor y en la segunda se abre a ser revalorizado como material para los procesos productivos.

2.2. Clasificación

Para entender cómo se clasifican los residuos, es necesario definir al generador, la LGPGIR (2018) lo determina como cualquier persona física o moral que en sus actividades produzca residuos, es decir, se engloba cualquier actividad realizada que genere residuos independientemente de quien resulte responsable. Además, los generadores están establecidos por categorías en función de la cantidad de residuo producido (ver tabla 5).

Categoría	Cantidad
Micro generador	Establecimientos industrial, comercial o mercantil que genere hasta 400 kg.
Pequeño	Persona física o moral que genere en cantidad igual o mayor a 400 kg y menos de 10 toneladas al año.
Gran generador	Persona física o moral que genere más de 10 toneladas al año.

Fuente: Elaboración propia con datos de la LGPGIR (2018).

En consiguiente, la LGPGIR (2018) clasifica a los residuos de acuerdo a la composición, origen y cantidad de residuo generado en 3 grandes categorías, siendo:

- Residuo Peligroso (RP)
- Residuo de Manejo Especial (RME)
- Residuo Sólido Urbano (RSU)

El RP es el que presenta alguna característica Corrosiva, Reactiva, Explosiva, Tóxica, Inflamable, Biológico-Infecioso (CRETI-B), así como los envases, embalajes o suelos que hayan sido contaminados y se les confiera peligrosidad.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Para poder clasificar a los RP la NOM-052-SEMARNAT-2005 enlista el RP y establece el procedimiento para identificarlos, salvo del residuo peligroso Biológico-Infecioso (RPBI) que se regula exclusivamente por la NOM-087-SSA1-SEMARNAT-2002 en donde establece especificaciones de manejo para todo aquel que tenga alguna relación directa (SEMARNAT, 2015a).

En cuanto al RME se determina a través de 2 condiciones principales, la primera cuando se considera que el residuo tiene características del RSU, pero proviene de un gran generador y segundo cuando lo determina la LGPGIR a través de un listado que se observa en la tabla 6.

Tabla 6. Listado de los RME	
RME	Descripción
De rocas	Aquellos que se utilizan para la fabricación de materiales de construcción, los derivados de la descomposición de rocas.
Servicios de salud	Los que se generan en actividades médico-asistencia a humanos o animales, sin incluir a los biológico-infeccioso.
Actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, etc.	Insumos de las actividades.
Servicios de transportes	Generados por actividades en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y aduanas.
Lodos residuales	Provenientes del tratamiento de aguas residuales.
Centros comerciales o tiendas departamentales	Siempre y cuando sea producido por un gran generador.
Construcción	Incluye residuos generados en construcción, mantenimiento y remodelación.
Tecnológicos	Incluye a electrónicos en general, aquellos que al final de su vida útil requieran un manejo especial.
Pilas	Que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc o cualquier otro elemento empleado para generar energía en el sistema, que se encuentren por debajo de los niveles para ser considerados como peligrosos.
Neumáticos	Que estén usados o se encuentren en condiciones no aptas para su funcionamiento.
Otros	Los que determine la SEMARNAT en acuerdo a las entidades federativas y estatales.

Fuente: Elaboración propia con datos de la LGPGIR (2018).

Por lo que se refiere al RSU, comprende a todos los generados en casa habitación como resultado de actividades domésticas, así como los que provienen de alguna otra actividad, pero reúnen las características domiciliarias, siempre que no entren en la categoría de RME. Además, el RSU se subclasifica en orgánicos e inorgánicos para facilitar la separación primaria y secundaria.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Para el Reglamento para Gestión de los Residuos del Municipio de Tuxtla Gutiérrez (RPGRMTGZ, 2015), los residuos orgánicos son los que presentan característica biodegradable proveniente de preparación y consumo de alimentos, así como de los generados en podas de árboles y áreas verdes, incluyendo al estiércol de animales siempre que sea en poca cantidad.

Los residuos inorgánicos, no presentan características de los residuos orgánicos y se pueden emplear para aprovechamiento a través de reusó y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón, plástico, laminados de materiales reciclables, aluminio, metales, y demás que no sean considerados como RP o RME.

Por otro lado, Tchobanoglus *et al.* (1994) clasifican a los residuos de acuerdo al origen en 8 categorías (ver tabla 7). Donde cada origen presenta una composición de residuo diferente, puesto que las actividades que se desarrollan varían dependiendo del origen.

Tabla 7. Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo al origen		
Origen	Instalaciones o actividades donde se generan	Tipos de residuos
Doméstica	Viviendas aisladas, unifamiliares y multifamiliares	Restos de comida, papel, cartón, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, cenizas, residuos de manejo especial (artículos voluminosos, electrodomésticos, baterías, pilas, aceite, neumático, etc.), residuos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, hoteles, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, restos de comida, vidrio, metales, y en general los generados en la fuente doméstica.
Institucional	Escuelas, hospitales, centros gubernamentales, etc.	Los generados en la fuente comercial.
Construcción y demolición	Lugares nuevos de construcción o remodelación	Medra, acero, hormigón, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, playas y zonas de recreo en general.	Recortes de árboles y plantas, residuos de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de tratamiento; incineradoras municipales	Aguas residuales y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de planta de tratamiento de aguas residuales, compuestos de lodos residuales.
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales chatarra, restos de comida, cenizas, residuos de construcción y demolición, residuos de manejo especial, residuos peligrosos.
Agrícola	Cosecha de campo, ganadería, granjas, etc.	Restos de comida, residuos agrícolas, residuos peligrosos.

2.3. Subproductos del RSU

Para la Ley de Residuos para el Estado de Chiapas y sus Municipios (2019), define al subproducto como el material resultante de cualquier proceso productivo, que puede ser comercializado o aprovecharse como materia prima en cualquier proceso o instalación. Por lo tanto, para esta investigación, se determinan los subproductos que predominan en las instituciones educativas a partir de lo establecido en el apartado de antecedentes, los cuales se enlista a continuación:

- Material orgánico (M.O.)
- Papel y cartón
- PET
- Vidrio
- Latas de aluminio (L.A.)

Se entiende como M.O. al residuo orgánico definido por el RPGRMTGZ (ver apartado 2.2 Clasificación).

El papel puede ser definido como una lámina plana constituida por fibras celulósicas de origen vegetal discontinuamente fijadas unas de otras, y el cartón, como un material formado por varias capas de papel intercaladas a base de fibra virgen o de papel reciclado (Chacon-Olivares, Pacheco-Rivera, Cendejas-López y Ortega-Herrera, 2016). Debido a que el papel y cartón presentan semejanzas en la composición del material de origen, se pueden establecer ventajas y desventajas para su uso (ver tabla 8).

Tabla 8. Ventajas y desventajas del papel y cartón para su uso	
Ventajas	Desventajas
Bajo en costo	Casi nula barrera contra al vapor de agua
Reciclable	No tiene resistencia química
Óptimo para unir piezas individuales	Permeable al agua
No es conductor térmico	Adición de materiales para mayor resistencia
Poco peso	
Resistente a grasas y aceites	
Moldeable	

Fuente: Chacon-Olivares *et al.* (2016).

Frías, Lema y García (2003) se refieren a los plásticos como polímeros sintetizados de compuestos orgánicos, se caracterizan por presentar alta resistencia/densidad, convirtiéndolo en un material con muchos usos. Díaz del Castillo (2012) y Justplasticse (2010) clasifican a los plásticos en tres grandes grupos de acuerdo a su estructura interna en:

- Termoplásticos
- Termofijos o termoestables
- Elastómeros

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Los termoplásticos pueden ser utilizados en más de una ocasión en el mismo proceso que lo género sin presentar cambio en su composición química, debido a su estructura interna formada por cadenas lineales se separan fácilmente con el calor y se reconstruyen al enfriarse.

En el caso de los termofijos, no pueden ser empleados nuevamente en cualquier proceso debido a que se puede generar cambios en la composición química, la estructura que presentan está formada por cadenas entrecruzadas las cuales se degradan con el calor antes de que el plástico se funda.

En los elastómeros ocurre algo peculiar, debido a que pueden ser termoplásticos o termofijos, es decir, esta categoría es la mezcla de las dos anteriores, presenta deformaciones a temperatura ambiente debido a que su estructura interna son cadenas ramificadas que presentan un elevado grado de elasticidad.

A partir de la clasificación de la estructura interna de los plásticos, en la tabla 9 se describen los tipos de plásticos de acuerdo a los comúnmente más usados.

Nombre	Uso principal	Abreviatura	No. De identificación
Tereftalato de Polietileno	Producción de botellas para bebidas. A través de su reciclado se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	Se utiliza en envases de leche, detergente, aceite para motor, etc. El HDPE tras reciclarse se utiliza para macetas, contenedores de basura y botellas de detergente.	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o Vinilo	Botellas de champú, envases de aceite de cocina, artículos de servicio para casas de comida rápida, etc. El PVC puede ser reciclado como tubos de drenaje o riego..	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	Bolsas de supermercado, de pan, plástico para envolver. El LDPE puede ser reciclado como bolsas de supermercado nuevamente.	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	Se utiliza en la mayoría de recipientes para yogurt, sorbetes, tapas de botella, etc. El PP tras el reciclado se utiliza como viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje y cajas de baterías para autos.	PP	5
Poliestireno	Tazas desechables de bebidas calientes y bandejas de carne. El PS puede reciclarse en viguetas de plástico, cajas de cintas para casetes y macetas.	PS	6
Otros	Botellas de cátsup para exprimir, platos para hornos de microondas, etc. Estos plásticos no se reciclan porque no se sabe con certeza qué tipo de resinas contienen.	Otros	7

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

En relación al vidrio, se conceptualiza como las diferentes variedades de material que se forman a partir de magma que de acuerdo a las condiciones en las que originan su enfriamiento, no se cristalizan y por lo tanto forman especies minerales de composición definida (Cruz y Botella, 2005).

Por otro lado, el aluminio constituye al metal obtenido de la bauxita, una roca blanda compuesta principalmente por hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$); la cual se refina convirtiéndose en tipo de óxido de aluminio conocido como alúmina (Al_2O_3), que a través de un proceso electroquímico es reducido a aluminio (Vargel C., 2004, como se citó en Ruíz, Garay y Martínez, 2017).

Así mismo, se establece como el metal más abundante sobre la corteza terrestre, y el tercer elemento más abundante después del oxígeno y el silicio (Klein C. y Hurlbut C.S., 2003, como se citó en Ruíz *et al.*, 2017). Aunado a esto, su alta resistencia a la corrosión y baja densidad, son atractivos principales del sector industrial, en relación con las implicaciones, el aluminio puro por sí solo no posee óptimas propiedades mecánicas, sino que requiere de aleación con otros materiales para mejorar dichas propiedades. Estas aleaciones se clasifican en 2 tipos, de forja y de fundición, las cuales se clasifican en función de los elementos químicos aleantes en las series que se emplean (Ruíz *et al.*, 2017).

2.4. Manejo del RSU

El manejo del RSU comprende las etapas de reducción, generación, separación, almacenamiento, aprovechamiento, transporte y disposición final (Lianette, Del Pozo y González, 2009; LGPGIR, 2018), lo anterior se ilustra en la figura 1.

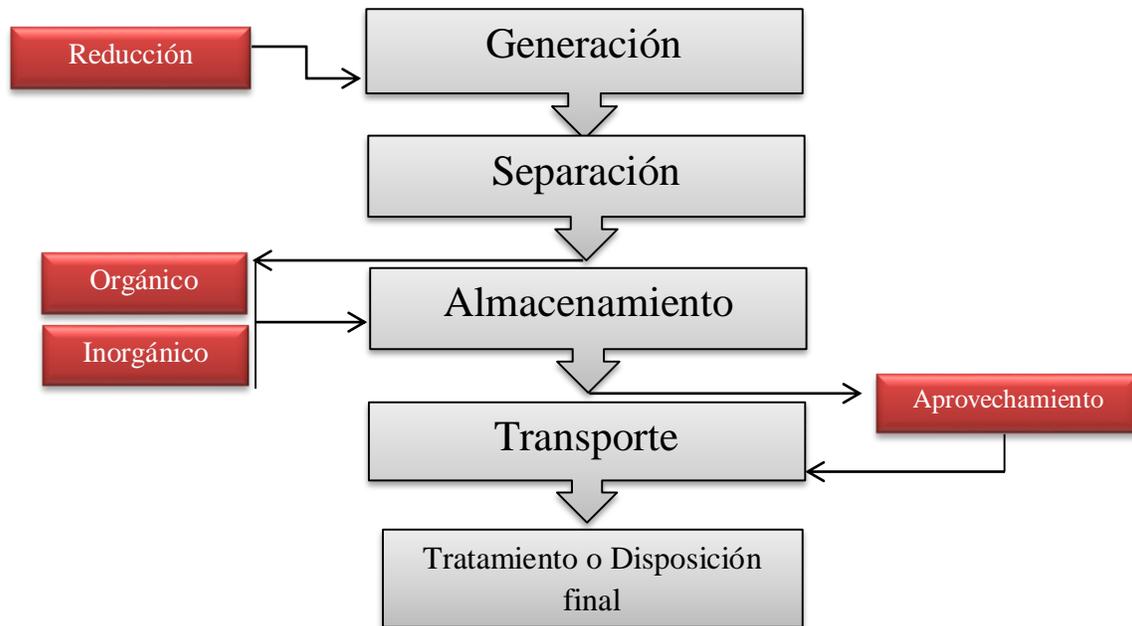


Figura 1. Esquema del manejo del RSU. Fuente: Elaboración propia con información de Lianette *et al.* (2009) y LGPGIR (2018).

A continuación, se describe de cada una de las etapas en el manejo del RSU:

La reducción es el método que mediante cualquier proceso permite la minimización del RSU enfocándose principalmente en la fuente en el origen (Maldonado, 2006).

De acuerdo a Osorio (2018) la generación del residuo inicia con el generador y se entiende como las diferentes actividades que producen materiales, independientemente si pueden aprovecharse o no, variando en composición y cantidad debido a las distintas actividades de cada generador.

Hernández (2016) indica que la separación correspondiente a la acción de emplear separación de los residuos antes de almacenarlos de manera temporal. De manera similar, la NTEA-013-SMA-RS-2011 (2011) menciona que la separación en la fuente es un punto clave en la gestión de los residuos, en especial si se pretende aprovechar los subproductos de los residuos tales como papel, cartón, aluminio, vidrio, envases de plástico entre otros. Para lograrlo, es necesario organizar a la población en todos los ámbitos del sistema.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

El almacenamiento consiste en retener temporalmente los residuos de manera separada, sin que causen molestias a terceros ya sea directamente a ellos o a cualquiera de sus bienes, cuando se almacenan residuos en bolsas el peso del contenido no debe exceder los 15 kg (RPGRMTGZ, 2015). Por lo que el principio del diseño de almacenamiento es de evitar la frecuencia innecesaria de la recolección y hacer más eficiente el transporte (Osorio, 2018).

Barrientos (2011) sugiere 2 tipos de almacenamiento *in situ*, el primario y secundario como se describen a continuación:

El almacenamiento primario constituye a la acción de depositar temporalmente los residuos en contenedores de un tamaño pequeño, tomando en cuenta el volumen y peso característico del tipo de residuo. La ubicación debe ser estratégica para evitar la saturación o ineficiencia en el almacenamiento, así como las etapas de separación y transporte.

Por otra parte, el almacenamiento secundario es el complemento del primario, puesto que el residuo del contenedor primario se transporta hasta el secundario donde cumple la función acumular por un lapso de tiempo mayor hasta que se recolecta de forma definitiva, además de brindar protección ante factores meteorológicos, fauna nociva, así como también causar un flujo adecuado de entrada-salida de los contenedores primarios, bolsas y personal que realiza actividades dentro y fuera del mismo.

Para ambos casos, la iconografía de colores e interpretación de la información son factores importantes que permiten lograr éxito en el almacenamiento correcto de los subproductos (Barrientos, 2011 y Hernández, 2014).

Por esta razón, la SEMARNAT (2015b) establece una guía de diseño para la identificación gráfica del manejo del RSU, estandarizando un sistema de colores e imágenes, para que sea fácil, claro y sencillo de entender, posibilitando el almacenamiento y separación con menor confusión y de manera universal para todo el territorio nacional (ver figura 2).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



Figura 2. Iconografía para la clasificación del RSU (SEMARNAT, 2015b).

En la etapa de aprovechamiento, la fracción inorgánica del RSU es aprovechada mediante la separación de los subproductos a través del reciclaje, y como reciclaje; comprende al proceso mediante el cual ciertos materiales se separan, escogen, clasifican, empacan, almacenan y comercializan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo (SEMARNAT, 2010). La fracción orgánica que corresponde a los de fácil degradación puede ser sometida a compostaje para obtener composta la cual es un mejorador de suelos (Rodríguez, 2008).

De manera consecutiva, la etapa de transporte se vuelve necesaria, la misma se entiende como el proceso en el cual se traslada los residuos de un punto a otro hasta a una estación de transferencia o al sitio de disposición final (RPGRMTGZ, 2015).

La etapa final en el manejo del RSU incluye el tratamiento o disposición final, estos se diferencian debido al objetivo que cada uno persigue. El tratamiento es un proceso en donde se espera el aprovechamiento total o parcial del residuo, el cual está en función del tipo de residuo, cantidad y composición, teniendo como finalidad la modificación de las características físicas, químicas y/o biológicas para poder eliminar o reducir las sustancias tóxicas, recuperar materia prima, ser utilizado como fuente de energía o tener características adecuadas para su disposición final (RECYTRANS, 2014). La disposición final se refiere a “depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos” (SEMARNAT, 2010).

En el mismo sentido, Seoáñez (2000) señala que el tratamiento como la disposición final de los residuos tiene como finalidad la disminución de impactos ambientales y que la factibilidad del proceso dependerá de las características del residuo, en los cuales se incluye:

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- Rellenos sanitarios (Disposición final)
- Recuperación de subproductos
- Reciclado
- Transformación

En México, los basureros a cielo abierto consisten en una superficie de terreno que es utilizada para depositar de manera permanente los residuos, siendo un método con muchos inconvenientes para la salud y medio ambiente, generando malos olores, fauna nociva, lixiviados y gases (principalmente el metano) que tienen a propiciar la aparición de explosiones o incendios de manera espontánea (Medina, 1999).

A partir del manejo inadecuado de los residuos con el uso de basureros a cielo abierto surgieron obras de ingeniería conocidas como rellenos sanitarios, diseñadas para prevenir daños al medio ambiente o a la salud de las personas. El principio fundamental de la infraestructura consiste en la máxima compactación del residuo para ocupar menor espacio y mayor almacenamiento (Guzmán y Macías, 2012).

Seoáñez (2000) señala que la recuperación de subproductos se lleva a cabo en plantas de tratamiento o estaciones de transferencia, el INECC (2007) menciona que las estaciones de transferencia tienen la función de almacenar las cargas de los vehículos recolectores para transferirlos a vehículos de mayor capacidad, para ambos casos la carga de residuos se desmenuza y se lleva a través de cintas transportadoras a los sistemas de recuperación de diversos materiales.

Los materiales que se recuperan en los diversos sistemas se describen en la tabla 10.

Tabla 10. Principales subproductos del RSU en sistemas de recuperación	
Subproducto	Sistema o proceso de recuperación
Metales férricos	Sistemas magnéticos
Metales no férricos	Triaje manual, por densidad
Papel y Cartón	Sistemas neumáticos, por densidad
Plásticos duros	Por densidad, triaje manual
Plásticos blandos	Sistemas neumáticos
Vidrio blanco	Sistemas ópticos, por densidad
Vidrio coloreado	Sistemas ópticos, por densidad
Materia orgánica	Separación por extracción de los demás componentes

Fuente: Seoáñez (2000).

En otro sentido, el reciclado resulta fundamental en lugares en donde se quiere aprovechar los materiales o cuando se opta por instalar plantas de reciclaje como complementos a sistemas de recolección selectiva. Siendo necesario evaluar la factibilidad de sistemas de reciclaje debido a las implicaciones en cuanto a riesgos sanitarios y económicos debido a que los índices de recuperación tienden a ser bajos y ser pocos rentables (Andrés y Rodríguez, 2008).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

De acuerdo a Seoáñez (2000) la transformación consiste en la adecuación y procesamiento del residuo de tal manera que existan productos que tengan interés económico o resulten eficientes para alguna otra actividad, siendo los siguientes procesos:

- Transformación anaerobia de la fracción orgánica
- Transformación aerobia de la fracción orgánica
- Combustión del residuo
- Procesos químicos

La transformación anaerobia de la fracción orgánica se conoce también como digestión anaerobia, el cual consiste en un proceso de degradación del M.O. mediante microorganismos en ausencia de oxígeno, teniendo como productos resultantes a el biogás, digesto y lixiviado.

Los productos del proceso anaerobio a pesar de tener el mismo origen presentan características diferentes, por un lado, el biogás está formado principalmente por el metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) entre otros gases considerados como impurezas. En cambio, el digesto que es la fracción sólida del M.O. una vez que ha sido digerida o tratada mediante un proceso anaerobio, presenta alto contenido en Ca, K, P y N (Cuesta, 2015). Por otra parte, el lixiviado es de naturaleza líquida y se forma por la reacción, arrastre o filtrado, teniendo de forma disuelta o en suspensión sustancias que pueden causar daños al medio ambiente (LGPGIR, 2018).

Por transformación aeróbica de la fracción orgánica se entiende a la transformación de los residuos orgánicos mediante la fermentación aerobia, es decir, con presencia de oxígeno, la técnica empleada para este proceso se denomina composteo o composta. Mientras 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 utilizan los desechos orgánicos como materia prima” (Trejo, 1999).

El composteo puede clasificarse de acuerdo al control de la temperatura, humedad y el oxígeno en sistemas abiertos y cerrados.

Los sistemas abiertos están basados en el acumulamiento de residuos de manera trapezoidal con altura entre 1.2 y 1.8 m, siendo algo fundamental dentro del sistema para conservar el calor y acelerar el proceso de descomposición, un exceso de altura causa problemas de anaerobiosis. Cuando el aporte de aire se realiza por volteos de las pilas, se habla de pilas dinámicas, en cambio si el aire se incorpora mediante impulsión o aspiración se entiende que son pilas estáticas. En general, este tipo de sistema presenta poco control en cuanto a temperatura, humedad y oxígeno.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Caso contrario del sistema cerrado, que confina los residuos en reactores cerrados con el fin de ocupar menos espacio y tener más control sobre la temperatura, humedad y el oxígeno. Además, permite minimizar las emisiones de gases de manera desmedida, en especial de los que causan malos olores, normalmente solo se confina en la etapa inicial de descomposición y la maduración se lleva a cabo en un sistema abierto (Andrés y Rodríguez, 2008).

Otro proceso de transformación es la combustión, en donde se oxida de forma completa el residuo que entra al sistema por medio de altas temperaturas convirtiéndolo en gas, normalmente el gas está compuesto por vapor de agua, dióxido de carbono, cenizas y carbono. Actualmente, es el proceso térmico más utilizado para disponer el RSU (Fernández, 2007).

Dentro de los procesos químicos se encuentran la pirólisis y gasificación.

La pirólisis consiste en la descomposición térmica de los RSU en ausencia de un agente oxidante. De la misma manera que la incineración, constituye a un proceso endotérmico debido a que es fundamental un aporte energético para que pueda llevarse a cabo. Las emisiones a la atmosfera con la pirolisis son mínimas en comparación con la gasificación y la incineración (Cuesta, 2015).

En cuanto a la gasificación comprende la reducción de oxidación parcial de la materia orgánica a una elevada temperatura, dando como resultado la posibilidad de generar energía eléctrica. Por lo que es un proceso altamente valorado debido a que se necesita una menor cantidad de biomasa a comparación de la incineración (Manzano, 2007).

2.5. Normatividad del RSU en México

La gestión de RSU es sustentada con base a leyes, reglamentos, normas y demás instrumentos de regulación en materia ambiental aplicables en los tres órdenes de gobierno: federal, estatal y municipal (Barradas, 2009). Lo anterior se describe en la tabla 11.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Tabla 11. Marco legal del RSU	
Ordenamiento	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)	Describe las funciones y servicios públicos municipales que prestan los ayuntamientos, entre ellos la competencia para hacerse cargo de los residuos (artículo 115).
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	Establece las bases para la formulación de instrumentos en cuanto a residuos y permite la creación de la LGPGIR.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Plantea la estructura en el manejo de RP, RME Y RSU otorgando la competencia federal, estatal y municipal respectivamente.
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)	Especifica condiciones, lineamientos y demás disposiciones en los planes de manejo, además de puntualizar en los diferentes tipos de residuos que están sujetos a planes de manejo.
Diagnostico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2020	Plantea una política ambiental de residuos basada en la promoción de cambios en los modelos de producción, consumo, y manejo, que fomenten la prevención y gestión integral de los RSU, de manejo especial y peligrosos; a través de acciones de prevención y minimización de la generación, separación de residuos en la fuente, reutilización y reciclado hasta la disposición final restringida y apropiada de los residuos como última opción.
Normas oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX)	Establecen lineamientos y procedimientos en el manejo y disposición final de los residuos.
Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas	Funda la obligación de un ambiente saludable, basada en principios de precaución y preservación del medio ambiente, evitando conductas que atenten con el ambiente y que pueda ser preservado por las generaciones futuras.
Ley Ambiental para el Estado de Chiapas (LAECH)	Presenta disposiciones de observancia obligatoria para el estado de Chiapas, estableciendo principios de prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las bases para la gestión de los residuos.
Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Chiapas y sus Municipios	Establece la prohibición de plásticos de un solo uso en todo el territorio nacional, así como el fomento para establecer acciones encaminadas a la reducción, separación, aprovechamiento, además de ser el único instrumento normativo en el estado que incorpora a los centros educativos a encaminar de manera eficiente sus actividades con respecto al residuo.
Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el Estado de Chiapas	Demuestra un diagnóstico en cuanto a RSU y RME para el estado de Chiapas, pretendiendo establecer estrategias para la gestión integral a través del desarrollo económico y ambientalmente sostenible.
Reglamento para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez (RPGIRMTGZ)	Atribuye al municipio de Tuxtla Gutiérrez facultades para evitar afectaciones al medio ambiente y daños a la sociedad, optando por medidas de reducción, separación en la fuente y aprovechamiento adecuado.
Reglamento de Protección Ambiental y Aseo Urbano para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez (RPAAUT)	Establece las facultades del municipio en cuanto al servicio de aseo urbano y las obligaciones de la población para ayudar a propiciar un lugar libre de residuos que no presentan ninguna atención de manejo.
Reglamento del Servicio Público de Limpia para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (RSPL)	Instaura las características del servicio público de limpia del Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, así como de las prohibiciones en la vía pública.

Fuente: Elaboración propia con datos de Barradas (2009).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

La SEMARNAT (2017) establece 19 NMX en materia de residuos las cuales presentan especificaciones para manejo de RSU. Los trabajos del apartado de antecedentes en el ámbito nacional y estatal establecen que el estudio de caracterización de residuos debe llevarse a cabo mediante 4 NMX las cuales se describen en la tabla 12.

Tabla 12. NMX vigentes en materia de residuos para realizar estudios de caracterización	
NMX-AA-15-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Muestreo - Método de cuarteo.	Funda el método para los RSU para obtener especímenes para análisis de laboratorio. El objetivo es homogenizar los residuos evitando la menor cantidad de sesgo en los datos.
NMX-AA-019-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Peso volumétrico “ <i>in situ</i> ”.	Indica el método para determinar el peso volumétrico en el lugar donde se lleva a cabo el método de cuarteo (NMX-AA-015-1985) y el cálculo mediante la fórmula de volumen. Este dato es indispensable para el diseño de almacenamiento.
NMX-AA-022-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Selección y cuantificación de subproductos.	Establece procedimientos, clasificación y definiciones para la obtención de subproductos de los RSU, además de dar observaciones que ayudan a hacer más eficiente el procedimiento.
NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la generación.	Permite determinar la generación de residuos mediante muestreo aleatorio simple, emplea métodos estadísticos para demostrar la veracidad de los datos, esta norma establece lineamientos, requisitos y el procedimiento para la toma de muestras de los residuos.

CAPÍTULO III

Metodología

3. Metodología

3.1. Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en la EP7 con una matrícula escolar de 1,952, de los cuales 1,332 están inscritos en el turno matutino y 620 en el turno vespertino, la ubicación se presenta en la figura 3.



Figura 3. Ubicación de la EP7 a un costado de la UNACH, frente al Blvd. Belisario Domínguez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fuente: Google Earth Pro.

El presente trabajo es un estudio descriptivo con diseño en una sola medición para observar el manejo de los residuos en la EP7, buscando documentar las actividades y la percepción que tienen grupos poblacionales ya establecidos de acuerdo a la función que ocupan en la institución. Por lo tanto, se inició con la recolección de datos de la percepción de los cuatro grupos de estudio mediante encuesta, posteriormente, se observaron y describieron las etapas del manejo de los residuos tal cual se manifestaron sin manipular ningún evento, y finalmente, mediante métodos normativos se realizó el estudio de caracterización para determinar cantidad y composición.

3.2. Percepción

La percepción se abordó a través de la encuesta (Casas, 2003a; Casas, 2003b) (ver anexo 1) a cuatro grupos poblacionales formados por: 1 (alumno), 2 (docente), 3 (administrativo) y 4 (personal de limpieza).

En la tabla 13 se describe el número de individuos encuestados y la cantidad sugerida por la fórmula estadística para poblaciones finitas (ver ecuación 1), destacando en los grupos docente y personal de limpieza, a los individuos a los cuales se tuvo acceso.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Tabla 13. Población encuestada para cada grupo

Grupo	Turno Matutino	Turno Vespertino	Población encuestada	Población sugerida
Individuos				
Alumno	200	117	317	317
Docente	20	10	30	70
Administrativo	14	7	21	21
Personal de limpieza	8	4	12	14

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 \cdot pq}}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra de individuos

N= Tamaño conocido de la Población individuos

z= Nivel de confianza 95% valor estándar (z= 1.96)

e= Margen de error valor estándar (5% e= 0.05)

pq= 0.25

Ec.1 (Coyago *et al.*, 2016)

3.3. Observación participante

La observación participante se llevó a cabo para describir la relación entre el entorno estudiado, los participantes y las etapas en el manejo de los residuos, estableciendo una descripción narrativa y registro fotográfico (ver anexo II).

La actividad de observación se llevó a cabo desde el primer hasta el último contacto con la institución. Por lo anterior, en la tabla 14 se describe la calendarización de los días destinados exclusivamente para la observación participante completando un total de 5 días hábiles para los turnos matutino-vespertino.

Tabla 14. Calendario de la observación participante

Mes							
septiembre				octubre			
Fecha	25	26	27	30	1	2	3
Día	miércoles	jueves	viernes	lunes	miércoles	martes	jueves

3.4. Caracterización de residuos

La caracterización se llevó a cabo para las muestras de 10 días hábiles (lunes a viernes) correspondientes a las fechas 9, 10, 11, 14 al 18, 21 y 22 de octubre constatando días sin ninguna actividad fuera de las normales que pudiera representar anomalías en los resultados.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

La caracterización de las muestras de residuos se llevó a cabo empleando el método de cuarteo una vez para todas las muestras diarias debido a que superaban los 50 kg establecidos por la NMX-15-1985.

Los pasos que se siguieron para la caracterización de los residuos fueron los siguientes:

- Se inició con la recolección de los residuos un día antes de la caracterización para que lo generado correspondan exclusivamente a un día.
- Se verificó que los contenedores estuvieran vacíos cada inicio del día.
- Durante todo el día laboral el personal de limpieza reunió los residuos en el almacén temporal como de costumbre, sin embargo, al contar con un servicio de recolección establecido por la EP7, se marcaron todas las bolsas con la finalidad de no mezclar residuos de diferentes días.
- Se vaciaron sobre una superficie plana y de concreto las bolsas de residuos del total acumulado en el día.
- Con la finalidad de homogenizar la muestra, se mezclaron los residuos y después, divididas en cuatro partes similares, se eliminaron dos cuartos opuestos y se trabajó con los dos restantes.
- Se realizó la cuantificación de los subproductos de los residuos de acuerdo a la NMX-022-SEMARNAT-1995.
- Se determinó el peso y peso volumétrico de las muestras a través de triplicados empleando la báscula digital con capacidad 25 kg/10 gr marca OBI.
- Se llenaron los formatos con los datos correspondientes.
- El material aprovechable como PET, HDPE y L.A. se entregó al personal de limpieza, el resto del residuo se colocó en el almacén temporal.
- Se realizaron los cálculos correspondientes.

CAPÍTULO IV

Resultados y Análisis

4.1. Percepción

La literatura estructura al personal de limpieza a quien realiza las funciones de limpieza, recolección y transporte, entre otras, en cuanto a los residuos. Sin embargo, en la práctica se identificaron a intendentes, personal de las cafeterías, ciber y palettería quienes realizan las acciones de limpieza en áreas determinadas por la EP7, por lo tanto, el grupo personal de limpieza está constituido por todos los participantes mencionados.

Los resultados derivados de la aplicación del cuestionario en la EP7 se describen a continuación. En la figura 4 se observa que todos los grupos manifestaron en más del 60% reducir los residuos que producen dentro de la institución, de ese porcentaje, las actividades de emplear el uso de las 3 R [grupo: 1 (48%), 2 (27%), 3 (59%) y 4(45%)] y evitar el uso de desechables [(grupo: 1 (41%), 2 (45%), 3 (29%) y 4 (55%)] mencionan son principales formas de reducción. De las repuestas con menor porcentaje, los grupos administrativo y alumno se refieren a la separación en la fuente con 6 y 1%, respectivamente.

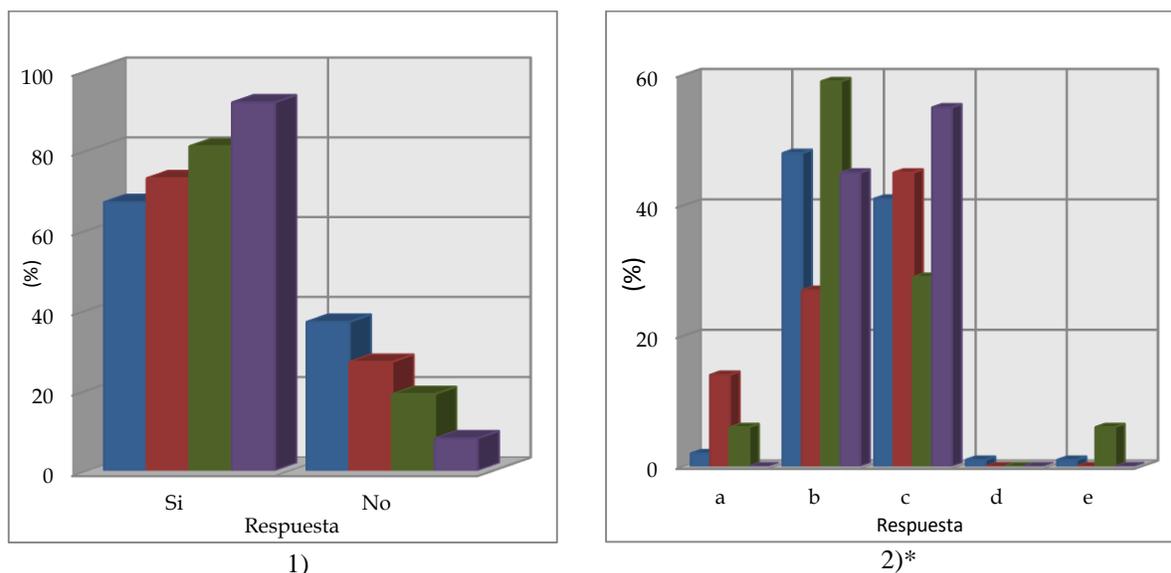
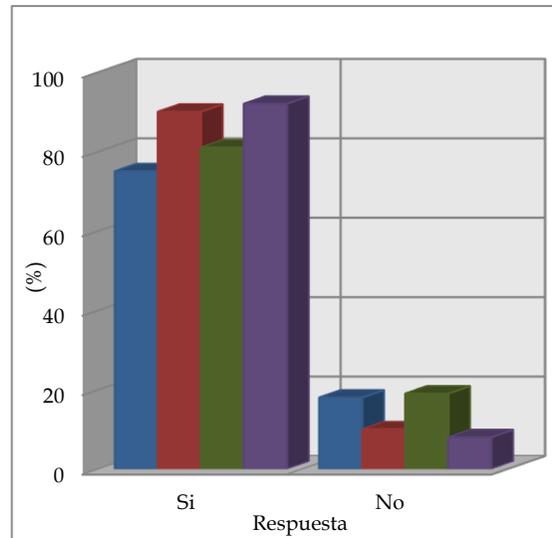


Figura 4. Reducción y principales formas de reducción. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Pregunta: 1) Durante su permanencia en la institución ¿Usted reduce los residuos que produce?, 2) En caso de haber contestado SI a la pregunta anterior, indique la principal forma en que reduce los residuos que produce; a) Digitaliza la información, b) Emplea las 3 R (reducir, reusar y reciclar), c) Evita el uso de desechables, d) Los convierte en composta, e) Mencionar otra. Los porcentajes representan el 100% de las respuestas “SI” de la pregunta 1. *

En cuanto a la etapa de generación, en la figura 5 se observa que todos los grupos manifestaron percibir un exceso de residuos en porcentaje no menor al 70%, sin embargo, el grupo docente y personal de limpieza alcanzaron porcentajes de 90 y 92%, respectivamente.

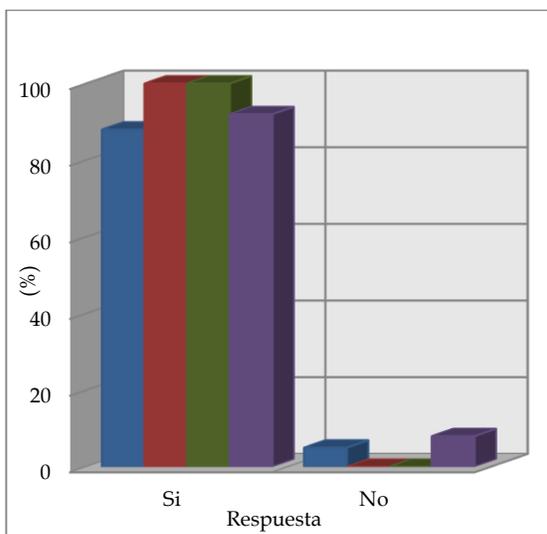
MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



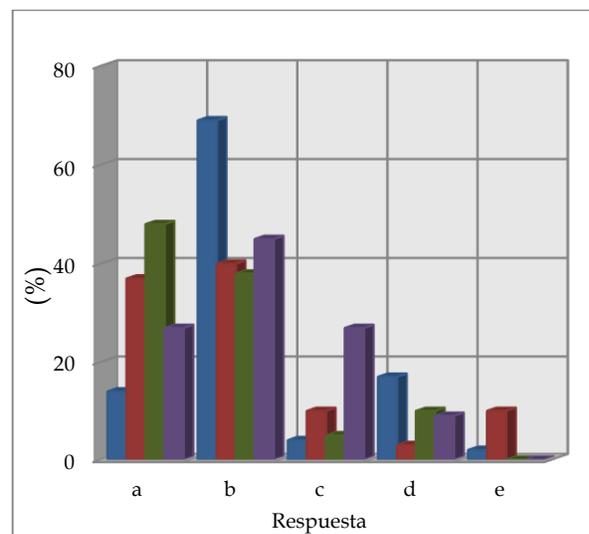
3)

Figura 5. Percepción de la generación excesiva de residuos. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Pregunta: 3) ¿Considera que los residuos producidos en la institución educativa son excesivos?

En la figura 6, todos los grupos afirmaron en más del 85% entender la diferencia entre “Orgánico e Inorgánico”. Además, la capacitación constante y disponibilidad de contenedores adecuados podrían ayudar a separar adecuadamente los residuos. En el mismo sentido, 10% de docentes y 2% alumnos consideran todas las opciones como necesarias.



4)



5)*

Figura 6. Separación de los residuos. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Pregunta: 4) ¿Entiende la diferencia entre los residuos orgánicos e inorgánicos?, 5) ¿Cuál sería el principal punto que ayudaría a separar correctamente los residuos?; a) Capacitación constante, b) Disponibilidad de contenedores, c) Evitar rechazo de la población, d) Vigilancia obligatoria, e) Mencionar otra.

Los porcentajes representan el 100% de las respuestas “SI” de la pregunta 4. *

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Los resultados pertinentes a la etapa de almacenamiento se observan en las figuras 7, 8, 9 y 10. De la figura 7, 49% de alumnos manifestaron haber contenedores suficientes en la EP7, sin embargo, con una diferencia menor a 2% lo consideraron insuficiente. Caso similar para el personal de limpieza donde 58% afirmó ser suficiente la cantidad y 42% insuficiente. En el mismo sentido, 60% de los grupos docente y administrativo consideran insuficiente la cantidad de contenedores. Además, todos los grupos manifiestan que el área principal a requerir un mayor número de contenedores son los pasillos, seguido de la cafetería.

Entre las respuestas de la opción “mencionar otra” resalta 15% de administrativos afirmando no haber contenedores suficientes en toda la escuela. Así como el 5% de alumnos y docentes donde coinciden que en los salones y baños no hay contenedores suficientes.

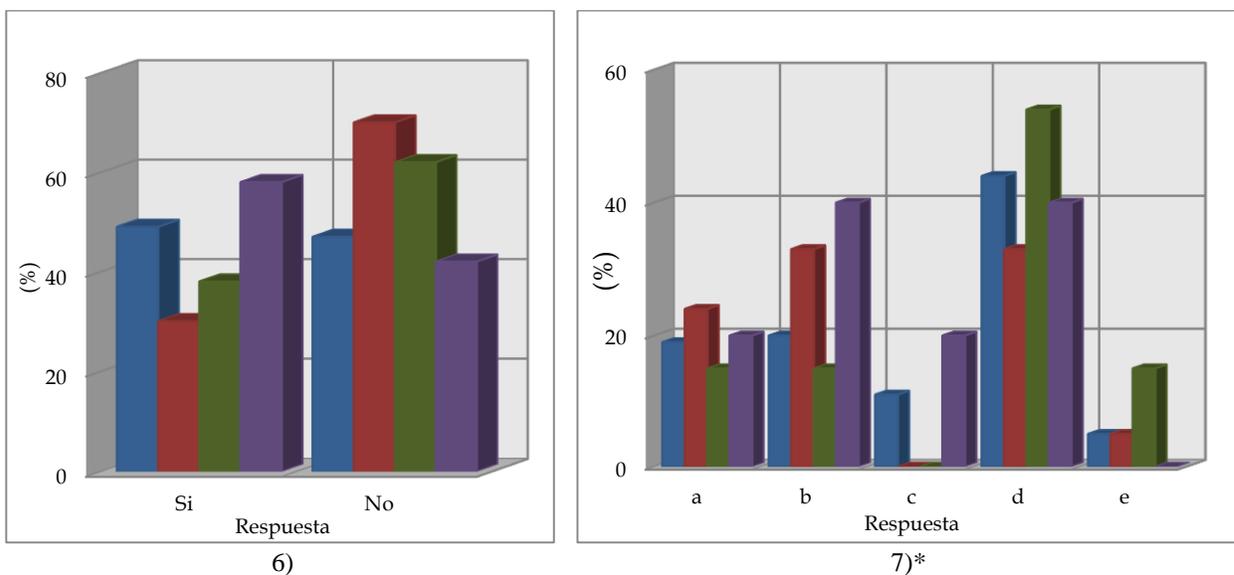


Figura 7. Percepción sobre la cantidad de contenedores. Grupos: (alumno), (docente), (administrativo) y (personal de limpieza). Pregunta: 6) ¿Considera que hay contenedores suficientes en toda la escuela?, 7) En caso de haber contestado NO a la pregunta anterior, indique el área principal donde se requiere de contenedores; a) Áreas verdes, b) Cafetería, c) Cancha cívica, d) Pasillos, e) Mencionar otra.

Los porcentajes representan el 100% de las respuestas “NO” de la pregunta 6. *

En la figura 8, se puede observar a más del 60% de alumnos y personal de limpieza considerar adecuada la distribución de contenedores, mientras, docentes y administrativos lo perciben inadecuado (53 y 52%, respectivamente). De la población que consideró inadecuada la distribución de contenedores, el personal de limpieza considera de manera principal al área de cafetería donde se requiere de una mejor distribución y el resto de los grupos priorizan a los pasillos.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Cabe resaltar a docentes (6%), alumnos (7%) y administrativos (36%) consideran puntos en donde la distribución no es adecuada tales como, toda la institución, salones y área administrativa, salones y baños, respectivamente, que figuran como respuestas en la opción “mencionar otra”.

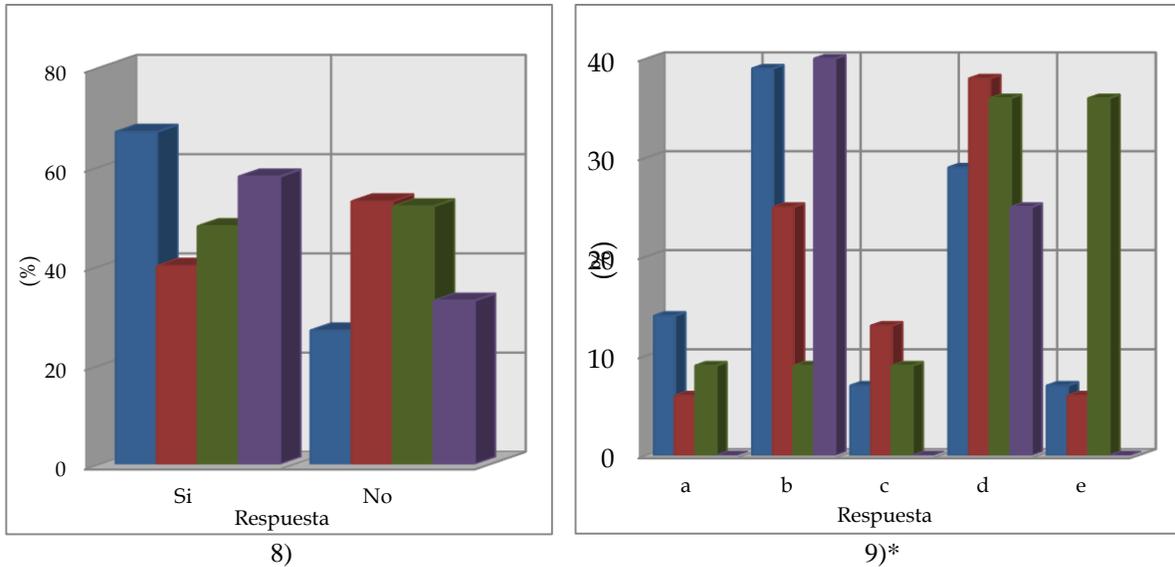


Figura 8. Distribución de contenedores. Grupos: (alumno), (docente), (administrativo) y (personal de limpieza). Pregunta: 8) ¿La distribución de los contenedores en toda la institución es adecuada?, 9) En caso de haber contestado NO a la pregunta anterior, indique el área principal donde se requiere una eficiente distribución de los contenedores; a) Áreas verdes, b) Cafetería, c) Cancha cívica, d) Pasillos, e) Mencionar otra. Los porcentajes representan el 100% de las respuestas “NO” de la pregunta 8. *

De la figura 9, se aprecia 8% del personal de limpieza manifestar como inadecuada la capacidad de los contenedores, 100% afirma que antes de que recojan los residuos del contenedor este se encuentra vacío. Caso contrario con los docentes, en donde 31% afirma que se encuentran muy llenos.

En el mismo sentido, 33% de los administrativos no consideran adecuada la capacidad de almacenamiento, 57% los identifica como llenos, 44% de los alumnos lo consideran “muy llenos” y exclusivamente 2% se refirió a “súper llenos” como respuesta.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

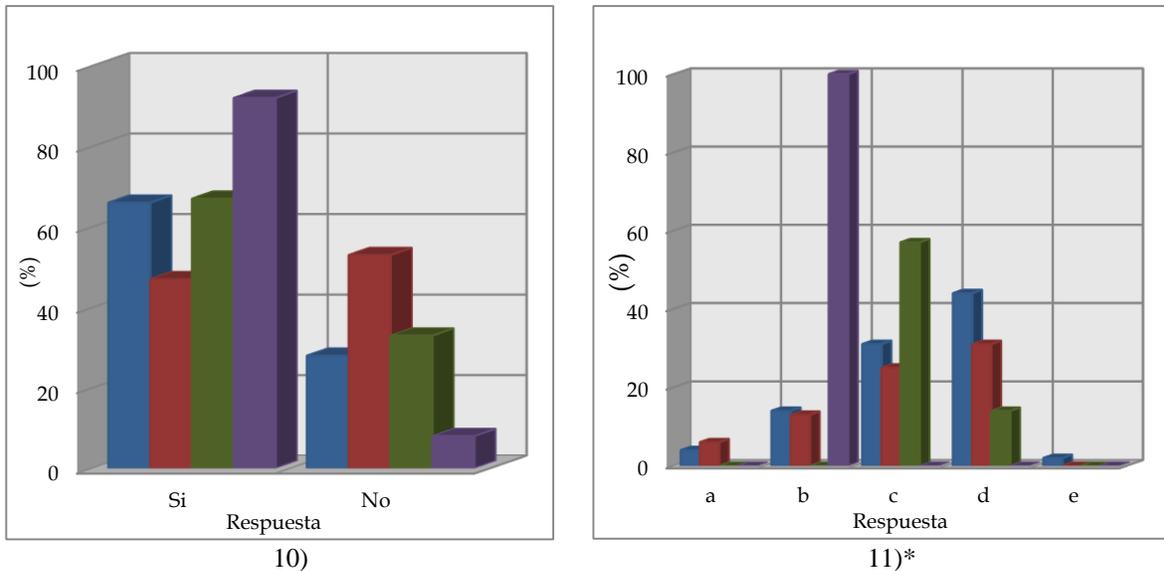
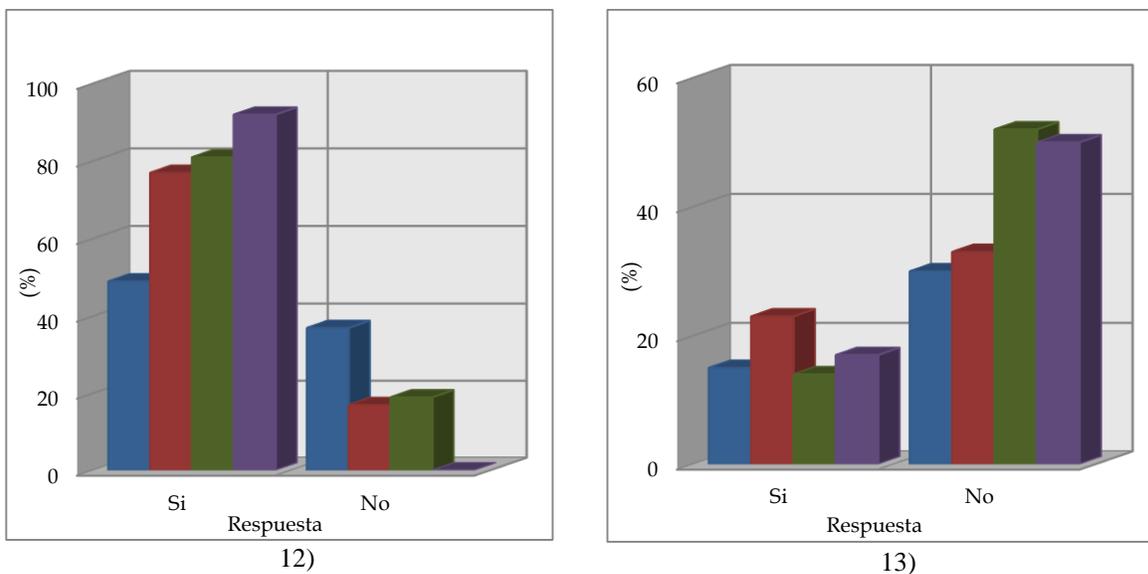


Figura 9. Capacidad de almacenamiento de los contenedores. Grupos: (alumno), (docente), (administrativo) y (personal de limpieza). Pregunta: 10) ¿La capacidad de almacenamiento de residuos en los contenedores es la adecuada?, 11) En caso de haber contestado NO a la pregunta anterior. Antes de que el personal de limpieza recolecte los residuos, ¿El contenedor se encuentra?; a) Muy vacío, b) Vacío, c) Lleno, d) Muy lleno, e) Mencionar otra. Los porcentajes representan el 100% de las respuestas “NO” de la pregunta 10. *

En la figura 10, se observa a los alumnos presentar mayor desconocimiento del almacén temporal en comparación con los grupos restantes, donde 37% de los alumnos afirmaron no tener tal sitio y 14% no respondió la pregunta. Por otro lado, administrativos y personal de limpieza manifestaron por arriba del 50% la ausencia de fauna nociva en el almacén temporal, caso similar con los grupos restantes, pero no mayor al 33%.



MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Figura 10. Percepción de la situación con relación al almacén temporal. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Pregunta: 12) ¿Cuentan con un lugar donde almacenen de manera temporal los residuos hasta que se los lleva el servicio municipal?, 13) En relación a la pregunta anterior, ¿Considera que en el lugar donde almacenan los residuos existe presencia de fauna nociva?

De acuerdo a la etapa de reciclaje y aprovechamiento, en la figura 11 se aprecia a todos los grupos priorizar el PET como principal material que puede ser aprovechado por la EP7, 52% de administrativos manifestaron que el papel representa otro excelente material para aprovechar. De manera similar, todos los grupos consideran que la cantidad en que se produce el PET es la principal razón por la que se debe aprovechar, además, el grupo administrativo manifiesta que la practicidad en el almacenamiento y el valor en el mercado son las otras opciones que podrían propiciar el reciclaje. Paralelo a esto, 1% de alumnos consideran “el bajo costo económico de inversión” es una opción para reciclar en la EP7.

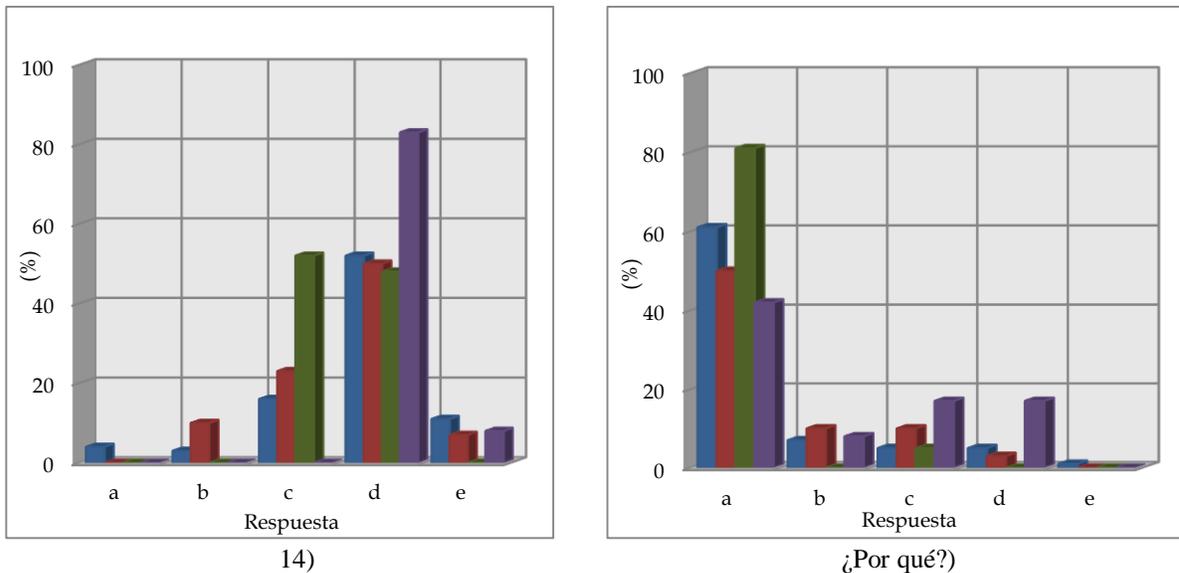


Figura 11. Reciclaje y aprovechamiento de materiales en la EP7. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Pregunta: 14) En la institución, ¿Cuál es el residuo que podría reciclarse más?; a) Aluminio, b) Cartón, c) Papel, d) PET, e) Plástico rígido (HDPE), ¿Por qué?; a) Cantidad que se produce, b) Practicidad en la separación, c) Practicidad en el almacenamiento, d) Valor en el mercado, e) Mencionar otra.

Con relación al aprovechamiento a través del composteo, en la figura 12 se aprecia que las opiniones positivas son mayores en comparación a las negativas, destacando la disponibilidad de área y las características del residuo orgánico como principales factores que favorecerían la técnica, por el contrario, no mayor al 10% en todos los grupos asegura que la técnica no podría llevarse a cabo por 3 factores esenciales, uno: la disponibilidad del área, dos: características del residuo orgánico y tres: la cantidad excesiva del mismo. En el mismo sentido, los alumnos (1%) aseguran no saber cómo emplear la técnica.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

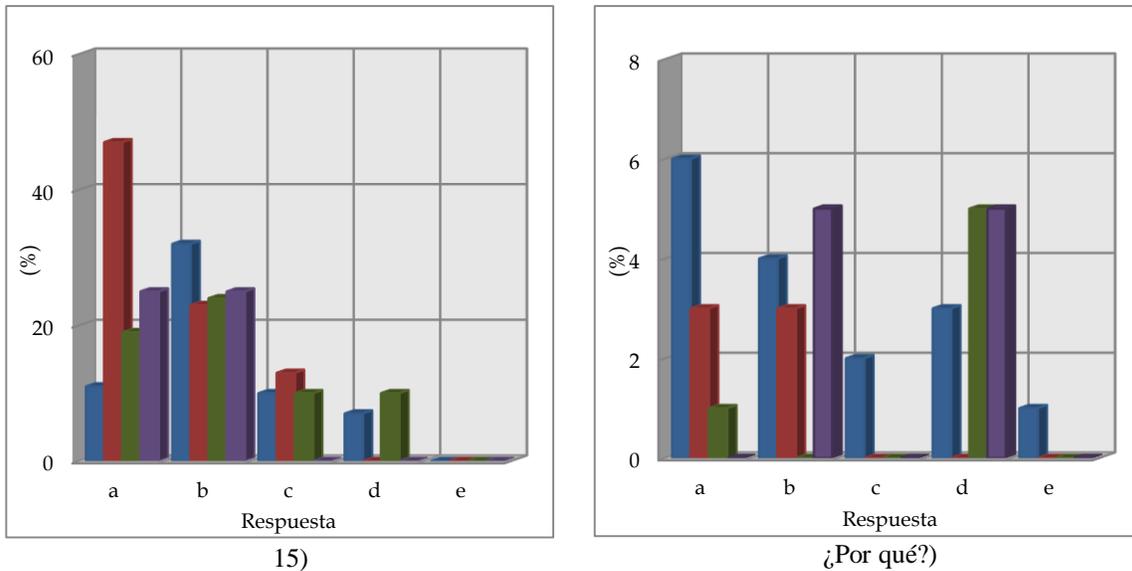


Figura 12. Consideraciones para llevar a cabo composteo. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Preguntas: 15) ¿Por qué el material producto de poda o jardinería, así como restos de comida pueden ser aprovechados mediante composteo?; a) La disponibilidad del área para la técnica, b) Las características con el residuo orgánico, c) El apoyo por parte de la institución, d) El material es excesivo en cantidad, e) Mencionar otra; ¿Por qué?; a) disponibilidad del área para la técnica, b) Las características con el residuo orgánico, c) El apoyo por parte de la institución, d) El material es excesivo en cantidad, e) Mencionar otra.

Con respecto al transporte de los residuos dentro de la EP7, se dirigió la encuesta únicamente al personal de limpieza debido a que son los responsables de realizar actividades de recolección, transporte y almacenamiento, mismas que son delegadas del Director de la institución y se fundamenta en el reglamento interno.

El 8% del personal de limpieza manifestó contar con un registro de la cantidad de residuos producidos en la institución, mientras 25% no contestó y el restante 67% afirmó no contar con alguno. Además, 75% hizo mención sobre una ruta de recolección interna mientras 25% restante presentó desconocimiento. De forma similar, 50% afirma contar con todo lo necesario para llevar a cabo sus actividades de recolección y transporte, 25% presenta inconformidad y 25% restante no contestó.

Además, se considera en primer lugar a la mascarilla como el material de requerimiento que no se les está proporcionando, seguido de la opción “Mencionar otra” con las respuestas: capacitación (8.3%), ninguna (8.3%) y cubre boca desechable (8.3%). En cuanto a la capacitación para manejar adecuadamente los residuos, 50% de la población considera suficiente 1 vez al año, mientras 33% manifestó ser necesaria por lo menos 2 veces al año y el restante 17% no contestó.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Los resultados pertinentes a la etapa de disposición final, 8% del personal de limpieza manifestó disponer de forma permanente los residuos en la EP7 y 83% negó esta actividad, el restante 9% no contestó.

Por otro lado, en la figura 13 se puede observar a la población de los diferentes grupos que está dispuesta a llevar a cabo actividades fuera del horario laboral correspondiente a su turno dentro de la institución, estableciendo la siguiente relación: personal de limpieza (75%), administrativo (77%), docente (83%) y alumno (90%). Siendo las actividades de capacitación en el manejo de residuos y campañas de reducción las que presentaron mayores porcentajes en todos los grupos, además de considerar realizarlas de 1 a 2 horas a la semana, excepto por el personal de limpieza en donde con la opción “Mencionar otra” manifiesta un máximo de 30 minutos a la semana.

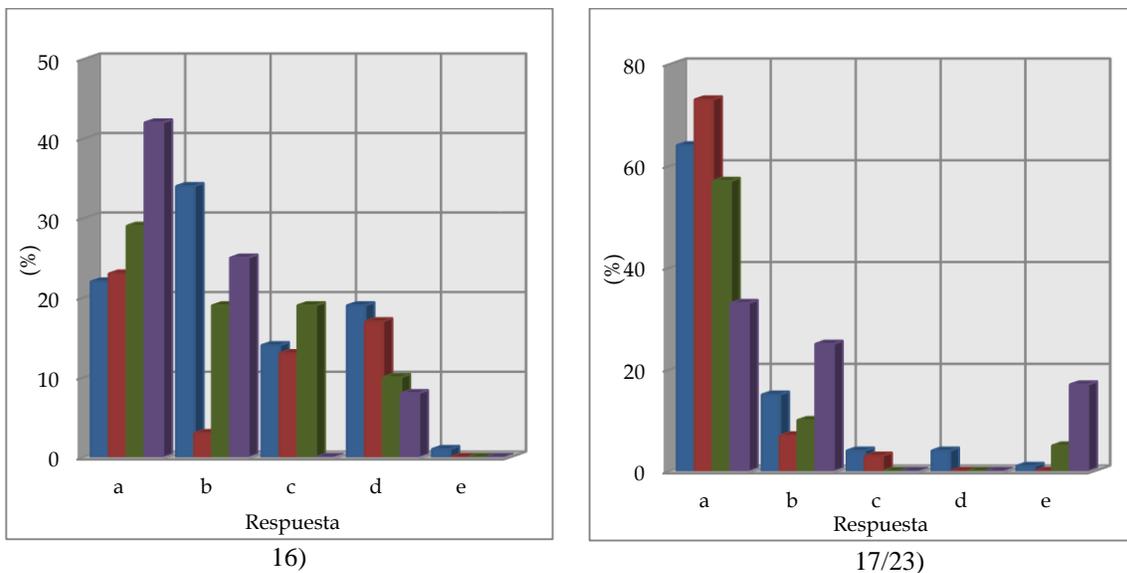


Figura 13. Actividades para llevar a cabo un manejo adecuado de los residuos. Grupos: ■ (alumno), ■ (docente), ■ (administrativo) y ■ (personal de limpieza). Pregunta: 16) En caso de participar en actividades que brinden un manejo adecuado de los residuos en la institución, ¿Qué actividades realizaría fuera del horario laboral?; a) Capacitación en el manejo de residuos, b) Campañas de reducción, c) Elaboración de composta, d) Talleres de separación de residuos, e) Mencionar otra. 17/23) Si contestó la pregunta 16 (alumnos, docentes y administrativos) o 22 (personal de limpieza), ¿Qué tiempo a la semana le dedicaría a la actividad seleccionada?; a) 1-2 horas, b) 3-4 horas, c) 4-5 horas, d) Más de 5 horas, e) Mencionar otra.

4.2. Observación participante

Para establecer un panorama de la EP7 se elaboró un esquema (ver figura 14) donde se identificaron la distribución y ubicación de contenedores.

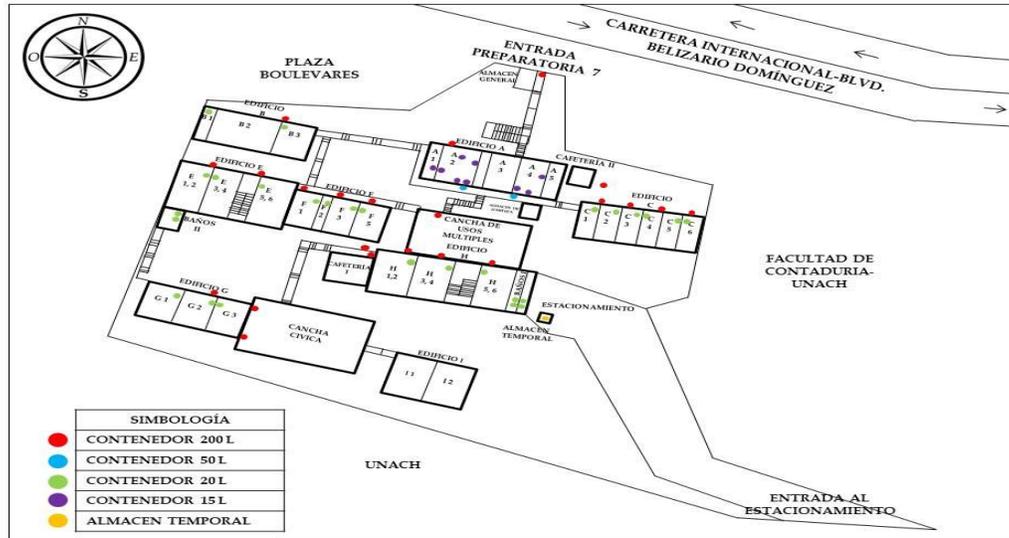


Figura 14. Esquema de la EP7 y distribución de contenedores.

Los alumnos presentan un horario de 7 a.m.-1:20 p.m. en el turno matutino y de 2-8:20 p.m. para el turno vespertino. Cada turno presenta un único receso de 30 minutos de 9:30-10 a.m. y 4:30-5 p.m., respectivamente.

En la EP7, se identificaron 2 acciones de reducción, la primera es el abastecimiento de agua purificada de forma gratuita (ver figura 15), la segunda, corresponde al costo considerable en las impresiones (ver figura 16), ambas acciones están encaminadas al grupo de mayor número formado por alumnos. Por otro lado, en lo que respecta a la reducción no se evita el uso de desechables por ningún grupo y el uso de las 3 R, se consideran de forma parcial para los alumnos con relación a las actividades antes mencionadas.

En la EP7, se observaron 3 momentos de mayor influencia en cuanto a la generación de residuos, el primero, sucede en horario de 9:30-10 a.m. correspondiente al receso del turno matutino donde los contenedores cercanos a las cafeterías se llenan aproximadamente hasta un 85% de su capacidad. El segundo momento transcurre en horario de 12:30 a 1:50 p.m. cuando el turno de la mañana finaliza clases y el turno vespertino las inicia, causando una especie de choque entre ambos turnos, provocando un incremento en la actividad de consumo de alimentos. El tercer momento radica en horario de 4:30-5:00 p.m., siendo de menor intensidad en comparación con los dos anteriores.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

En general, existe generación durante todo el día por parte de todos los grupos siendo el de alumno el que mayor consumo de alimentos tiene sin importar el horario, lo anterior, se debe a que las clases son variadas y en ocasiones se suspenden.

En la institución, solo existe la separación del residuo sanitario cuando se realiza limpieza en los baños, salvo esa actividad no se identificó alguna otra separación en la fuente. Sin embargo, existe iniciativa en la separación del PET (ver figura 17) pero carece de funcionalidad debido a que no se diseñó adecuadamente. Por otro lado, se observó que el personal de limpieza deposita de forma inadecuada los residuos en el almacén temporal, ocasionando la obstrucción del acceso y proliferación de malos olores (ver figura 18).

El almacenamiento de los residuos se lleva a cabo en 4 tipos de contenedores que varían dependiendo de la capacidad de almacenamiento, en la tabla 15 se describe la cantidad de los mismos.

	Contendor 1	Contendor 2	Contendor 3	Contendor 4
Capacidad	15 L	20 L	50 L	200 L
Tipo de material	Plástico	Plástico	Metal pintado con esmalte	Metal pintado con esmalte/Plástico

Simbología: L (litros)

En la figura 14, se puede observar la distribución de los contenedores en la EP7, los espacios libres corresponden a las áreas verdes y en estas no se ubican contenedores debido a que los alumnos están limitados a acceder a ellas, sin embargo, eso no imposibilita el depósito de residuos (ver figura 19) así como en los pasillos (ver figura 20). En general, la distribución se observa adecuada para todas las áreas.

En cuanto a la capacidad de almacenamiento, los contenedores cerca de las áreas de mayor influencia como: cafetería y cancha cívica se observaron en la mayor parte del tiempo entre el 80 y 85% de su capacidad antes de ser vaciados por el personal de limpieza (ver figura 21). Cabe destacar que la situación no es la misma para los contenedores de los salones donde se observó exceso de residuos (ver figura 22). Lo anterior puede deberse a que la limpieza se realiza exclusivamente una vez terminado cada turno escolar, para entonces, se encuentra en el estado mencionado.

Por otro lado, el almacén temporal se encuentra ubicado a un costado del estacionamiento (ver figura 23), los alumnos están restringidos de esta área debido a un asunto de seguridad, lo cual puede relacionarse con el alto porcentaje del estrato alumno que desconoce de dicho sitio, mientras que para el resto de los grupos en su mayoría accede por el estacionamiento. En el mismo sentido, durante la observación se identificó la posible presencia de fauna nociva debido a los rastros que dejaban en el almacén temporal (ver figura 24), pudiendo desmentir la ausencia de fauna nociva que la población manifestó.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

En un primer momento, el almacén temporal presentaba una estructura deficiente, el tamaño parecía adecuado pero no estaba bien delimitado por paredes de malla ciclónica y el acceso para ingresar o salir era incipiente (figura 25), sin embargo, debido al compromiso de la EP7 por adecuar el almacén temporal, se hicieron modificaciones en cuanto al techado, muros perimetrales para evitar el acceso de la fauna nociva y la facilidad del acceso en la entrada-salida para el personal de limpieza que traslada las bolsas que contienen residuos (ver figura 26).

El aprovechamiento se lleva a cabo únicamente cuando todo el residuo generado es depositado en el almacén temporal, es ahí cuando el personal de limpieza se encarga de la separación de forma manual de los subproductos como PET, HDPE y L.A. (ver figura 27).

En la EP7, el terreno está constituido por pendientes pronunciadas debido a las características propias del terreno (ver figura 28) observándose arbolado en casi todos los espacios libres de construcción, en dichos sitios se identificaron 2 especies predominantes siendo la Benjamina (*Ficus benjamina*) y Cedro (*Cedrela odorata*) (ver figura 29). Los restos de jardinería son levantados de las áreas de tránsito y depositados en las bases o zonas bajas de jardineras y árboles, sin identificarse acumulación excesiva en ningún momento (ver figura 30).

Por otro lado, no hay registro de la cantidad de residuos generados en la EP7. Sin embargo, se observó una ruta de recolección interna, iniciando cuando el personal de limpieza recolecta los residuos una vez que finaliza la limpieza de los salones, áreas administrativas y baños. En el caso de los salones, los residuos son depositados en los contenedores de 200 litros más cercanos, posteriormente se vacían las bolsas y se colocan nuevas y/o vacías, para después llevarse al almacén temporal. Este proceso se realiza en 3 momentos del día, en la mañana antes de iniciar labores, terminado el turno matutino y finalizando el turno vespertino.

Por el contrario, la cafetería II transporta sus residuos al almacén temporal dos veces al día en horario aproximado de 12 y 6 p.m., mientras la cafetería I lo realiza a las 12 y 7 p.m. Finalmente, todo el transporte de residuos se lleva a cabo en bolsas negras sin ningún tipo de contenedor (ver figura 31) y la recolección lo realiza un prestador de servicio particular, los días jueves y sábados en las mañanas.

El personal de limpieza se observó con guantes de látex, bolsas negras y material de limpieza durante sus actividades (ver figura 32a) aunque en otras ocasiones no contaba con todo lo mencionado anteriormente (ver figura 32b). La posibilidad de contenedores móviles resulta complicada debido al relieve y cantidad de escalones que se debe transitar para moverse en el interior de la institución.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Durante la observación no se identificó ningún lugar que sirviera exclusivamente como sitio de depósito permanente de la fracción inorgánica de los residuos, del mismo modo, no se identificó la incineración dentro de la institución.

4.3. Caracterización de residuos

En la figura 33 se puede observar el periodo de muestreo con respecto a la generación típica máxima (Ruíz, 2012) que corresponde a la mitad del periodo escolar. Las muestras corresponden a 10 días hábiles del mes de octubre 2019.

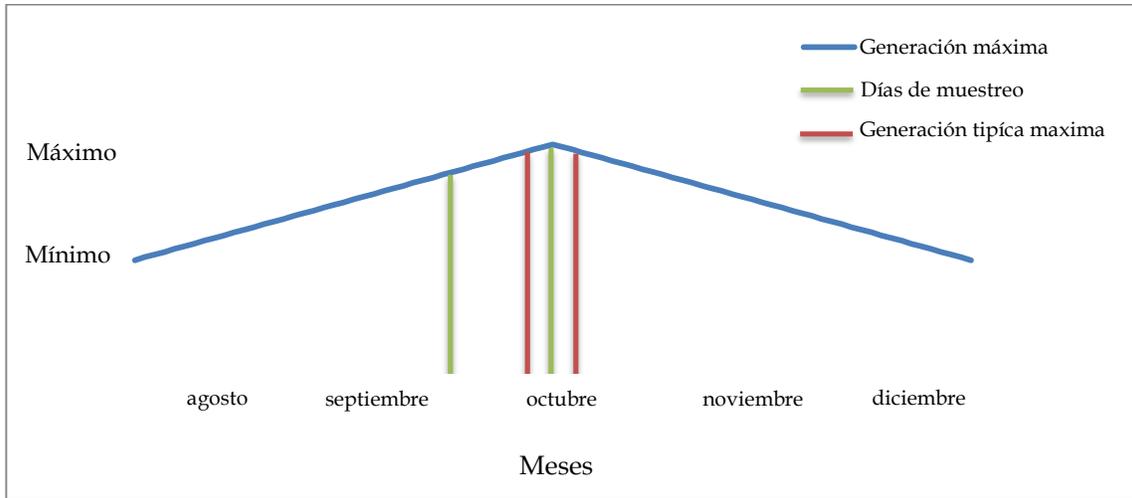


Figura 33. Periodo de muestreo de la caracterización en la EP7 con respecto a la generación típica máxima de residuos durante el periodo escolar agosto-diciembre 2019

En la figura 34 se observa el comportamiento de la generación durante los días del estudio y el promedio de 82.40 kg/día.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

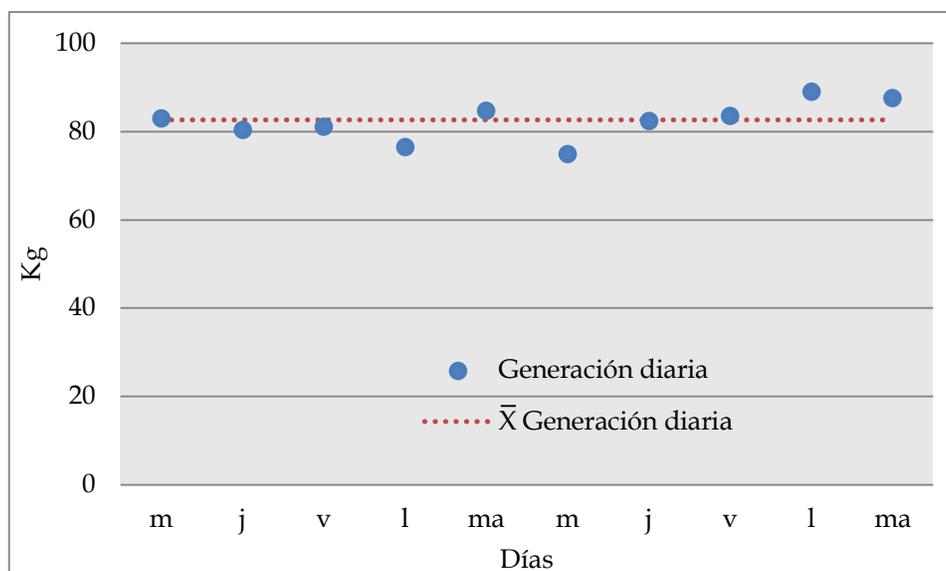


Figura 34. Generación diaria de residuos en la EP7. Días: l (lunes), ma (martes), m (miércoles), j (jueves), v (viernes), \bar{X} (promedio).

En cuanto a la GPC para la EP7 se estableció en 0.0422 kg/hab-día y en la composición de los residuos se identificaron 18 subproductos diferentes, en la tabla 16 se describen los pesos en kg durante los 10 días del mes de octubre.

Tabla 16. Subproductos encontrados en la composición de los residuos														
Subproducto		Días de caracterización del mes de octubre 2019										\bar{X}	S^2	S
N	Nombre	m	j	v	l	ma	m	j	v	l	ma			
o		Peso (kg)												
1	Residuo Sanitario	6.44	7.05	6.16	4.76	5.39	4.92	4.99	4.35	3.89	4.55	5.25	1.01	1.52
2	PET	12.97	9.56	16.61	17.80	12.34	11.01	13.40	14.57	20.68	9.33	13.83	13.40	3.31
3	HDPE	2.28	2.09	2.61	3.19	3.47	2.59	2.27	3.61	2.97	2.81	2.79	0.27	0.87
4	Plástico*	7.89	6.40	4.65	5.58	3.16	5.02	8.53	5.16	5.17	5.48	5.70	2.44	1.70
5	Plástico**	3.14	1.81	2.59	3.08	2.98	2.70	2.93	3.57	3.71	3.13	2.96	0.28	0.91
6	PS	4.13	3.22	4.34	6.18	4.74	4.61	5.71	8.00	5.33	4.91	5.12	1.72	1.54
7	Otros plásticos	1.90	4.01	3.34	3.53	3.96	3.18	2.07	0.54	4.08	3.01	2.96	1.30	1.14
8	Papel	20.74	10.59	17.19	8.37	13.68	20.92	13.87	16.24	13.74	12.22	14.75	16.59	3.72
9	Cartón	2.42	8.99	3.05	5.24	16.84	4.81	7.20	3.86	8.95	14.83	7.62	24.04	6.49
10	Tetrapack	1.90	1.66	1.12	0.18	1.51	0.48	1.03	1.30	0.63	1.12	1.09	0.29	0.54
11	L.A	1.28	1.84	1.06	0.99	0.88	1.46	2.97	1.28	1.60	1.33	1.47	0.36	0.63
12	Metal	0.00	0.18	0.27	0.03	0.49	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.15	0.04	0.19
13	Telas	0.33	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.88	0.54	0.20	0.34	0.22	0.42
14	Vidrio***	1.24	0.36	0.92	1.71	0.00	0.82	0.90	0.13	0.98	0.17	0.72	0.30	0.51
15	Madera	1.45	0.34	0.00	0.00	0.14	0.00	0.33	0.04	0.35	0.39	0.30	0.19	0.39
16	Jardinería****	2.46	3.80	3.49	1.83	2.65	1.89	1.93	4.29	2.07	4.72	2.91	1.16	1.10
17	Restos de comida	12.50	16.76	13.83	14.28	12.34	10.16	14.05	15.14	13.83	16.71	13.96	4.02	3.40
18	Otros	0.00	0.45	0.00	0.00	0.19	0.47	0.20	0.64	0.15	2.79	0.49	0.70	0.76
	Total	83.05	80.47	81.23	76.76	84.77	75.03	82.44	83.58	89.16	87.71	82.42	19.15	18.69

Simbología: l (Lunes), ma (Martes), m (Miércoles), j (Jueves), v (Viernes), \bar{X} (Promedio), S^2 (Varianza), S (Desviación estándar). PET (Polietileno Tereftalato), HDPE (Polietileno de alta densidad), PS (Polietileno expandido), L.A (latas de aluminio), Plástico (de película)*, Plástico (de aluminio)**, Vidrio (transparente)***, Jardinería (restos)****. Nota: El papel y cartón presentaron humedad y mezcla de restos de alimentos, por lo que implica una variación en su característica original.

En el mismo sentido, en la figura 35 se aprecia en términos de porcentajes la generación promedio de cada subproducto.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

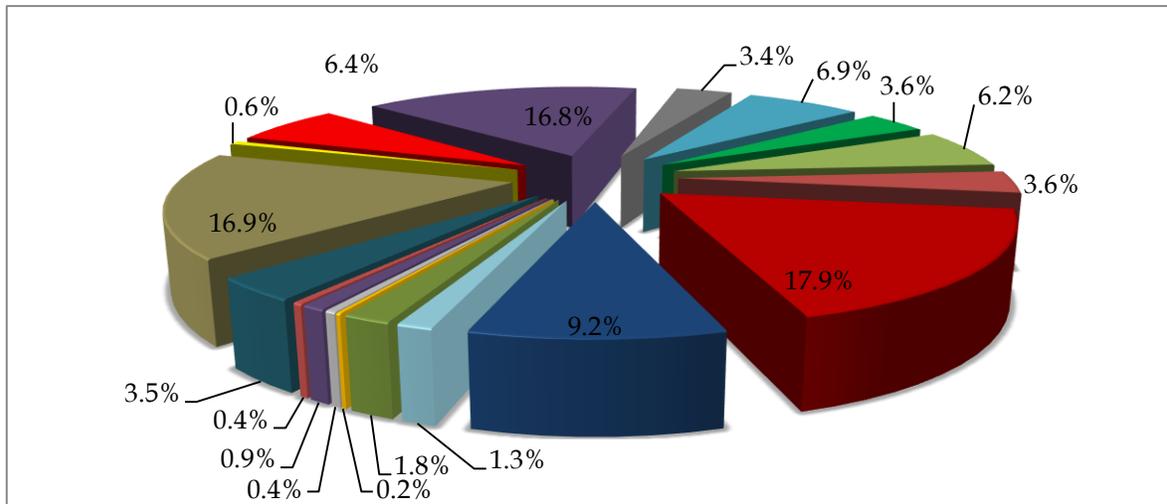


Figura 35. Porcentajes de los subproductos encontrados en la composición de los residuos. Subproductos: ■ Papel, ■ Restos de comida, ■ PET, ■ Cartón, ■ Plástico de película, ■ Residuo sanitario, ■ PS, ■ Plástico de aluminio, ■ Otros plásticos, ■ Restos de jardinería, ■ HDPE, ■ L.A., ■ Tetra pack, ■ Vidrio transparente, ■ Otros, ■ Tela, ■ Madera, ■ Metal.

En la figura 36 se observa el peso volumétrico (PV) “*in situ*” para los diferentes días, así como el promedio establecido en 29.41 kg/m³.

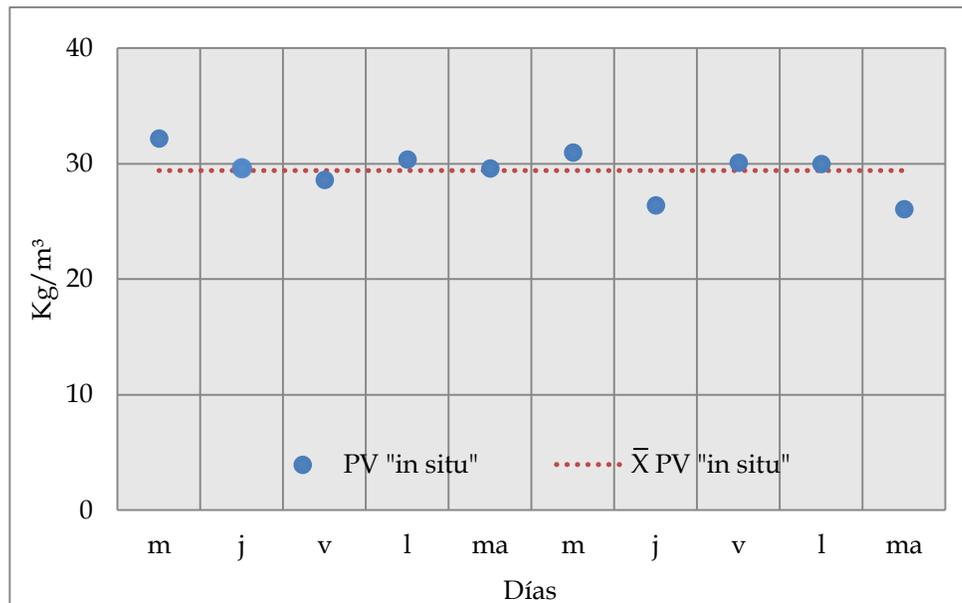


Figura 36. Peso volumétrico “*in situ*”. PV (peso volumétrico), \bar{X} (promedio), l (lunes), ma (martes), m (miércoles), j (jueves), v (viernes).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Además, se realizó el PV con PET, PET compactado 1 (PET-1) y PET compactado 2 (PET-2), latas de aluminio (L.A.), latas de aluminio compactado (L.A.-C), HDPE, HDPE compactado (HDPE-C) y PS. Los subproductos se eligieron por dos características: uno); el volumen y dos); valor económico en el mercado de reciclaje. Los resultados se describen en la tabla 17 observando diferencias entre el material compactado y sin compactar.

Subproducto	PET	PET-1*	PET-2**	L.A.	L.A.-C	HDPE	HDPE-C	PS
PV “ <i>in situ</i> ” (Kg/m ³)	22.32	30.60	40.5	46.6	82.01	31.87	38.28	8.40

Los envases se aplanan sin doblar*

Los envases se giran ocasionando un efecto de tuerca**

En la figura 37, se observa el PV de acuerdo a la generación diaria tomando en cuenta los subproductos que mayor PV demostraron, siendo PET-2, HDPE-C y L.A.-C.

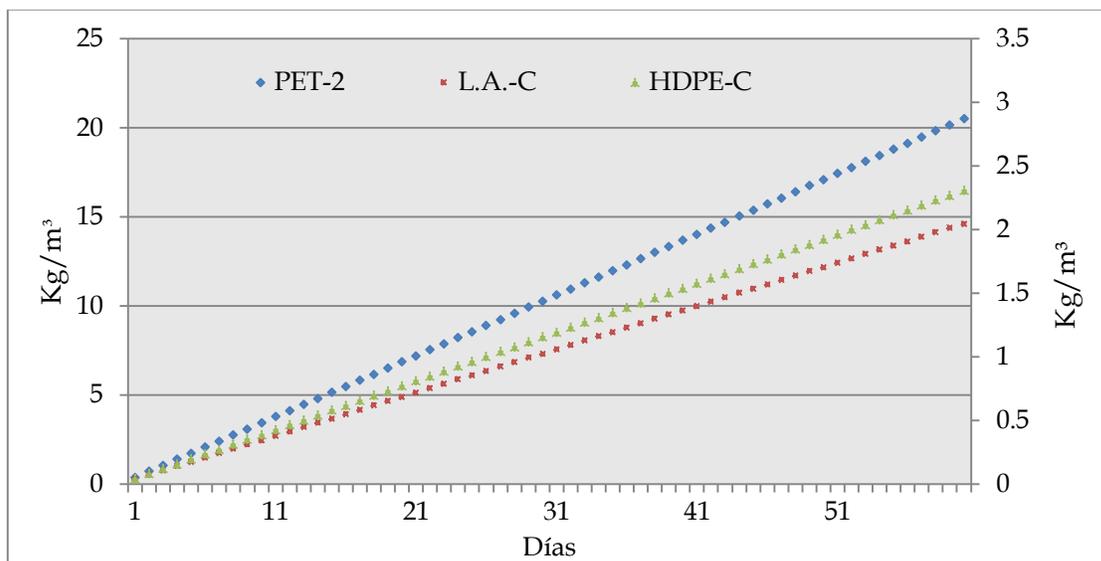


Figura 37. PV de subproductos de la EP7 un periodo de 60 días. Donde el eje izquierdo pertenece al PET-2 y el eje derecho al HDPE-C y L.A.-C.

4.3.1. Aprovechamiento de los subproductos

De acuerdo a Foro-México (2019) en Tuxtla Gutiérrez existen un total de 82 empresas dedicadas al reciclaje de diversos materiales, en la tabla 18 se describen las empresas dedicadas al reciclaje cercanas a la EP7 que brindaron la información para fines de este trabajo y en la tabla 19 los precios de acuerdo a los subproductos propensos a aprovechamiento. Cabe resaltar que el rubro económico del presente trabajo se enfoca únicamente al gasto de combustible por transporte y beneficio a la venta del subproducto.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Tabla 18. Empresas dedicadas al reciclaje en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Nombre	Dirección	Distancia de la EP7 (Km)
Recuperadora de metales Mendoza	Av. 9 y 8 sur oriente, Calzada Emiliano Zapata, San José Terán. Tuxtla Gutiérrez.	2.1
Recicladora Valcorr	Calle el trisunfo y 2°. El triunfo Avenida Conasupo, San Jose Terán, Tuxtla Gutierrez.	3.2
---	Dirección: 13 y 14 sur oriente Avenida Villaflores.	6.5
Recicla	Satélite Loma Larga, Tuxtla Gutiérrez, Chis. Carretera Panamericana a Chiapa de Corzo.	17.2

Tabla 19. Precio de compra y almacenamiento de 4 empresas recicladoras para realizar recolección

Empresas	Recuperadora de metales Mendoza			Recicladora Valcorr			Empresa 3			Recicla		
	C (\$)	R (\$)	A (kg)	C (\$)	R (\$)	A(kg)	C (\$)	R (\$)	A (kg)	C (\$)	R (\$)	A (kg)
No. del subproducto												
PET*	2.50	2.40	1000	3.50	3.30	500	2.00	2.00	300	2.50	2.00	300
L.A	13.0	12.90	1000	10.00	9.80	500	12.00	12.00	300	12.00	11.50	300
Cartón	0.80	0.70	1000	0.80	0.60	500	0.50	0.50	300	0.70	0.20	300
Archivo viejo	1.50	1.40	1000	1.80	1.60	500	1.00	1.00	300	2.00	1.50	300
HDPE	2.50	2.40	1000	1.50	1.30	500	1.00	1.00	300	2.50	2.00	300

PET (Transparente)*

Simbología: C (Compra), R (Recolección), A (Almacenamiento).

Con respecto a la tabla 18 resulta viable vender los subproductos a la empresa Recuperadora de metales Mendoza debido los precios de compra y cercanía con la EP7 además del bajo costo de combustible por transporte (ver tabla 20), descartando recolección por la poca practicidad de almacenamiento de 1 tonelada de material que todas las empresas solicitan.

Tabla 20. Gasto de combustible

	Rendimiento por litro (km)	Distancia (km)	Costo litro de combustible (\$)	Costo total (\$)
Recuperadora de metales Mendoza	12-17*	2.2	20.74 **	20.74

Díaz (2019*), (2) Milenio (2019)**.

En el mismo sentido, en la tabla 21 se describe el costo-beneficio con relación al volumen y peso de almacenamiento.

Tabla 21. Costo-beneficio con respecto al volumen y peso de almacenamiento

No. subproducto	Peso (kg)		Volumen (m3)		Días		Gasto de transporte (\$)	Beneficio (\$)	
	20	30	20	30	20	30			
PET	276.6	414.9	6.82	10.24	691.5	1,037.25			
HDPE	29.4	44.1	0.68	1.15	725.4	1,088.1			
Aluminio	55.8	83.7	0.76	1.02	73.5	110.25			
Total	361.8	542.7	8.26	12.4	1,490.4	2,235.6	20.7	41.4	
								1,469.6	2,194.1

4.3.2. Proyección de generación de residuos en la educación media superior

De acuerdo a los datos tomados del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2019) en las tablas 22 y 23 se describe el número de alumnos y planteles en el nivel medio superior en el estado de Chiapas.

Tabla 22. Alumnos y planteles en el estado de Chiapas

Educación media superior	1 a 249 hab.		250 a 2499 hab.		2500 y más hab.	
	Alumnos	Planteles	Alumnos	Planteles	Alumnos	Planteles
Bachillerato general	2576	44	67142	546	108996	278
Bachillerato tecnológico	---	--	5710	22	52554	96
Profesional técnico	---	---	---	---	381	3
Total	2576	44	72852	568	161931	377

Simbología: hab. (habitantes)

La GPC puede presentar diferencias significativas debido a factores culturales, niveles de ingreso y grado de urbanismo (SEDESOL, 2012), por lo tanto, en la proyección se considera únicamente a los alumnos y planteles que no cuentan con grado de marginación “muy alto y alto”, de tal forma que la GPC de residuos en el nivel institucional pertenece a la categoría “medio, bajo y muy bajo” misma que se encuentra la EP7. En la tabla 23 se describe la relación alumnos y planteles de acuerdo al grado de marginación.

Tabla 23. Alumnos y planteles con grado de marginación en el estado de Chiapas

Educación media superior	Grado de marginación			
	Medio, bajo y muy bajo		Muy alto y alto	
	Alumnos	Planteles	Alumnos	Planteles
Bachillerato general	35 719	101	140 791	747
Bachillerato tecnológico	19 526	43	37 698	73
Profesional técnico	381	3	---	---
Total	55 245	144	178 489	820

Por lo anterior, de acuerdo al número de individuos y planteles que se encuentran dentro del rango de marginación medio, bajo y muy bajo, se observa en la figura 38 la proyección a 15 años de la generación de residuos en el sistema educativo medio superior para el estado de Chiapas, tomando en cuenta la tasa de crecimiento anual de los alumnos en 8.67% (INEE, 2019) y empleando el método geométrico (Alvarado, Nájera, González y Palacios, 2009).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

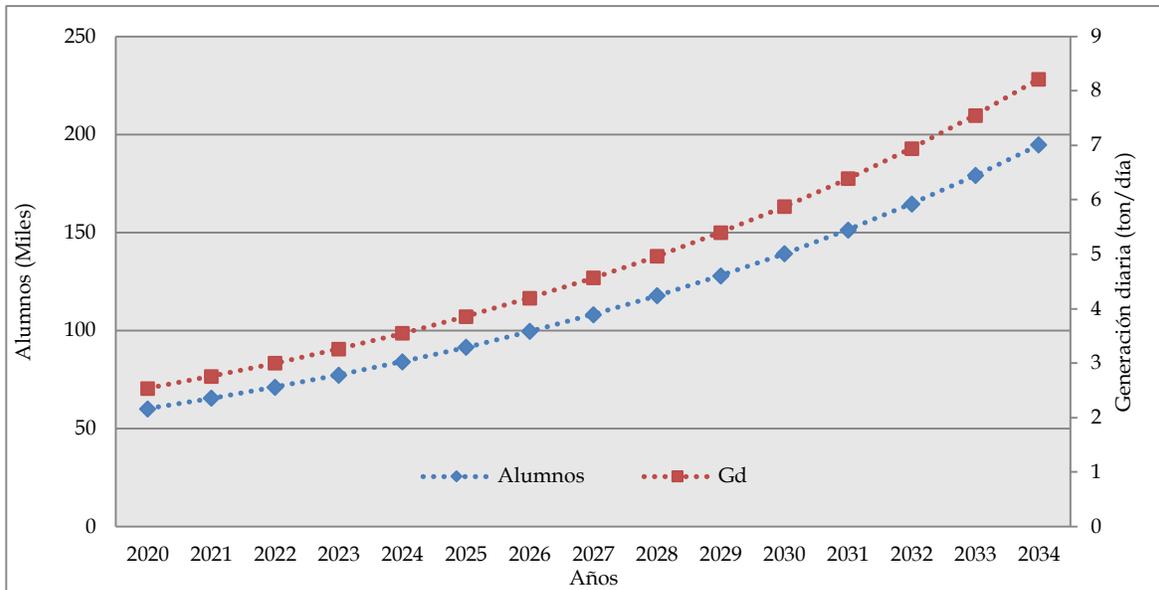


Figura 38. Población de alumnos y generación diaria de RSU para las instituciones educativas de nivel medio superior en el estado de Chiapas. Para la proyección se empleó el método geométrico. Simbología: GPC (Generación diaria).

De la figura 38 se puede decir que la cantidad de residuo pasará de 2.5 a 8.2 t diarias en los próximos 15 años, significando un incremento de 4 veces la generación actual de residuos en el sistema educativo medio superior. Al considerar una homogeneidad en la composición en las instituciones, es posible aprovechar subproductos como: aluminio (1.8%), HDPE (3.4%) y PET (16.8%) reduciendo la cantidad diaria destinada a los sitios de disposición final en un 22%, constatando una reducción total de 70.8% que presenta aprovechamiento al incluir: vidrio transparente (0.9%), cartón (9.2%), papel (17.9%) y materia orgánica [restos de comida (16.9%), restos de jardinería (3.5%), madera (0.4%)].

CAPÍTULO V

Discusión y Conclusiones

5.1. Discusión

5.1.1. Reducción

En la EP7, actividades tales como el incremento en el costo de impresiones y abastecimiento de agua purificada, se consideran de reducción debido a que se enfocan en la disminución de residuos a moderar el uso y consumo, el cual tiene mayor impacto si se dirige al grupo con mayor número de individuos (Ruíz, 2012). En el mismo sentido, se considera necesario la eliminación en el uso del PS al representar un porcentaje en la composición del 6.2%, similar al encontrado por Pérez (2017) del 4.2%; representando para la EP7 un volumen de 0.609 m³ diarios. En el caso de la EP7 se vuelve inevitable su utilización al momento de adquirir alimentos cuando no existe prohibición en las cafeterías, así como en el trabajo de Ruíz (2017).

Factores que podrían influir en llevar a cabo la prohibición de desechables de un solo uso es la presión por la Ley de residuos sólidos para el estado de Chiapas y sus municipios (2019) que exhorta la no utilización en todo el territorio estatal, así como; el rechazo de 42.5% de la población en la EP7 (ver figura 4).

5.1.2. Generación

La población que manifestó generación de residuos excesiva en comparación con el trabajo de García *et al.* (2014) son muy similares para los grupos 1, 2 y 3 con valores por arriba del 85%, mientras que los alumnos son el de menor porcentaje en comparación con los demás, sin embargo, se esperaban valores más altos en la percepción de generación excesiva por esta población debido a la situación de los contenedores en los salones que es donde siempre se observó exceso. Sin embargo, quizá la situación de los contenedores en pasillos y cafeterías, los cuales siempre se mantienen con un máximo de 85% de capacidad, puede influir en la percepción que los contenedores grandes no se llenan y los pequeños sí, indicando un problema de volumen de almacenamiento y no de generación.

La GPC de 0.0422 kg/hab-día se ubica dentro del rango estatal establecido para este trabajo entre 0.0385 y 0.14 kg/hab-día, por consiguiente y de acuerdo a la población de la EP7, presenta una generación de 15.23 t/año, categorizándose como un generador de RME (LGPGIR, 2018).

En cuanto a la varianza encontrada en los subproductos, reflejan una dispersión de 18.69, si se compara con lo reportado por García *et al.* (2016) de 179.06 puede decirse que la EP7 presenta una composición más estable. En la tabla 24, se describe la similitud de los porcentajes encontrados en la institución en comparación con otros trabajos a nivel estatal.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Tabla 24. Similitud en los porcentajes de la composición del RSU en instituciones educativas

No. Subproducto	EP7		Autor
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	
Tela	0.5	0.5	Flores (2013)
Tetra pack	1.3	1.6	Flores (2013)
Aluminio	1.8	1	García <i>et al.</i> (2016)
R. sanitario	6.4	6.6	Hernández (2016)
PEBD	6.9	7	Osorio (2018)
PET	16.8	17	Osorio (2018)

De la tabla 24 se puede resaltar la poca homogeneidad en la composición de los residuos, donde de 18 subproductos determinados en la EP7 únicamente 6 presentaron similitud con trabajos relacionados, retomando lo que mencionan Castillo y Luzardo (2013) que cada institución presenta características y contextos en específico.

La categoría M.O. engloba dos subproductos importantes: restos de jardinería y de comida, los cuales se establecieron en 3.5 y 16.9%, respectivamente, los datos encontrados en el presente trabajo no pueden ser comparados debido a que no existe literatura que reporte estos subproductos de forma separada, sin embargo, se espera que la información reportada sea retomada para futuras investigaciones.

En el mismo sentido, la cantidad de los restos de jardinería que se evidencia en el estudio de caracterización es baja en comparación de la alta presencia de arbolado en la EP7. De acuerdo a la observación participante, la especie de Benjamina (*Ficus benjamina*) y Cedro (*Cedrela odorata*) son predominantes en la institución, donde la primera presenta follaje todo el año y tira sus hojas a finales del año para florecer en la primavera (González-Castañeda y Ibarra-Manríquez, 2012), similar al cedro que tira sus hojas a inicios del mes de mayo una vez que sus frutos de la temporada anterior maduraron, para posteriormente florecer (Niembro, Vázquez y Sánchez, 2010). Por lo tanto, durante el periodo de caracterización (octubre) se tuvo una baja generación de hojas y ninguna actividad de poda que pudieran propiciar una mayor cantidad de restos de jardinería. Rosales *et al.* (2013) y Armijo de Vega *et al.* (2006) mencionan que la poda es la actividad principal que genera restos de jardinería. Además, la institución no cuenta con césped el cual influye aún más en la cantidad de residuo (Vargas *et al.*, 2015). Por último, el desvío de las hojas caídas que se deposita en las bases de los árboles y jardineras evita que parte del residuo generado no sea incluido en la caracterización.

5.1.3. Separación

El porcentaje de entendimiento sobre la clasificación “orgánico e inorgánico” del personal de limpieza se estableció en más del 90%, completamente contrario a Hernández (2016) donde el 10% es quien manifestó conocimiento. Por su parte, los grupos 1, 2 y 3 con valores por arriba del 85% afirmaron conocer la clasificación, contrario al trabajo de Gomez (2018) donde 41% desconoce tal clasificación.

Por lo tanto, aunado al entendimiento de la clasificación, es necesario la capacitación constante en el manejo de los residuos (Agudelo, 2016) y la disponibilidad de contenedores rotulados y/o diferenciados por color en puntos clave de la EP7 podrían significar el éxito en la separación en la fuente (García *et al.*, 2014).

Cabe destacar que la separación en la fuente de la fracción inorgánica no debe limitarse a lo establecido en el RPGIRMTGZ (2015), sino que debe enfocarse al aprovechamiento de subproductos que posean un valor en el mercado de reciclaje, que sean prácticos de separar y almacenar.

De forma paralela, la población de la EP7 manifestó que el papel y PET pueden ser aprovechados en el mercado de reciclaje debido a su valor y facilidad en la separación. Sin embargo, el PET es el único material que se aprovecha de forma parcial y se separa no en la fuente, sino una vez depositado en el almacén temporal por una persona del grupo de limpieza. En el caso del papel, el estudio de caracterización evidencia un exceso de humedad y mezcla de restos de comida, al igual que con el cartón debido a que los contenedores no permiten separar materiales de ningún tipo. Tal como demuestra Armijo de Vega *et al.* (2006) donde determina una reducción del 10.5% de papel útil para ser reciclado debido a que no se logró separar en la fuente de forma adecuada y el material se mezcló.

En el mismo sentido, puede decirse que la EP7 no tiene separación en la fuente debido a que todos los residuos son depositados en contenedores sin clasificar y el esfuerzo por aprovechar el PET a partir del contenedor (ver figura 17) es incipiente. Similar a lo reportado por Gomez (2018) donde evidencia en la figura 53, la mezcla de residuos en un mismo contenedor. Por su parte, García *et al.* (2014) reportan en la institución de su caso de estudio, que no existe separación y que todos los residuos son mezclados en contenedores los cuales son insuficientes de acuerdo a la cantidad generada. Finalmente, García *et al.* (2016) mencionan la clasificación orgánica e inorgánica en los contenedores, sin embargo, no se aclara si existe eficiencia de la separación.

5.1.4. Almacenamiento

La cantidad y distribución de contenedores primarios en pasillos es adecuada debido a que los residuos no exceden la capacidad de almacenamiento. Sin embargo, en las cafeterías que son uno de los puntos de mayor influencia (Coyago *et al.*, 2017) la cantidad de contenedores es deficiente considerando la actual generación.

Además, en la percepción, 37% de los alumnos afirman no tener un lugar donde se depositen de forma temporal los residuos hasta que se los lleva el servicio de recolección y 14% no respondió (ver figura 10). Lo anterior, llama la atención considerando que se trata del grupo con más individuos de la EP7 y con porcentajes tan dispares. Estos valores pueden relacionarse con la ubicación del almacén temporal (ver figura 3) debido a que se encuentra en el estacionamiento, el cual está restringido para los alumnos al tratarse de una salida de la EP7. Por lo tanto, puede deducirse que los alumnos desconocen del sitio porque tienen restringido el acceso y, por ende, la visibilidad a tal sitio.

Con respecto a la forma de almacenar los residuos, Flores (2013) reporta un depósito temporal de los residuos generados por una institución educativa en el estacionamiento sin ningún tipo de infraestructura (ver figura 54). Así mismo, en la figura 55 se observa el comportamiento que presenta una parte de la población estudiantil al depositar residuos en el suelo e inclusive el propio contenedor (Osorio, 2018). Por otro lado, Gomez (2018) expone una cantidad considerable de residuos que son depositados en el suelo que se encuentra inclusive con vegetación (ver figura 56), además, Barrientos (2011) al realizar modificaciones en el almacén temporal para mejorar el depósito (ver figura 57), se encuentra que lejos de mejorar los cambios perjudican en el correcto manejo debido a detalles de diseño. Lo anterior, es similar a lo encontrado en el presente trabajo, depósito de residuos en pasillos y jardineras, así como en un primer momento el inadecuado depósito en el almacén temporal.

Por otro lado, el mejoramiento del almacén temporal aparentemente permite una eficiencia ante el control de fauna nociva y accesibilidad para entrada-salida del sitio, así como la protección ante la exposición al sol y lluvia, pasando de la categoría cualitativa de Barrientos (2011) en mala (residuos fuera de las bolsas y mal olor) a regular (pocos residuos fuera de bolsas y sin mal olor). Sin embargo, la ausencia de fauna nociva que gran parte de la población manifestó pudo ser desmentida gracias a la observación participante.

5.1.5. Aprovechamiento

El aprovechamiento de la fracción inorgánica de los residuos mediante la venta directa a las empresas recicladoras cada 30 días hábiles de almacenamiento, permite ganancias alrededor de \$2,194.12 únicamente con L.A., HDPE y PET. Un caso similar es el de Maldonado (2006) donde evidencia la rentabilidad de este tipo de actividad, resaltando el pago de la inversión total del sistema de manejo de residuos al cabo de 3 años, tomando en cuenta infraestructura, celdas de composteo y pago de salarios del personal para su operación.

En el caso de la fracción orgánica, podría ser conveniente aprovechar los residuos tanto de jardinería como los restos de comida a través de un sistema de composteo (Ruíz, 2017) presentando beneficios como: la disminución de un 20% de los residuos generados correspondiendo al total de 16.87 kg diarios, además de reducir la posible presencia de fauna nociva y olores ofensivos.

La estimación del papel para su aprovechamiento no pudo realizarse en el presente trabajo debido a las características físicas encontradas por el estudio de caracterización, presentando humedad y mezcla de restos de alimentos. Resultando conveniente separar directamente en las áreas administrativas y salones (Barrientos, 2011) debido a que son principales puntos de generación (Maldonado, 2006), y a partir de la estimación diaria realizar las proyecciones para el ingreso del material al mercado de reciclaje.

Las actividades de aprovechamiento y reciclaje desarrolladas en centros educativos presentan un factor invisible que corresponde al mensaje que los participantes llevan a casa, abordando un impacto de mejora en la noción del cuidado del medio ambiente a nivel sociedad (Manfred y Athna, 2013). Lo anterior, se evidencia en el trabajo de Barrientos (2011) en donde los vecinos, funcionarios y alumnos traían los residuos generados en sus hogares para ser depositados en el interior de la institución, constituyendo así un aumento paulatino y constante en la cantidad de material reciclable.

5.1.6. Transporte

Los resultados de la percepción en cuanto al registro y ruta de recolección interna son similares con los encontrados por García *et al.* (2014) donde no se cuenta con registro alguno y el desconocimiento de la ruta interna es minoritario, sin embargo, se corroboró la existencia de un orden y reparto del trabajo entre el personal de limpieza, pero quizás no fue considerado por no ser un sistema establecido o cambiante de acuerdo a las diversas situaciones entre los individuos.

La inconformidad del personal de limpieza sobre contar con lo necesario para llevar a cabo sus actividades, reporta similitud en los trabajos de García *et al.* (2016) y Hernández (2016), volviendo necesario atender los requerimientos del grupo en mención, siendo la mascarilla y capacitación constante como requerimientos indispensables.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

En otro aspecto, la forma en que se lleva a cabo la recolección de residuos a los contenedores primarios hasta el almacén temporal podría ser parcialmente adecuado con respecto al peso, ya que las bolsas rondan los 15 kg en promedio y de acuerdo al RPGIRMTGZ (2015) no deben de superar los 25 kg, sin embargo, emplear contenedores móviles o similar no podría ser posible debido a que los pasillos de la institución están estructurados por muchos escalones que vuelven complicado el transporte.

5.1.7. Disposición final

En general, la observación participante permitió determinar la presencia de depósitos de residuos en el interior de la institución en pasillos y jardineras, sin embargo, no se asemeja con lo encontrado por Gomez (2018) en donde no solo se depositaban de forma permanente, sino que se incineraban (ver figura 58). La EP7 tiene estricta prohibición de incineración debido a ubicarse en una zona urbana, resaltando la efectividad de la obligatoriedad ante alguna actividad.

5.1.8. Grado de aceptación a un manejo adecuado de los residuos

La aceptación en más del 70% de todos los grupos demuestran similitud en lo reportado por García *et al.* (2016), García *et al.* (2014) y Gomez (2018), sin embargo, los trabajos no hacen mención sobre horarios y tiempo dedicado a las actividades que se puedan contrastarse con lo encontrado en el presente trabajo, donde la capacitación y campañas de separación tienen mayor aceptación por la población de la EP7. No obstante, el grupo de contacto directo admitió realizar las actividades con un máximo de 30 minutos semanales, lo cual pudiera indicar un rechazo parcial. Similar a lo encontrado por Barrientos (2011) en donde al no modificar la asignación de funciones al personal de limpieza, este no realiza actividades complementarias en el manejo de los residuos ya que representa más trabajo.

Finalmente, en el trabajo de Espinosa *et al.* (2013) la población presentar una buena disposición para participar como en la mayoría de los grupos del presente trabajo, sin embargo, no se logró que la población llevará a cabo actividades de reducción y separación en la fuente de forma correcta, ya que durante la evaluación de las actividades no se intensificó la concientización y capacitación como para generar un cambio de hábito en el corto tiempo de la prueba, consecuentemente la población no se apegó a los lineamientos establecidos.

Por lo anterior, intensificar campañas de concientización y exhortar a la comunidad se vuelve necesario a través de reglamentos estudiantiles de obligatoriedad y de ser necesario, sanciones (Maldonado, 2006), haciendo necesaria la mejora de estrategias de comunicación institucional buscando la reducción y separación (Ruíz, 2017).

5.2. Conclusiones

El depósito de residuos fuera de los contenedores es algo que se evidencia en el presente trabajo, así como en los realizados a nivel estatal, sin embargo, resulta conveniente conocer las razones del por qué los alumnos y demás individuos llevan a cabo tal acción, dicha información podría abordarse desde la encuesta en futuros trabajos.

Todos los grupos presentaron percepciones diferentes en las etapas del manejo de los residuos como se esperaba, existiendo coincidencia en otros trabajos en grupos en común dentro de las instituciones, así como diferencias, resultando muy enriquecedor debido a que con la información encontrada es posible analizar a la población para entender su percepción y posteriormente minimizar o evitar conflictos de interés entre ellos o la propia EP7. Además, si se considera a la población encuestada, el personal de limpieza presenta un 25% de oposición a las actividades enfocadas al manejo adecuado de los residuos, siendo el que mayor rechazo presentó y menor tiempo está dispuesto a invertir en actividades de mejora fuera del horario laboral, mismo comportamiento se observa en otros trabajos, resultando indispensable tomar en cuenta a dicho grupo en mención al momento de formular estrategias para manejar los residuos debido a que su participación es fundamental.

Las características físicas con las que se encontró el papel y cartón no son óptimas para ser enviado al mercado de reciclaje, se recomienda separarlos directamente en la fuente y posteriormente estimar su aprovechamiento. Llama la atención que ningún trabajo en el estado hace mención de la misma situación a pesar de no existir separación en la fuente

De acuerdo a la GPC establecida en 0.0420 kg/hab-día esta puede servir como indicador para determinar aproximaciones en la generación de residuos, por lo que se puede decir que las instituciones educativas de nivel medio superior con poblaciones superiores a 1,300 individuos muy probablemente se categoricen como generadores de RME de acuerdo a la LGPGIR. Este indicador llega a ser muy valioso porque permite estimar la categoría a la que puede pertenecer una institución educativa en función a su población estudiantil, sin embargo, es necesario contar con otros estudios de caracterización en planteles educativos que brinden más datos para este indicador.

Al estimar la fracción aprovechable de los residuos generados en la EP7 se habla del 70.8% (material orgánico [20.8%] y material reciclable [50%]) al considerar: madera (0.4%), vidrio transparente (0.9%), L.A. (1.8%), HDPE (3.4%), restos de jardinería (3.5%), cartón (9.2%), PET (16.8%), restos de comida (16.9%) y papel (17.9%). En el presente trabajo, se obtuvo un valor cercano al 69% de la fracción aprovechable que reportan otros trabajos en el estado de Chiapas, siendo el material orgánico es el principal subproducto, sin embargo, el material reciclable (inorgánico) representa el 50% del total generado, por lo que emplear estrategias enfocadas a este rubro tendrían un mayor impacto si se busca obtener beneficios económicos y ambientales al destinarlos a centros de reciclaje.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

El listado de los subproductos establecidos por la NMX-022-SEMARARNAT-1996 es una adecuada forma de categorizar los residuos, sin embargo, para el sistema educativo se sugiere que el material orgánico sea subdividido en: restos de alimentos y de jardinería, lo anterior, para tener información más precisa como en el presente trabajo donde los porcentajes son 3.5% (restos de alimentos) y 16.9% (restos de jardinería), permitiendo observar una composición muy dispereja que no podría observarse si se englobara en una sola categoría como M.O.

El bajo porcentaje de los restos de jardinería en el presente estudio en comparación a los trabajos citados puede asociarse a las especies de árboles, época del año, bajo mantenimiento de jardinería y el depósito en jardineras. Por lo que en futuros trabajos se sugiere considerar los puntos antes mencionados al momento de planear los estudios de caracterización en instituciones educativas.

La generación baja de restos de jardinería, presencia de fauna nociva en el almacén temporal, separación de PET en el almacén temporal, humedad y restos de comida presentes en el papel y cartón, son aspectos que pueden llegar a influir en los resultados del estudio de caracterización y que fueron identificados por la observación participante. Así que se recomienda contrastar la información si se desea conocer los factores que podrían influir en los datos de los residuos y disminuir su dispersión u observar similitud con lo encontrado en la presente investigación.

La adquisición de los precios de diferentes empresas de reciclaje locales se vio limitada debido a que muchas no brindan esta información, por lo que resultaría conveniente emplear diferentes estrategias que permitan obtener más información de los precios locales de los diferentes subproductos y, además, conocer las razones de las fluctuaciones en los precios a lo largo del año.

Al considerar los precios de venta de materiales al mercado de reciclaje y los costos de combustible por traslado desde la EP7 a la recicladora de los subproductos como indicadores en su forma más compacta, se obtienen utilidades aceptables, sin embargo, hace falta trabajos que permitan estimar el costo total del reciclaje desde las instituciones educativas para conocer la viabilidad de económica.

Se observaron similitudes en el manejo inadecuado de los residuos que presenta la EP7 con otras instituciones a pesar de que cada una tiene características y contextos específicos. Tales coincidencias se identificaron en las etapas de reducción, separación y almacenamiento. Esta información resulta de mucha importancia al momento de ejecutar y/o planear alguna estrategia de mejora en el manejo de residuos, ya que permite observar eventos en común y repetitivos en ambientes distintos, sin embargo, es conveniente analizar otros trabajos que integren información a lo encontrado en el presente trabajo.

5.3. Referencias

- Álvarez, C. (2013). *Reciclaje y su aporte en la educación ambiental* (tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala.
- Alvarado, H., Nájera, H., González, F. y Palacios, R. (2009). Estudio de generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la cabecera municipal de Chiapa de Corzo, Chiapas, México. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH*, 3 (1), 85-92.
- Andrés, P. y Rodríguez, R. (2008). Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos, *Evaluación y riesgos ambientales en Centroamérica*. Girona, España. Documenta Universitaria.
- Agudelo, S. (2016). *Propuesta para el fortalecimiento de los procesos de gestión y educación ambiental en torno al manejo de los residuos sólidos orgánicos y ordinarios generados en la Institución Educativa Zaragoza – sede principal del municipio de Cartago- Valle del Cauca* (tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Armijo de Vega, C., Ojeda-Benítez, S., Ramírez-Barreto, E. y Quintanilla-Montoya, A. (2006). Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. *Ingeniería*, 10 (3), 13-21.
- Barradas., A. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. (Estado del Arte). Veracruz, México.
- Barrientos, Z. (2011). Generación y gestión de residuos sólidos ordinarios en la Universidad Nacional de Costa Rica: patrones cuantitativos y sociológicos. *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, 2 (2), 133-145.
- Brown, G. (2006). Gestión local de residuos sólidos: el sistema nacional de certificación ambiental de establecimientos educacionales una estrategia de integración escuela de comunidad. *AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 1 (1).
- Casas, J., Repullo, J. y Donado, J. (2003a). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Aten Primaria*, 31(8), 527-38.
- Casas, J., Repullo, J. y Donado, J. (2003b). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (II). *Aten Primaria*, 31(9), 592-600.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- Castillo, M. y Luzardo, M. (2013). Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. *Revista facultad de Ingeniería, UPTC*, 22(34), 71-84.
- Coyago, E., Gonzales, K., Heredia, E. y Sánchez, R. (2016). Recomendaciones para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos universitarios. Caso de estudio: Universidad Politécnica Salesiana, Campus Sur, Quito. *La Granja*, 23(1), 60–71. DOI:10.17163/lgr.n23.2016.07
- Cuesta, L. (2015). *Obtención de biogás a partir de Residuos Sólidos Urbanos para su inyección a Red* (tesis de licenciatura). Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, España.
- Cruz, A. y Botella, A. (2005). Historia del vidrio. *Técnica Industrial*, 257-27.
- Chacon-Olivares, M., Pacheco-Rivera, A., Cendejas-López, M. y Ortega-Herrera, F. (2016). Tendencia del crecimiento en la cultura del reciclaje. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 63-72.
- Díaz del Castillo, F. (2012). *Conformado de materiales plásticos. Lecturas de ingeniería 21*. Universidad Autónoma de México, México.
- Díaz, O. (7 de enero de 2019). ¿Cuántos kilómetros rinde un litro de gasolina? *Plubimetro*. <https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2019/01/07/cuantos-kilometros-rinde-litro-gasolina.html>
- Espinosa, R., Turpin, S., Vázquez, R., Vázquez, A., Cisneros, A., De la Torre, A. y García, B. (2013). La gestión ambiental en una institución de educación superior asociada a las prácticas de separación y recuperación de residuos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29 (3), 49-57.
- Fernández., A. (2007). *Planta de incineración de residuos sólidos urbanos con tecnología de parrilla y recuperación energética* (tesis de licenciatura). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.
- Foro-México (2019). *Centros de reciclaje en Tuxtla Gutiérrez*. Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de <https://www.foro-mexico.com/chiapas/tuxtla-gutierrez/guiaa-centros-de-reciclaje.html>
- Flores, D. (2013). *Diagnóstico y propuesta para la gestión integral de residuos sólidos en el COBACH 33, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas* (tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, México.
- Frías, A., Lema, I. y García, A. (2003). La situación de los envases de plásticos en México. *Gaceta ecológica*, (69), 67-82.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- García, H., Toyo, L., Acosta, Y., Rodríguez, L. y El Zauahre, M. (2014). Percepción del manejo de residuos sólidos urbanos (fracción inorgánica) en una comunidad universitaria. *Multiciencias*, 14(3), 247-256.
- García, C., Nájera, H., Solís, M. y Vera, P. (2016). Manejo de residuos sólidos no peligrosos en una institución de educación superior. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 5 (12) 90-103. doi: 10.31644/IMASD.12.2016.a06
- Google. (2019a). [Mapa de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en Google maps]. Recuperado el 4 de octubre de 2019 de <https://www.google.com.mx/maps/place/16%C2%B044'44.5%22N+93%C2%B009'50.0%22W/@16.7457073,-93.1644482,19z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d16.7457061!4d-93.163901>
- Google. (2019b). [Mapa de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en Google maps]. Recuperado el 4 de octubre de 2019 de <https://www.google.com.mx/maps/place/16%C2%B045'00.6%22N+93%C2%B010'45.8%22W/@16.7501611,-93.1815817,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d16.7501563!4d-93.1793927>
- Google. (2019c). [Mapa de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en Google maps]. Recuperado el 4 de octubre de 2019 de <https://www.google.com.mx/maps/place/Carr.+Villaflores+1547,+Mercedes,+29080+Tuxtla+Guti%C3%A9rrez,+Chis./@16.7414056,-93.114421,19z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x85ecd8614ad1f611:0x2d59500d1dd6a18f18m2!3d16.7414043!4d-93.1138738>
- Google. (2019d). [Mapa de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en Google maps]. Recuperado el 4 de octubre de 2019 de <https://www.google.com.mx/maps/place/16%C2%B044'01.5%22N+93%C2%B003'13.5%22W/@16.7337453,-93.0543012,19z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d16.733744!4d-93.0537545>
- González-Castañeda, N., y Ibarra Manríquez, G. (2012). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Fascículo 96 Moraceae* (1-33). S y G editores.
- Gomez, A. (2018). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Generados en el COBACH 136, Ignacio Zaragoza, Ocozocoautla, Chiapas* (tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, México.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- Guzmán, M. y Macías, C. (2012). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. *Estudios sociales*, 20(39), 237-261.
- Hernández, M. (2014). *Plan de manejo integral de residuos sólidos para la escuela primaria nueva Zelandia (PMIRS-NZ)* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, C.D.M.X, México.
- Hernández, V. (2016). *Plan de manejo integral de residuos sólidos (RSU) para la facultad de ingenierías- UNACH* (tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, México.
- JustPlasticsEs. (2010). *Clasificación de los plásticos según su estructura*. <https://trotek.wordpress.com/>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2007). *Ciclo de los residuos*. Recuperado el 15 de junio de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/105/I.html>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2019). *Investigadores*. Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de <https://www.inee.edu.mx/audiencia/investigadores/>
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. 19 de enero 2018.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. 19 de enero del 2018.
- Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Chiapas y sus Municipios. Periódico Oficial del Estado de Chiapas. 19 de junio del 2019.
- Lianette, M., Del Pozo., G y González., R. (2009). *Gestión de residuos sólidos: un tema de vital importancia para la gestión ambiental empresarial*. En: memorias del taller por el Día Mundial del Medio Ambiente. Cuba: Editorial Universitaria.
- Maldonado, L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Ingeniería*, 10(1), 59-68.
- Manfred, F. y Atna, S. (2013). Como los estudiantes pueden manejar los residuos escolares: un estudio de caso. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, 6(2), 65-71.
- Manzano, F. (2007). Gasificación de residuos de invernadero para la obtención de energía eléctrica en el sur de España: Ubicación mediante SIG. *Interciencia*, 32(2), 131-136.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- Medina, M. (1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera Norte*, 11(21), 7-31.
- Milenio (8 de noviembre de 2019). Precio de la gasolina hoy viernes 8 de noviembre en México. *Milenio*. <https://www.milenio.com/negocios/precio-gasolina-viernes-8-noviembre-2019-mexico>
- Niembro, A., Vázquez, M. y Sánchez, O. (2010). *Árboles de Veracruz 100 especies para la reforestación estratégica*. Nelly Palafox. https://www.sev.gob.mx/servicios/publicaciones/colec_veracruzsigloXXI/ArbolesVeracruz100especies.pdf
- Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 18 marzo de 1985.
- Norma Mexicana NMX-AA-019-1985. Protección al ambiente-contaminación del suelo residuos sólidos municipales-peso volumétrico "in situ". Diario Oficial de la Federación. 18 marzo de 1985.
- Norma Mexicana NMX-AA-022-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo Residuos Sólidos Municipales-Selección y Cuantificación de Subproductos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 18 marzo de 1985.
- Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación. Diario Oficial de la Federación. 6 de noviembre de 1992.
- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-201. Que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el estado de México. Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México. 28 de septiembre del 2011.
- Osorio, C. (2018). *Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos en el colegio de bachilleres de Chiapas plantel 42, ubicado en el municipio de Juárez, Chiapas* (tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Reforma, México.
- Pérez, D. (2017). *Diagnóstico de los residuos sólidos generados en la facultad de arquitectura-campus I UNACH* (tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Reglamento para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez. Periódico Oficial del Estado de Chiapas, 13 de febrero de 2015.

Recytrans. (13 de mayo de 2014). *Tratamiento de residuos*.
<https://www.recytrans.com/blog/tratamiento-de-residuos/>

Ripoll, J. (2003). *La basura no tiene que ser un problema*. Recuperado el 21 de septiembre de 2019 de
http://www.fsa.ulaval.ca/rdip/cal/lectures/societe_ecolo/basura_no_tiene_porque_ser.htm

Rosales, M., Saldaña, C., Toledo, V. y Maldonado, L. (2013). Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de Tepic, una institución de educación superior. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 216-223.

Ruiz, M. (2012). Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 93-97.

Ruíz, M. (2017). Contexto y evolución del plan de manejo integral de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana Ciudad de México. *Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(2), 337-346. DOI: 10.20937/RICA.2017.33.02.14

Ruíz, M., Garay, C. y Martínez, S. (2017). El aluminio, material trascendente en la historia humana. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 21(61), 3-9.

Sandoval., E. (2015). *Propuesta para el manejo de residuos sólidos institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan* (tesis de licenciatura). Universidad veracruzana, Tuxpan, Veracruz.

Secretaria de Desarrollo Social. (2012). *Residuos*. Recuperado el 15 de febrero de 2020 de
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Reciclaje en México*. Recuperado el 12 de julio de 2019 de
http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet5c54.html

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015a). *Criterios empleados en México para clasificar un residuo como peligroso*. Recuperado el 16 de mayo de 2019 de
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2015/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet10ea.html

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015b). *Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. Recuperado el 15 de abril de <https://www.gob.mx/residuos-solidos/articulos/guia-de-diseño-para-la-identificación-gráfica-del-manejo-integral-de-los-residuos-solidos-urbanos>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). *Normatividad aplicable al tema de residuos*. Recuperado el 21 de abril de 2019 de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/normatividad-aplicable-al-tema-de-residuos>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020a). *Diagnostico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. Recuperado el 20 de julio de 2019 de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/Documentos/Ciga/libros2009/CD001408.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020b). *Presenta Semarnat el Diagnostico Básico para la Gestión Integral de Residuos 2020*. Recuperado el 20 de julio de 2020 de <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/presenta-semarnat-el-diagnostico-basico-para-la-gestion-integral-de-residuos-2020?idiom=es>

Seoáñez, M., Alvares, A., Chacón, A., Ladaria, P., Garcia-Monge, L., Bellas, E. y Seoáñez, P. (2000). *Residuos, problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción*. Aedos, s.a.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil., S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.

Trejo, R. (1999). *Procesamiento de la basura urbana*. México, D.F. Trillas.

Vargas, O., Alvarado, E., López, C. y Cisneros, V. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(5), 83-91.

CAPÍTULO VI

Anexos

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

6.1. Anexo I. Encuesta dirigida a grupos 1,2 y 3.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS



INGENIERÍA AMBIENTAL

Objetivo: Establecer la percepción en el manejo de los residuos a través de la implementación del cuestionario.

Conteste subrayando UNA SOLA OPCIÓN para cada pregunta. No existen respuestas correctas o incorrectas.

- 1) Durante su permanencia en la institución ¿Usted reduce los residuos que produce?
SI **NO**
- 2) Si la respuesta anterior fue NO pase a la pregunta 3. En caso de haber contestado SI, subraye la principal forma en que reduce los residuos que produce
 - a) **Digitaliza la información**
 - b) **Emplea las 3 R (Reducir, Reusar y Reciclar)**
 - c) **Evita uso de desechables**
 - d) **Los convierte en composta**
 - e) **Mencionar otra: _____**
- 3) ¿Considera que los residuos producidos en la institución educativa son excesivos?
SI **NO**
- 4) ¿Entiende la diferencia entre los residuos orgánicos e inorgánicos?
SI **NO**
- 5) ¿Cuál sería el principal punto que ayudaría a separar correctamente los residuos?
 - a) **Capacitación constante**
 - b) **Disponibilidad de contenedores**
 - c) **Evitar rechazo de la población**
 - d) **Vigilancia obligatoria**
 - e) **Mencionar otra: _____**
- 6) ¿Considera que hay contenedores suficientes en toda la escuela?
SI **NO**
- 7) De haber contestado SI a la pregunta anterior pase a la pregunta 8. Si la respuesta fue NO, indique el área principal donde se requieren más contenedores
 - a) **Áreas verdes**
 - b) **Cafetería**
 - c) **Cancha cívica**
 - d) **Pasillos**
 - e) **Mencionar otra: _____**
- 8) ¿La distribución de los contenedores en toda la institución es adecuada?
SI **NO**

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

9) De haber contestado SI a la pregunta anterior pase a la pregunta 10. Si la respuesta fue NO, indique el área principal donde se requiere una eficiente distribución de los contenedores

- a) **Áreas verdes**
- b) **Cafetería**
- c) **Cancha cívica**
- d) **Pasillos**
- e) **Mencionar otra:** _____

10) ¿La capacidad de almacenamiento de residuos en los contenedores es la adecuada?

SI

NO

11) De haber contestado SI a la pregunta anterior pase a la pregunta 12. Si la respuesta fue NO, antes de que el personal de limpieza recolecte los residuos, ¿El contenedor se encuentra?

- a) **Muy vacío**
- b) **Vacío**
- c) **Lleno**
- d) **Muy lleno**
- e) **Mencionar otra:** _____

12) ¿Cuentan con un lugar donde almacenen de manera temporal los residuos hasta que se los lleva el servicio municipal?

SI

NO

13) Si la respuesta anterior fue NO pase a la pregunta 14. En caso de haber contestado SI, ¿Considera que en el lugar donde almacenan los residuos existe presencia de fauna nociva?

SI

NO

14) En la institución, ¿Cuál es el residuo que podría reciclarse más?

- a) **Aluminio**
- b) **Cartón**
- c) **Papel**
- d) **PET**
- e) **Plástico rígido (HDPE)**

¿Porque?

- a) **Cantidad que se produce**
- b) **Practicidad en la separación**
- c) **Practicidad en el almacenamiento**
- d) **Valor en el mercado**
- e) **Mencionar otra:** _____

15) ¿El material producto de poda o jardinería, así como restos de comida pueden ser aprovechados mediante composteo en la institución?

SI

NO

¿Porque?

- a) **La disponibilidad del área para la técnica**
- b) **Las características del residuo orgánico**
- c) **El apoyo por parte de la institución**
- d) **El material es excesivo en cantidad**
- e) **Mencionar otra:** _____

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- 16) En caso de participar en actividades que brinden un manejo adecuado de los residuos en la institución, ¿En qué actividades participaría fuera del horario laboral?
- a) **Capacitación en el manejo de residuos**
 - b) **Campañas de reducción**
 - c) **Elaboración de composta**
 - d) **Talleres de separación de residuos**
 - e) **Mencionar otra:** _____
- 17) Si contesto la pregunta 16. ¿Qué tiempo a la semana le dedicaría a la actividad seleccionada?
- a) **1-2 horas**
 - b) **3-4 horas**
 - c) **4-5 horas**
 - d) **>5 horas**
 - e) **Mencionar otra cantidad:** _____

¡Gracias por su colaboración !



6.1.1. Encuesta dirigida al grupo 4.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INGENIERÍA AMBIENTAL

Objetivo: Establecer la percepción en el manejo de los residuos a través de la implementación del cuestionario.

Conteste subrayando UNA SOLA opción para cada pregunta. No existen respuestas correctas o incorrectas.

- 1) Durante su permanencia en la institución ¿Usted reduce los residuos que produce?
SI **NO**
- 2) Si la respuesta anterior fue NO pase a la pregunta 3. En caso de haber contestado SI, subraye la principal forma en que reduce los residuos que produce
 - a) **Digitaliza la información**
 - b) **Emplea las 3 R (Reducir, Reusar y Reciclar)**
 - c) **Evita uso de desechables**
 - d) **Los convierte en composta**
 - e) **Mencionar otra: _____**
- 3) ¿Considera que los residuos producidos en la institución educativa son excesivos?
SI **NO**
- 4) ¿Entiende la diferencia entre los residuos orgánicos e inorgánicos?
SI **NO**
- 5) ¿Cuál sería el principal punto que ayudaría a separar correctamente los residuos?
 - a) **Capacitación constante**
 - b) **Disponibilidad de contenedores**
 - c) **Evitar rechazo de la población**
 - d) **Vigilancia obligatoria**
 - e) **Mencionar otra: _____**
- 6) ¿Considera que hay contenedores suficientes en toda la escuela?
SI **NO**
- 7) De haber contestado SI a la pregunta anterior pase a la pregunta 8. Si la respuesta fue NO, indique el área principal donde se requieren más contenedores
 - a) **Áreas verdes**
 - b) **Cafetería**
 - c) **Cancha cívica**
 - d) **Pasillos**
 - e) **Mencionar otra: _____**
- 8) ¿La distribución de los contenedores en toda la institución es adecuada?
SI **NO**

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

9) De haber contestado SI a la pregunta anterior pase a la pregunta 10. Si la respuesta fue NO, indique el área principal donde se requiere una eficiente distribución de los contenedores

- a) **Áreas verdes**
- b) **Cafetería**
- c) **Cancha cívica**
- d) **Pasillos**
- e) **Mencionar otra:** _____

10) ¿La capacidad de almacenamiento de residuos en los contenedores es la adecuada?

SI

NO

11) De haber contestado SI a la pregunta anterior pase a la pregunta 12. Si la respuesta fue NO, antes de que el personal de limpieza recolecte los residuos, ¿El contenedor se encuentra?

- a) **Muy vacío**
- b) **Vacío**
- c) **Lleno**
- d) **Muy lleno**
- e) **Mencionar otra:** _____

12) ¿Cuentan con un lugar donde almacenen de manera temporal los residuos hasta que se los lleva el servicio municipal?

SI

NO

13) Si la respuesta anterior fue NO pase a la pregunta 14. En caso de haber contestado SI, ¿Considera que en el lugar donde almacenan los residuos existe presencia de fauna nociva?

SI

NO

14) En la institución, ¿Cuál es el residuo que podría reciclarse más?

- a) **Aluminio**
- b) **Cartón**
- c) **Papel**
- d) **PET**
- e) **Plástico rígido (HDPE)**

¿Porque?

- a) **Cantidad que se produce**
- b) **Practicidad en la separación**
- c) **Practicidad en el almacenamiento**
- d) **Valor en el mercado**
- e) **Mencionar otra:** _____

15) ¿El material producto de poda o jardinería, así como restos de comida pueden ser aprovechados mediante composteo en la institución?

SI

NO

¿Porque?

- a) **La disponibilidad del área para la técnica**
- b) **Las características del residuo orgánico**
- c) **El apoyo por parte de la institución**
- d) **El material es excesivo en cantidad**
- e) **Mencionar otra:** _____

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR

- 16) ¿Se cuenta con un registro de la cantidad de residuos que produce la EP7?
SI **NO**
- 17) ¿Cuentan con alguna ruta de recolección interna de residuos, desde los contenedores pequeños hasta el lugar donde los depositan de manera temporal?
SI **NO**
- 18) ¿Se les proporciona material necesario para recolectar y transportar los residuos como: bolsas y guantes desechables?
SI **NO**
- 19) ¿Qué material/equipo necesita de manera principal para desarrollar sus actividades adecuadamente que no se le esté proporcionando?
a) **Bolsas**
b) **Contenedores adecuados**
c) **Guantes desechables**
d) **Mascarillas**
e) **Mencionar otro:** _____
- 20) En caso de que recibir capacitación para manejar adecuadamente los residuos, indique el número de veces
a) **1 vez al año**
b) **2 veces al año**
c) **3 veces al año**
d) **4 veces al año**
e) **+4 veces al año**
- 21) ¿Quema/o depositan de manera permanente los residuos dentro de la institución o en sus cercanías?
SI **NO**
- 22) En caso de participar en actividades que brinden un manejo adecuado de los residuos en la institución, ¿En qué actividades realizaría fuera del horario laboral?
a) **Capacitación en el manejo de residuos**
b) **Campañas de reducción**
c) **Elaboración de composta**
d) **Talleres de separación de residuos**
e) **Mencionar otra:** _____
- 23) Si contesto la pregunta 22. ¿Qué tiempo a la semana le dedicaría a la actividad seleccionada?
a) **1-2 horas**
b) **3-4 horas**
c) **4-5 horas**
d) **>5 horas**
e) **Mencionar otra cantidad:** _____

¡Gracias por su colaboración !

6.2. Anexo II. Observación participante.



Figura 15. Alumnos abasteciéndose de agua en recipientes propios.



Figura 16. Costo de impresiones (\$2.00) dentro de la EP7.



Figura 17. Contenedor vacío para almacenar PET.



Figura 18. Inadecuado depósito de bolsas en el almacén temporal.



Figura 19. Depósito de residuos en jardineras.



Figura 20. Deposito de residuos en pasillos.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



Figura 21. Contenedor entre 80 y 85% de su capacidad.



Figura 22. Contenedores en salones con exceso de residuos.



Figura 23. Vista desde el interior del almacén temporal.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



Figura 24. Aparente presencia de fauna nociva en almacén temporal.



Figura 25. Almacén temporal antes de la intervención.



Figura 26. Almacén temporal después de la intervención.



Figura 27. Separación de PET para reciclar.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



Figura 28. Pendiente del terreno en la EP7.



a)



b)

Figura 29. Especies de arbolado; a) Benjamina (*Ficus benjamina*), b) Cedro (*Cedrela odorata*).



Figura 30. Hojas y PS depositado en jardineras.



Figura 31. Personal de cafetería transportando residuos.



a)



b)

Figura 32. Personal de limpieza recolectando residuos; a) Con guantes, b) Sin guantes.

6.3. Anexo III. Aplicación de encuesta a grupos 1, 2, 3 y 4.



Figura 39. Alumnos contestando encuesta.



Figura 40. Docente contestando encuesta.



Figura 41. Administrativo contestando encuesta.



Figura 42. Personal de limpieza contestando encuesta.

6.4. Anexo IV. Caracterización de residuos.



Figura 43. Pesaje de muestras de EP7

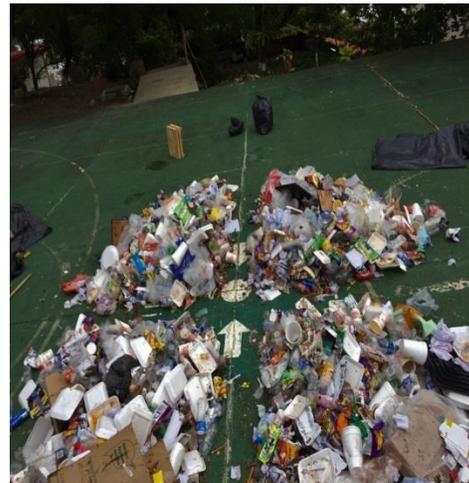


Figura 44. Cuarteo de muestra de residuos de EP7.

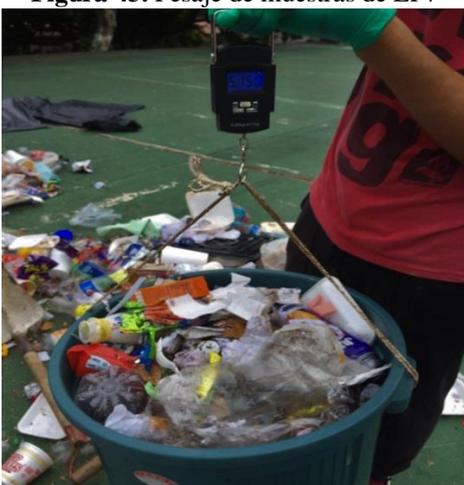


Figura 45. PV "in situ" de residuos.



Figura 46. a) Separación de subproductos.

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



Figura 47. b) Separación en subproductos.



Figura 48. Pesaje de los subproductos.



Figura 49. PV "in situ" del PS.



Figura 50. PV "in situ" de HDPE-C.



Figura 51. PV "in situ" de PET-2.



Figura 52. PV "in situ" de A.L.-C.

6.5. Anexo V. Manejo inadecuado en otras instituciones educativas



Figura 53. Residuos mezclados en contenedor (Gomez, 2018).



a)Interior del estacionamiento



b)Exterior del estacionamiento

Figura 54. Residuos depositados en el estacionamiento de una institución educativa (Flores, 2013).



Figura 55. Contenedor con PET depositado en el suelo (Osorio, 2018).



Figura 56. Residuos depositados junto a vegetación (Gomez, 2018).

MANEJO DE RSU EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR



Figura 57. Diseño deficiente de almacén temporal debido a entradas pequeñas (Barrientos, 2011).



Figura 58. Incineración de residuos dentro de una institución educativa (Gomez, 2018).

6.6. Anexo VI. Ubicación de empresas recicladoras.

Tabla 25. Distancia de la EP7 con 4 recicladoras de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Nombre	Ubicación	Distancia (Km)	Tiempo (min)
Recuperadora de metales Mendoza*	Av. 8 y 9 sur oriente, Calzada Emiliano Zapata, San José Terán, Tuxtla Gutiérrez	2.1	9
Recicladora Valcorr**	Avenida Conasupo entre calle el triunfo y 2° el triunfo, San Jose Terán, Tuxtla Gutierrez	3.3	10
***	Avenida Villaflores entre 13 y 14 sur oriente	6.5	16
Recicla****	Carretera Panamericana a Chiapa de Corzo, Satélite Loma Larga, Tuxtla Gutierrez	17.2	28

Fuente: (Google Maps, 2019), a*, b**, c*** y d****.