

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SOLIDOS PARA LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE
OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR
KARLA VANESSA PÉREZ GIRÓN
MERLING NICOLLE PLEITEZ CORTEZ**

**DOCENTE ASESOR
MAESTRO ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS**

**ABRIL, 2022
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERECTOR ACADÉMICO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

VICERECTOR ADMINISTRATIVO

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

SECRETARIO GENERAL

LICDO. LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE

DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES



M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

DECANO

M.Ed. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA

VICEDECANA

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

SECRETARIO

ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Agradecimientos

Al Ing. Roberto Sigüenza quien sin ningún reparo compartió con nosotros su amplio conocimiento para dirigirnos, no solo en este proyecto si no a lo largo de la carrera, agradezco su compromiso, entrega y las importantes contribuciones con la formación de profesionales, que sus ideales y enseñanzas se conviertan en un legado para las presentes y futuras generaciones. A mi amiga y compañera de tesis Nicolle, agradezco su apoyo, su compromiso y entrega con este proyecto y las vivencias durante nuestro proceso de formación, en el cual demostró su capacidad de afrontar las situaciones de la vida con fortaleza y entusiasmo, por eso y más le admiro.

A mis padres Silvia Girón y Carlos Pérez quienes creyeron en mi desde el día uno de mi vida y se han esforzado por darme educación, amor y comprensión, especialmente a mi madre quien ha sido y siempre será mi más grande inspiración en la vida, le agradezco por incentivar me a ser mejor cada día, por tantos consejos, por enseñarme el valor de la lealtad y el respeto, por su entrega en todo momento, por cuidar de mí, por ser mi ángel y entregarme lo mejor sin esperar nada a cambio, por todo su esfuerzo y empeño en mi formación, por ser luz en mi camino, no hay palabras que describan su entrega.

A mi abuela María Girón y mis hermanos Evelyn y Alexander, por apoyarme en las diferentes etapas de mi vida, por compartir conmigo momentos buenos y complicados, por su apoyo y comprensión en mi proceso de formación, singularmente a mi hermana y abuela por su paciencia y sus consejos, les agradezco por enseñarme de la vida.

A mi prometido Gerardo Linares, a quien admiro por su inteligencia, generosidad, tolerancia, fortaleza y capacidad para afrontar las adversidades de la vida; agradezco el apoyo incondicional, desinteresado y sincero que he recibido, su esfuerzo e invaluable aporte en mi proceso de formación académica.

A mi familia, amigos, a todos y cada uno de los docentes que fueron parte de mi proceso de formación, de cada uno de ellos me llevo un aprendizaje. A Dios, infinitos agradecimientos, porque sin su amor y misericordia jamás lo hubiese logrado.

Karla Vanessa Pérez Girón

Agradecimientos

A mi tutor de tesis, Ing. Roberto Sigüenza, por el tiempo dedicado, sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, han sido fundamentales para mi formación como investigadora. Inculcó en nosotras un sentido de responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podríamos tener una formación completa como investigador.

A mis padres por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mi compañera Vanessa porque cuando más desmotivada me sentí, ella me recordaba que estábamos a punto de lograrlo, por creer en esto, su comprensión, esfuerzo y la confianza para realizar nuestro trabajo de grado y dar lo mejor de ella.

Por último, pero no por eso menos importante a mis amigos, entre ellos Josué Valencia, con quien hemos compartido tantas cosas, por su cariño y atención, por siempre estar pendiente de esto, darnos todo su apoyo y desearnos siempre lo mejor.

A todas las personas, que de una u otra forma nos ayudaron para que esto se pudiera llevar a cabo, gracias por todo su apoyo.

Merling Nicolle Pleitez Cortez

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPITULO 1: GENERALIDADES DEL ESTUDIO	18
1.1. Descripción del lugar dónde se desarrolló el estudio	19
1.2. Planteamiento del problema.....	21
1.3. Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos.....	23
1.4. Justificación	24
1.5. Limitantes	25
1.6. Alcances.....	25
1.7. Metodología de la investigación.....	26
1.7.1. Método de investigación	26
1.7.2. Nivel de investigación.....	27
1.7.3. Población de unidades y variables de medición.....	27
1.7.4. Objeto de estudio.....	28
1.7.5. Determinación del tamaño de la muestra	28
1.7.6. Diseño para la recolección de datos primarios.....	28
1.7.7. Descripción del proceso de recolección de datos primarios.....	29
1.8. Análisis e interpretación de datos	29
1.8.1. Gráficos comparativos de Excel.....	30
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	31
2. Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	32
2.1. Manejo de los residuos sólidos.....	33
2.1.1. Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en el panorama mundial.....	34

2.1.2.	Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en Latinoamericano.	36
2.1.3.	Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en El Salvador.....	38
2.2.	Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en la Universidad de El Salvador.	40
2.3.	Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en la FMOcc.....	41
2.3.1.	Algunos residuos sólidos que se encuentran en la FMOcc.	42
2.4.	Definición de sistema.....	43
2.4.1.	Clasificación de los sistemas	44
2.4.2.	Componentes de un sistema	46
2.5.	Definición de sistema de gestión de los residuos sólidos	47
2.6.	Tipos de Prerrecogida de los residuos sólidos.	50
2.7.	Tipos de recogida de los residuos sólidos.....	51
2.8.	La estrategia de las 3R.	52
2.8.1.	La economía circular	53
2.8.2.	Definición de jerarquía en un sistema de gestión de los RSU.....	54
2.9.	Sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos.....	55
CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.....		56
3.	La Facultad en tiempos de pandemia debido al covid-19	57
3.1.	Descripción del proceso actual de recolección y disposición final de los residuos sólidos.....	58
3.1.1.	Datos históricos sobre los residuos sólidos generados en modalidad presencial.....	58
3.2.	Visita a las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente	60
3.2.1.	Resultados obtenidos de los instrumentos de recolección de información	61
3.2.2.	Interpretación de los resultados	64
3.3.	Información de otras fuentes secundarias	66
3.4.	Conclusiones del diagnóstico.....	67

CAPITULO 4: FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA Y TEÓRICA68

4. Tipos de residuos sólidos aptos para el reciclaje interno y externo69

- 4.1.1. Características de los residuos sólidos aptos para el reciclaje interno70
- 4.1.2. Características de los residuos sólidos aptos para el reciclaje externo.....71
- 4.1.3. Artículos hechos a partir de resina reciclada de tereftalato de polietileno .72
- 4.1.4. Artículos o productos hechos a partir de papel reciclado.....72
- 4.1.5. Compra y venta de plástico y papel en las afueras.....73
- 4.2. Reciclaje interno74
 - 4.2.1. Práctica para el Taller de Ingeniería Industrial74
 - 4.2.2. Ingeniería del subsistema74
 - 4.2.3. Maquinaria y equipo.....77
 - 4.2.4. Medidas preventivas para riesgos en fundición de aluminio80
 - 4.2.5. Determinación de las áreas necesarias82
- 4.3. Cantidad de contenedores necesarios.....83
 - 4.3.1. Identificación de basureros.....84
 - 4.3.2. Basureros para el subsistema de pre recogida85
 - 4.3.3. Contenedores para el subsistema de recogida o selección86
- 4.4. Proyección de población estudiantil, cantidad y distancia entre los puntos de recogida.87

CAPITULO 5: FUNCIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD DEL SISTEMA...89

5. Diseño del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.....90

- 5.1. Modelo del sistema92
- 5.2. Subsistema de prerecogida.....94
 - 5.2.1. Jerarquía del subsistema de prerecogida96

5.2.2.	Modelo del subsistema de prerecogida	96
5.2.3.	Ubicación de basureros en el campus de la Facultad	97
5.3.	Subsistema de recogida.....	102
5.3.1.	Jerarquía del subsistema de recogida	103
5.3.2.	Proceso de recolección y traslado de residuos	103
5.3.3.	Modelo del subsistema de recogida.....	105
5.4.	Subsistema de reciclaje y reutilización interno.....	106
5.4.1.	Formas de reutilizar el papel	106
5.4.2.	Jerarquía del subsistema de reciclaje y reutilización interno	107
5.4.3.	Modelo de reciclaje y reutilización interno	107
5.5.	Subsistema de reciclaje externo	108
5.5.1.	Jerarquía del subsistema de reciclaje externo.....	108
5.5.2.	Modelo del subsistema de reciclaje externo	109
5.6.	Seguimiento para el sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.....	110
5.6.1.	Indicadores clave de desempeño subsistema de prerecogida	110
5.6.2.	Indicadores clave de desempeño subsistema de recogida	112
5.6.3.	Indicadores clave de desempeño subsistema de reciclaje y reutilización interno y externo.....	112
5.6.4.	Beneficios y beneficiados.....	113
5.7.	Campaña de sensibilización.....	114
5.7.1.	Ejes de acción	114
5.7.2.	Arte de campaña: a presentarse en cada estación de desechos.....	115
5.8.	Medidas preventivas para los riesgos del personal de limpieza por recogida de residuos sólidos	116

5.9. Presupuesto	118
5.10. Tiempo de reemplazo para los recursos materiales del sistema	119
Conclusiones.....	121
Recomendaciones.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
ANEXOS	130
Anexo 1 Permiso para ingresar a las instalaciones de la FMOCC.....	131
Anexo 2 Herramienta Auxiliar para diseñar formulario.....	132
Anexo 3 Formulario de entrevista.....	133
Anexo 4 Checklist para aspectos observados.....	137
Anexo 5 Proyección de plástico generado en ciclo I, periodo 2018-2043.....	138
Anexo 6 Descripción de areas de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.....	148
Anexo 7 Cálculo de la tasa de recogida de diseño en peso.....	150
Anexo 8 Cálculo de la tasa de recogida de diseño en volumen.....	150
Anexo 9 Cálculo de entes generadores por metro cuadrado en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.....	151
Anexo 10 Cálculo de distancias entre puntos de recogida y cantidad de puntos de recogida.....	152
Anexo 11 Cálculo de capacidad de contenedores móviles para subsistema de recogida.....	153

Anexo 12 Cálculo de capacidad para contenedores estáticos.....	153
Anexo 13 Formato de control para indicador de eficiencia de recogida.....	154
Anexo 14 Arte para campaña de sensibilización.....	156

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Generación de basura en las principales ciudades de Latinoamérica y El Caribe.	37
Tabla 2: Datos históricos sobre los residuos sólidos generados en modalidad presencial.	59
Tabla 3: Resumen de resultados al cuestionamiento 1	61
Tabla 4: Resumen de resultados al cuestionamiento 2	61
Tabla 5: Resumen de resultados al cuestionamiento 3	61
Tabla 6: Resumen de resultados al cuestionamiento 4	61
Tabla 7: Resumen de resultados al cuestionamiento 5	61
Tabla 8: Resumen de resultados al cuestionamiento 6	62
Tabla 9: Resumen de resultados al cuestionamiento 7	62
Tabla 10: Resumen de resultados al cuestionamiento 8	62
Tabla 11: Resumen de resultados al cuestionamiento 9	62
Tabla 12: Resumen de resultados al cuestionamiento 10	63
Tabla 13: Resumen de resultados al cuestionamiento 11	63
Tabla 14: Resumen de resultados al cuestionamiento 12	63
Tabla 15: Resumen de resultados al cuestionamiento 13	63
Tabla 16: Resumen de resultados al cuestionamiento 14	63
Tabla 17: Resumen de resultados al cuestionamiento 15	63
Tabla 18: Resumen de resultados al cuestionamiento 16	64
Tabla 19: Resumen de resultados al cuestionamiento 17	64
Tabla 20: Resumen de resultados al cuestionamiento 18	64
Tabla 21: Resumen de resultados al cuestionamiento 19	64
Tabla 22: Tipos de residuos sólidos aptos para el reciclaje externo.....	69
Tabla 23: Tipos de desechos sólidos aptos para el reciclaje interno	70
Tabla 24: Datos de desechos reciclables clasificados según tipo.	75
Tabla 25: Detalles del producto	78
Tabla 26: Clasificación de residuos por contenedor	84
Tabla 27: Basureros para el subsistema de pre recogida	85

Tabla 28: Proyección de población estudiantil, cantidad y distancia de puntos de recogida	87
Tabla 29: Clasificación de residuos por contenedor	95
Tabla 30: Descripción de áreas A y B para ubicación de basureros.....	98
Tabla 31: Descripción de áreas D, E y F para ubicación de basureros	99
Tabla 32: Descripción de áreas G y H para ubicación de basureros.....	100
Tabla 33: Horarios de recogida.....	103
Tabla 34: Indicadores clave de desempeño del subsistema de prerecogida	111
Tabla 35: Indicadores clave de desempeño reciclaje y reutilización interno y externo	112
Tabla 36: Medidas preventivas para el personal de mantenimiento.....	117
Tabla 37: Presupuesto del diseño del sistema.....	118
Tabla 38: Tabla de reemplazo de materiales	120
Tabla 39: Proyección de plástico generado en el ciclo I y II para el periodo 2018-2023	138
Tabla 40: Proyección 1 para población estudiantil.....	138
Tabla 41: Resultados proyección 1	140
Tabla 42: Población estudiantil entre los años 2000-2021	140
Tabla 43: Proyección 2 de población estudiantil	141
Tabla 44: Resultados proyección 2	143
Tabla 45: Proyección 1 de residuos generados	144
Tabla 46: Resultados de proyección 1 de residuos generados.....	145
Tabla 47: Datos para proyección 2 de generación de residuos.....	146
Tabla 48: Proyección 2 de residuos generados.....	146
Tabla 49: Resultados proyección 2 de residuos generados	148
Tabla 50: Descripción de áreas por extensión	149
Tabla 51: Codificación de áreas	149
Tabla 52: Densidad para desechos sólidos	150
Tabla 53: Cálculo de densidad de población por área de la Facultad.....	151
Tabla 54: Distancias entre puntos de recogida y cantidad de puntos	152
Tabla 55: Capacidad necesaria de contenedores móviles	153

Tabla 56: Capacidad necesaria de contenedores estáticos.....153

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Vertedero.....	35
Ilustración 2: Clasificación de los sistemas	44
Ilustración 3: Esquema general del sistema de gestión de residuos sólidos	48
Ilustración 4: La economía circular.....	54
Ilustración 5: Personal de limpieza de la FMOCC llenando el formulario.....	60
Ilustración 6: Compactador de latas.....	77
Ilustración 7: Horno de fundición	78
Ilustración 8: Ejemplo de cómo realizar un molde con arena	80
Ilustración 9: Representación del sistema	91
Ilustración 10: Modelo de sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.....	93
Ilustración 11: Modelo del subsistema de recogida	97
Ilustración 12: Distribución de estaciones de basura	101
Ilustración 13: Flujograma del subsistema de recogida.....	104
Ilustración 14: Modelo del subsistema de recogida.....	105
Ilustración 15: Modelo de reciclaje de reutilización interno.....	107
Ilustración 16: Modelo del subsistema de reciclaje externo	109
Ilustración 17: Arte 1	156
Ilustración 18: Arte 2	157
Ilustración 19: Arte 3	158
Ilustración 20: Arte 4	159
Ilustración 21: Arte 5	160
Ilustración 22: Arte 6	161
Ilustración 23: Arte 7	162
Ilustración 24: Arte 8	163

INTRODUCCIÓN

Las formas de vida características de la actualidad, dan lugar a la producción y acumulación de basura. Los productos de uso diario, llegan a los hogares, escuelas o lugares de trabajo, entre los cuales se pueden encontrar latas, empaques, envolturas, botellas, objetos de vidrio, etc.

El manejo de los residuos sólidos se resume a un ciclo que comienza con su generación, desde que son extraídos recursos de la naturaleza para crearlos y posteriormente van directo a una acumulación final de los mismos, el ciclo acaba sin más, sin reiterarle una mínima parte de los recursos que inicialmente se le extrajeron de la naturaleza, a esto se le conoce como Economía Lineal (RAEE Andalucía, s.f.). Es a partir de esta acumulación cuando comienzan los verdaderos problemas ecológicos, ya que los basureros se convierten en focos permanentes de contaminación.

La cultura de reducción, reutilización y reciclaje, llamada “La Estrategia de las 3R” (IT Green, 2011), la cual es aplicada por la Economía Circular (RAEE Andalucía, s.f.), es una realidad que, cada día cobra mayor relevancia en la sociedad, no solamente por los beneficios económicos que muchas veces trae consigo, sino también porque ya se ha logrado generar conciencia del impacto negativo que representa para el medio ambiente. Alrededor del planeta todo tipo de propuestas, campañas e iniciativas que surgen como alternativas que pretenden contribuir en la búsqueda de soluciones.

En el país, cada vez más organizaciones e instituciones de todo tipo se ven involucradas en actividades relacionadas con el reciclaje y la reutilización de desechos, incluyendo a las instituciones educativas de todos los niveles. La Universidad de El Salvador, sin embargo, se ha mantenido al margen.

En el presente se está llevando a cabo una investigación en la que se estudiarán qué tipo de desechos son los que la FMOCC genera, y de esta manera diseñar un sistema de reciclaje y aprovechamiento de estos, con este se pretende lograr una especie de instrucción en torno al aprovechamiento que se le puede dar a estos residuos sólidos y así evitar que terminen directamente en los basureros.

La ruta de trabajo estará apoyada con la aplicación de la estrategia de las 3R, la cuál será jerarquizada asociada al manejo del residuo, que considera como primera alternativa la *reducción* en su generación; luego, la *reutilización* del residuo; posteriormente el *reciclaje* de los residuos o de uno, o más, de sus componentes; dejando como última alternativa su disposición final en el basurero.

CAPITULO 1: GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.1. Descripción del lugar dónde se desarrolló el estudio

Universidad de El Salvador

La Universidad de El Salvador, inició sus actividades hasta 1843, dos años después de ser fundada, impartiendo matemáticas puras, lógica, moral, metafísica y física general. En 1880, se subdividió en facultades, algunas de las cuales desaparecieron tiempo después, mientras que otras nuevas fueron creadas.

Para el 2021 la Universidad de El Salvador cuenta con 60,790 alumnos inscritos en las 12 Facultades con las que cuenta, (Secretaría de Asuntos Académicos, 2021) , entre ellas 3 Facultades Multidisciplinarias ubicadas en Santa Ana, San Miguel y San Vicente.

La UES ha desempeñado un papel protagónico en el desarrollo de la sociedad salvadoreña en los ámbitos educativo, social, económico y político. Tiene como propósito ser transformadora de la educación superior, además ha influido en el desarrollo de la conciencia crítica y propositiva de la sociedad salvadoreña, a través de la integración de sus funciones básicas: la docencia, la investigación y la proyección social. (Universidad de El Salvador, 2021).

Debido a estas razones la UES es una institución con la capacidad de poder incentivar a la población estudiantil y al resto de la población a interesarse por el ámbito medio ambiental, de motivarlos a optar por el reciclaje y apostar por implementar estrategias que sean más amigables con el medio ambiente, de esta forma contribuir a generar un cambio de visión en toda la sociedad en cuanto a la importancia de la educación ambiental.

La Facultad Multidisciplinaria de Occidente

En abril de 1966 inicia la gestión administrativa y en mayo de ese mismo año abre las puertas al estudiantado en el auditorium del Colegio Bautista. Inicia sus actividades con el nombre de Centro Universitario de Occidente y se ha convertido en el centro de estudios superiores más importante del occidente de El Salvador, brindándole a miles de jóvenes la oportunidad de optar por una carrera universitaria. (Vicerrectoría Académica UES, 2011)

Se convierte en Facultad Multidisciplinaria de Occidente a partir del Acuerdo del Consejo Superior Universitario No. 29-91-95-IX de fecha 4 de junio de 1992. Lo que permite:

- ✓ Autonomía académica y administrativa.
- ✓ Ejecutar eficientemente los planes y programas propuestos.
- ✓ Planificar y desarrollar iniciativas de acuerdo con las necesidades de la zona.

(Vicerrectoría Académica UES, 2011)

Actualmente la Facultad cuenta con diez departamentos entre los cuales administran veintisiete carreras completas (Rosas, 2021)

Descripción de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente

Institución: Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

Rubro: Educación.

Nº de estudiantes: 9,382 estudiantes (Secretaría de Asuntos Académicos, 2021)

Tipo: Estatal-autónoma.

Dirección: Final de Av. Fray Felipe de Jesús Moraga Sur.

La Facultad Multidisciplinaria de Occidente, como parte del sistema de la Universidad de El Salvador; administra los mismo planes y programas de estudio que lleva cada una de las Facultades de la unidad central. En la Facultad no existen propuestas de diseños de sistemas, o modelos, de aprovechamiento sostenible de los desechos, y tampoco se practican medidas pro ambientalistas. La Facultad está en la capacidad de convertirse en un modelo a imitar con respecto al correcto manejo de los residuos y mostrarse como un referente para el resto de instituciones educativas.

1.2. Planteamiento del problema

Los residuos sólidos urbanos (RSU) (Barrientos), comúnmente conocidos como basura son solamente una pieza del enorme rompecabezas que conforma la contaminación ambiental y son el resultado directo de los sistemas de producción y patrones de consumo que se tienen en la actualidad en todo el mundo. El manejo inadecuado de residuos sólidos provoca serios problemas ambientales como la contaminación del suelo, del agua y la proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades, entre otros.

Anualmente el planeta produce más de 2.100 millones de toneladas de basura, de las cuales solo el 16% es reciclada. En 2050 la producción de desechos aumentará 3,4 miles de millones de toneladas. (Kaza & Yao, 2018)

En América Latina, según Naciones Unidas, el 80% de la población vive en ciudades, lo que representa altos niveles de consumo y una gran generación de residuos. Se ha empezado a hablar de la necesidad de transformar modelos productivos lineales de extraer, producir y desechar para pasar a un modelo de economía circular basado en reducir, reutilizar y reciclar, pero la realidad es que los ciudadanos apenas reciclan. Según datos del BID, solo se recupera un 5% de la basura y el 80% de esta cantidad lo hacen los recicladores. El resto, un 95%, acaba en rellenos sanitarios, vertederos o en el mar. (Sulé Ortega, 2018)

En El Salvador, según estimaciones del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), se produce un aproximado de 3,500 toneladas de basura diarias; de estas, solo 3,100 llegan a rellenos sanitarios, es decir, se recicla apenas un 5%. Esta situación ocasiona diferentes afectaciones en el área urbana y la zona costera de El Salvador, la cual modifica y pone en peligro el estilo de vida de sus habitantes y el ciclo natural del ecosistema. (Pacas, 2018)

A día de hoy, la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador cuenta con un cuerpo estudiantil de los 9,382 alumnos inscritos para el ciclo I-2021 (Secretaría de Asuntos Académicos, 2021) si bien es cierto, a causa de la pandemia ocasionada por el covid-19, la Facultad no ha permanecido abierta en más de un año y medio, sus instalaciones han sido por muchos años y serán, con el retorno de los estudiantes, un punto en donde se reúnen docentes, estudiantes y demás personal universitario, siendo a todos

ellos a quienes se les ofrece producto alimenticio el cual es un servicio que presta el Cafetín y además, también por un gran número de comerciantes que se encuentran en las afueras de las instalaciones. En cualquiera de los casos la gran mayoría de los residuos terminan siendo depositados en los basureros del campus universitario, generando grandes cantidades dentro de las instalaciones de la Facultad.

Los residuos generados en la Facultad son almacenados temporalmente, sin ningún tipo de clasificación, en contenedores de basura para posteriormente, ser recogidos por el tren de aseo de la alcaldía de Santa Ana. Los residuos generados en el cafetín de la Facultad son manejados directamente por la administración de este dónde se manipulan sin ningún tipo de clasificación y sin considerarse lo que sucede en la disposición final (botaderos a cielo abierto, disposición en fuentes de agua, entre otros).

Gran cantidad de la basura que la Facultad le carga al medio ambiente se puede reutilizar, reciclar, o reducirle el uso, sin embargo, al no existir un sistema que vele por estos residuos, la Facultad no ha podido hacer algo al respecto con esta problemática que está sucediendo. La población estudiantil aumenta en la Facultad año con año, y con el mismo ritmo lo hace la generación de residuos y el no tener un sistema de este tipo seguirá contribuyendo a agravar parte de los problemas ambientales del país.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar el proceso de recolección y disposición actual de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
- ✓ Determinar qué residuos sólidos están aptos para aprovecharse, reducir su uso, reutilizarse o reciclarse.
- ✓ Establecer un sistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
- ✓ Proponer formas de aprovechamiento para cada tipo de residuo sólido según la estrategia de las 3R.

1.4. Justificación

El desmesurado crecimiento en el volumen de los residuos en la sociedad actual está poniendo en peligro la capacidad de la naturaleza para mantener las necesidades actuales y las de futuras generaciones. Hasta el día de hoy la gestión de los residuos se ha centrado principalmente en un único aspecto, la eliminación de los mismos (hacerlos desaparecer de la vista) a través de basurales, rellenos sanitarios y en algunos casos, de incineradores.

En el país, la población en general no presenta una cultura de interés en el destino de los residuos, la mayor preocupación es la necesidad de contar con un servicio de recolección de los mismos. Una vez que fueron retirados de la vista de los generadores, para muchos ya está resuelto el problema.

De los 262 municipios del país únicamente 132, es decir, el 50.4%, poseen algún tipo de servicio de recolección de la basura. La tasa de generación diaria de basura es de 0.7 kilogramos por habitante. La generación anual de basura se estima en promedio igual a 1,215,000 toneladas métricas (Claudia Cecilia Leiva Bautista, 2000: La revista electrónica de la UFG). Lo anterior constituye una evidente desventaja que puede transformarse en fortaleza si los servicios de recolección se diseñan con un sistema de reciclaje que permita la sostenibilidad del crecimiento social contribuyendo a mejorar las condiciones de vida y el entorno de la región.

La Facultad no es la excepción en el tema de generación de residuos sólidos, sin embargo, esta puede jugar un papel más responsable con la basura que genera, en relación a la cantidad y calidad. El diseño de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos responde a la necesidad de actuar y buscar estrategias que ayuden a enfrentar la problemática que se ha creado, ya que al reciclar, reutilizar y reducir se disminuye, de alguna manera, parte del volumen de basura que la Facultad aporta.

Además, la propuesta del diseño de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos de la Facultad es una gran oportunidad para involucrar a los estudiantes de ingeniería industrial en temas relacionados con el reciclaje, en nuevos conocimientos acerca de la conservación del medio ambiente, es decir, conocimientos que hasta el momento muy poco se ha visto. El diseño de este tipo de sistemas no beneficia solo al medio ambiente ya que también habrán beneficios económicos a la Facultad.

“El todo es más que la suma de sus partes” (Aristóteles, 1311-1321), es por ello que, la conciencia ambiental es un proceso que deben iniciar con el cambio individual, pero si este cambio se traslada a un escenario en el que los actores estén presentados por un colectivo e institución como lo es la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, la oportunidad de generar un impacto positivo en la causa es mucho más elevada, más importante aún la ocasión de contribuir al desarrollo ambiental y cultural de las futuras generaciones.

Por lo anterior y atendiendo a la responsabilidad ambiental que, como actores de la sociedad se tiene, se vuelve necesario que la Facultad Multidisciplinaria de Occidente cuente con el diseño un sistema de reciclaje y aprovechamiento para los residuos sólidos.

1.5. Limitantes

Se considera que el presente estudio no contó con limitantes para llevarse a cabo.

1.6. Alcances

El diseño del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador comprendió la regulación del funcionamiento del proceso de disposición final, en lo referido al establecimiento de recolección y clasificación de los residuos, la determinación de residuos aptos para su aprovechamiento, reducción de uso, reutilización o reciclaje, así como, las propuestas de formas de aprovechamiento para cada tipo de residuo sólidos según la estrategia de las 3R. Además, destacar que el presente estudio quedó sentado de manera teórica, lo que significa que no se contempló la implementación, es decir, la ejecución y puesta en marcha del sistema.

1.7. Metodología de la investigación

Atendiendo a la naturaleza del objeto de estudio, así como al problema planteado; el paradigma de investigación, que cumple con las posiciones teóricas que permiten explicar, controlar, dominar y predecir de manera, estable, fragmentada, simplificada y única la naturaleza de la realidad y el tipo de conocimiento que se debe generar a fin de cumplir con los objetivos planteados para diseñar un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador; es el paradigma positivista, en concordancia con una metodología cuantitativa, cuyas características consolidan los procedimientos estadísticos, técnicas de recolección de datos, las técnicas estadísticas para realizar los diseños estructurados, utilizar instrumentos válidos y fiables que permitan analizar e interpretar aquellos datos que posibiliten diseñar un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

1.7.1. Método de investigación

El método seleccionado para analizar el proceso de recolección y disposición actual de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, determinar qué residuos sólidos están aptos para aprovecharse, reducir su uso, reutilizarse o reciclarse así como establecer un sistema de recolección clasificado para los residuos sólidos y proponer formas de aprovechamiento para cada tipo de residuo sólido según la estrategia de las 3R; fue el método lógico inductivo.

Se ha recurrido a un muestreo por conveniencia, dado que consiente conocer de primera mano la información sobre la problemática planteada en este estudio, este tipo de muestreo permitió abordar el sector de la población que conoce aspectos sobre la problemática abordada. La técnica e instrumento para la recolección de datos de carácter cuantitativo fue la entrevista estructurada, cuyo instrumento ha sido un formulario.

1.7.2. Nivel de investigación

El grado de profundidad de la investigación se describe como sigue.

1.7.2.1 Investigación exploratoria

Si bien el tema de clasificación y separación de desechos sólidos ha tenido su auge en cuanto a difusión en los últimos 10 años, en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, no existe un sistema de clasificación de desechos sólidos que permita reciclar y aprovechar de manera ordenada dichos elementos, por lo cual la profundidad de esta investigación puede definirse conceptualmente como exploratoria.

1.7.2.2 Investigación descriptiva

Una de las búsquedas de este estudio corresponde a establecer la cantidad y tipo de desechos que se generan en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, mediante la caracterización del ya mencionado fenómeno será posible diseñar un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, que comprenda una estructura definida.

1.7.3. Población de unidades y variables de medición

La población inmersa en este estudio se compone de todos aquellos agentes humanos que pueden influir en la generación de desechos sólidos en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, se define cada uno de ellos como sigue:

- ✓ Estudiantes. La matrícula de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador está conformada por 9,382 estudiantes. Cuando las clases se realizan en modalidad presencial los desechos sólidos que generan son absorbidos por la facultad.
- ✓ Personal administrativo. La Facultad cuenta con 120 colaboradores administrativos que se encargan de planificar, gestionar, organizar, ejecutar, controlar y dirigir aquellas actividades necesarias para el funcionamiento

institucional de la Facultad, debido a las diversas labores que desempeñan permanecen al menos 8 horas en el campus, tiempo en el cual se generan residuos sólidos que son absorbidos por la Facultad.

- ✓ Personal docente. Occidente cuenta con 205 profesionales dedicados al ejercicio de la docencia y mediante los cuales la facultad forma profesionales. Naturalmente el personal docente se convierte en una fuente generadora de desechos sólidos.
- ✓ Personal de limpieza. La recolección final de los desechos sólidos se encuentra a cargo del personal de mantenimiento de la facultad. En total son 22 personas encargadas de esta labor, lo cual no les inhibe de ser una fuente de contribución a la generación de desechos sólidos.

1.7.4. Objeto de estudio

El objeto de estudio de esta investigación consistió en qué exista un sistema de reciclaje en la Facultad Multidisciplinaria de la Universidad de El Salvador, para lo cual es preciso conocer la cantidad y tipo de desechos.

1.7.5. Determinación del tamaño de la muestra

Para los fines de esta investigación se utilizó un muestreo por conveniencia por lo cual se seleccionó al personal de limpieza para recolectar los datos que permiten el análisis de la problemática y objetivos planteados en este estudio, debido a la eficiencia de la muestra por voluntarios, el análisis de los datos se vuelve detallado y confiable.

1.7.6. Diseño para la recolección de datos primarios

La estrategia principal que se adoptó para abordar la creación de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos de la Facultad; es la realización de una investigación de campo, que permita entre otras cosas conocer la cantidad y tipo de desechos sólidos que más genera la población en estudio.

Como estrategia complementaria se considerarán las fuentes de información secundarias que contengan datos relacionados con el tema de investigación.

1.7.7. Descripción del proceso de recolección de datos primarios

Los instrumentos de recolección de datos para las fuentes primarias utilizados se describen como sigue.

- ✓ Formulario. Documento elaborado para que un usuario introduzca datos estructurados para ser almacenados y posteriormente procesados. Dicho elemento de investigación permitirá conocer la cantidad y tipo de desechos que más genera la población en estudio, así como el proceso actual para el manejo de los mismos.
- ✓ Lista de chequeo. Permite conocer las condiciones actuales de disposición de los desechos

La secuencia de utilización de los instrumentos responde al orden en el que se encuentran en los cuatro párrafos anteriores.

1.8. Análisis e interpretación de datos

Para la consecución de los objetivos establecidos fue necesario analizar los datos que los instrumentos descritos permitieron obtener, el análisis incluye una clasificación, procesamiento e interpretación de la información obtenida, dicho análisis permite hacer conclusiones determinantes para el diseño de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

Para los datos obtenidos mediante formulario, checklist o lista de chequeo de aspectos observados se realizó un análisis cuantitativo, que permitió tomar decisiones respecto del diseño del sistema. Se describen las herramientas y técnicas a utilizar como sigue.

1.8.1. Gráficos comparativos de Excel

Obtenidos los datos mediante los cuestionarios y listas de chequeo, se tabuló la información en hojas de cálculo que permitieron cuantificar las respuestas a las preguntas de cada factor que se evaluará. Dicha cuantificación se materializó mediante el cálculo de porcentajes por respuesta.

CAPITULO 2:

MARCO TEÓRICO

2. Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Los residuos sólidos urbanos, por su abreviación, RSU, es todo tipo de material, orgánico o inorgánico, sólido, líquido o gaseoso, que el generador abandona, rechaza o entrega y que puede ser o no susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien. (La Asamblea Legislativa de El Salvador, 2020)

En la Prehistoria, hace unos 2,5 millones de años, el sedentarismo y la agrupación de personas en un mismo lugar provocaron que los residuos que se iban generando se fueran depositando en el mismo lugar donde vivían, aunque, por su carácter fundamentalmente inerte u orgánico, ya que solo se dedicaban a la caza y cultivos, no presentaban excesivos problemas y se podían integrar perfectamente al ambiente Bermúdez, (2003) como se citó en (Márquez-Benavides, 2011).

Posteriormente, debido al crecimiento de las ciudades y la composición de los residuos que, fue evolucionando, eran cada vez más difícil de eliminar y debido al miedo a grandes plagas, se tomaron medidas de protección a la comunidad en el medio urbano, como, por ejemplo, las ordenanzas de las ciudades que prohibían arrojar basuras y desperdicios (Jaquenod, 1991). Se prohibió a los ciudadanos que arrojaran la basura a las calles o en cualquier lugar, ya que era una causa importante de enfermedades Bermúdez, (2003) como se citó en (Márquez-Benavides, 2011).

La Revolución Industrial del siglo XIX fue la que dio lugar a la gran explosión en la aparición de residuos. La gestión de estos era todavía insuficiente, por lo que se producían graves problemas sanitarios, sobre todo en los abastecimientos de agua, los vertidos de aguas residuales y la acumulación de basuras. Todo esto volvió a provocar la aparición de numerosas enfermedades como el cólera o el tifus (Hontoria et ál.,2000) como se citó en (Márquez-Benavides, 2011).

La sostenibilidad ambiental significa que el ritmo de emisión de contaminantes no supere la capacidad del aire, del agua y del suelo de absorberlos y procesarlos”. Por ello, entre otras decisiones, hay un compromiso de las ciudades participantes a trabajar para “evitar y reducir los residuos y aumentar el reciclaje y la reutilización”.

Hasta épocas recientes, en realidad, no ha habido una concientización clara sobre el problema que los residuos generan. Autoridades de muchos países fueron elaborando programas, normativas, planes estratégicos, etc., cada vez más restrictivos y proteccionistas. (Márquez-Benavides, 2011).

No obstante, muchos países, como lo es el caso de El Salvador no tienen la concienciación ciudadana suficiente, ni los recursos necesarios para cumplir y hacer cumplir este tipo de normativas, puesto que si los tuviera ya se hubiera tratado la manera de atacar esta problemática hace muchos años.

2.1. Manejo de los residuos sólidos.

El manejo de residuos sólidos está comprendido por todas las actividades funcionales u operativas relacionadas con la manipulación de residuos sólidos desde el lugar donde son generados hasta la disposición final de los mismos, las etapas que constituyen el manejo de residuos sólidos son: generación, almacenamiento. Recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, Ochoa citado por (Sáez & UrdanetaG., 2014).

Como se ha detallado anteriormente el problema con los residuos no es nuevo. Sin embargo, históricamente, las soluciones de este problema han experimentado pocos cambios, se ha preocupado mucho más por el dónde que por el cómo. A continuación, se mencionan algunos métodos de evacuación de residuos que se utilizaron a lo largo de la historia:

a) Evacuación final arrojando los residuos al agua

Este método históricamente fue el protagonista de muchas ciudades costeras contaminadas. Una zona afectada por esta contaminación lo fue Long Island, siendo actualmente está una de las playas menos seguras para nadar en Nueva York. (Bolger, 2019).

b) La incineración/combustión de los residuos

La incineración o combustión es un método de eliminación en el que los residuos sólidos se queman a altas temperaturas. La mayor ventaja de este tipo de método es que puede

reducir el volumen de residuos sólidos al 20/30 % del original, por lo que disminuye el espacio que ocupan y reduce la presión sobre los vertederos. (Energías Renovables, 2015)

c) La evacuación de residuos en el suelo

Probablemente, el primer método que se utilizó para tratar residuos sólidos consistió en tirarlos indiscriminadamente al suelo, tal vez porque resultaba el más cómodo. Últimamente, el uso de este método ha tenido que restringirse en algunas grandes urbes por la dificultad de encontrar terrenos adecuados a distancias que resulten económicas para el transporte y por la necesidad de conservar terrenos. (Márquez-Benavides, 2011)

Los diferentes métodos de evacuación de residuos han representado problemas y es que, como cualquier otra obra de ingeniería, los vertidos de residuos necesitan la aplicación de criterios científicos y de ingeniería para su ubicación, diseño, ejecución y utilización.

2.1.1. Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en el panorama mundial.

A nivel mundial la globalización, el crecimiento de la población y por ende el incremento en el consumo de todo tipo de productos ha elevado la tasa de generación de desechos por habitante diaria.

Las tasas de producción de residuos de una población responden a varios parámetros: nivel socioeconómico, tamaño de la población, época del año, etc. En España en la actualidad según el Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006, se estima la producción media de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en algo más de 1.2 kilogramos por habitante por día en comparación, hay países del norte de Europa que alcanzan tasa de 1.5 a 2.5 Kilogramos por habitante por día. En Estados Unidos se alcanzan los 2 kilogramos por habitante por día, y se destacan allí las grandes ciudades, con cerca de 3 kilogramos por habitante por día, mientras que en zonas de América del Sur Oscilan entre 0.4 y 0.9 Kilogramos por habitante por día (Márquez-Benavides, 2011).

Hay varios tipos de residuos sólidos, incluyendo los municipales (residencial, institucional, comercial), los agrícolas, los industriales y los especiales (atención de la salud, desechos domésticos peligrosos, lodos de depuradora, etc.) y una variedad de métodos para

deshacerse de ellos como se mencionaban anteriormente, sin embargo el método de eliminación de residuos más popularmente utilizado en la actualidad son los vertederos, o llamados “rellenos sanitarios” y estos se encuentran en todas las áreas suburbanas del mundo. (Energías Renovables, 2015)

Ilustración 1: *Vertedero*



Si bien es cierto esta es la forma más popular de eliminación de residuos es por lejos el peor procedimiento, porque trae consigo un conjunto de problemas adicionales: la falta de espacio, que no elimina los olores y los peligros de los residuos y que es altamente contaminante. Lo bueno es que muchos países están reconsiderando el uso de los vertederos. (Energías Renovables, 2015)

La idea de una adecuada recogida y darles tratamiento a los residuos es relativamente nueva en el mundo civilizado, a día de hoy en países como Suiza el reciclaje es de carácter obligatorio para sus habitantes, imponiendo costosas multas a quienes no clasifican sus residuos, medida que le permite lograr un 83% de reciclaje del plástico, siendo el país que más recicla a nivel mundial. Le siguen Austria cuyo porcentaje de reciclaje es de 63%, Alemania con un 62%, Bélgica con 58% y los Países Bajos que cuentan con tasa de reciclaje que asciende a 51%. Siendo los cinco países que más reciclan en el mundo, es así como algunas naciones europeas son las más aventajadas en la implementación de sistemas de clasificación y recolección de desechos. (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

A nivel mundial los países líderes en el manejo óptimo de sus residuos sólidos es decir en la gestión de los ya mencionados son Alemania, Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Suecia, Dinamarca y Noruega (Segura, Rojas, & yeffer, 2020).

2.1.2. Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en Latinoamericano.

La gestión de los residuos sólidos en la América Latina data de las culturas prehispánicas en las que la limpieza pública formaba parte de la actividad diaria de la población. En la gran Tenochtitlán alrededor de mil personas recogían la basura, los tiraderos se ubicaban en tierras pantanosas, la basura se utilizaba para iluminar la ciudad y la materia séptica y excretas se utilizaba como abono. La conquista y la colonia incorporaron los usos y costumbres de la Europa de la época. A través del tiempo las prácticas de entrega, recolección y transporte no variaron en su concepto fundamental sino únicamente en el uso de equipo. La gran transformación se logra con el manejo en la disposición final al eliminar los humeantes vertederos por rellenos sanitarios. Esto sucedió en la segunda mitad el siglo XX, es decir casi 500 años después de la llegada de los conquistadores. (Ojeda, Antecedentes, limitaciones, barreras y problemática del manejo de los reiduos en la región, 2018)

A lo largo de los años ha prevalecido el manejo de los residuos bajo el esquema de “recolección y disposición final” dejando rezagados el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, así como la disposición final sanitaria y ambientalmente adecuada.

La razón por la que ese esquema sea tan utilizado por los gobiernos locales, además de la costumbre y una mala interpretación del mandato legal es posiblemente la dificultad, operativa y política, que existe en interiorizar la totalidad de los costos asociados al servicio de un sistema tarifario, que otorgue sostenibilidad y el rédito necesario para un adecuado desarrollo del servicio. (Abellan, 2018).

De acuerdo con Ripoll citado por (Sáez & UrdanetaG., 2014) la tasa de generación en América latina en las últimas décadas se ha incrementado de 0.5 a 1 kg/habitante-día, lo cual resulta inferior en un 25% a 50% a la tasa de generación en los países industrializados.

Para 2005 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó que la tasa media per cápita de residuos sólidos urbanos asciende a 0.91 kg/habitante-día para América Latina y el Caribe.

Sin embargo, la situación es aún más alarmante pues la generación de basura en las principales ciudades de Latinoamérica y El Caribe la cantidad de residuos sólidos generados por habitante al día, para el 55% de las ciudades tabuladas, es mayor a 1 kg/habitante-día, sobrepasando lo indicado por Ripoll (Sáez & UrdanetaG., 2014). La tabla muestra descrita la situación como sigue:

Tabla 1: *Generación de basura en las principales ciudades de Latinoamérica y El Caribe.*

País	Ciudad /Municipio	Población (Hab)	Generación (ton/día)	Generación (kg/hab-día)	Referencia
Argentina	Buenos aires	2768772	5000	1.81	Noguera y oliveiros (2010)
Venezuela	Caracas	2758917	4000	1.45	Noguera y oliveiros (2010)
México	México D. F	8720916	12000	1.38	Noguera y oliveiros (2010)
Chile	Santiago de chile	5875013	7100	1.21	Noguera y oliveiros (2010)
Venezuela	Maracaibo	1428043	1700	1.19	INE (2007)
Perú	Lima	8445200	8938.5	1.06	Noguera y oliveiros (2010)
Colombia	Bogotá	6778691	5891.8	0.87	Noguera y oliveiros (2010)
Ecuador	Quito	1839853	1500	0.82	Noguera y oliveiros (2010)
Cuba	La Habana	2201600	1060	0.48	Noguera y oliveiros (2010)
Guatemala	Guatemala	3762960	1500	0.40	Noguera y oliveiros (2010)
Bolivia	La Paz	2350466	451	0.19	Noguera y oliveiros (2010)

Nota: Recuperado de (Sáez & UrdanetaG., 2014)

El incremento anual promedio de la producción de residuos sólidos se ha estimado que está entre 2 a 3% para los países en vía de desarrollo Dong y Col citados por (Sáez & UrdanetaG., 2014).

En resumen, para América Latina y el Caribe el adecuado manejo de sus servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos sigue siendo un

objetivo prioritario que debe ser complementado con programas de reducción de residuos generados y de reuso y reciclaje de residuos desechados. (Teixeir, Rossin, & Acurio, 1997)

Existen casos sobresalientes de reciclaje de plásticos, un caso específico es México, en donde el problema del plástico está siendo atacado con proyectos ambiciosos tal es el caso en Toluca, con PETSTAR, la planta de reciclaje de plástico más grande del mundo. Esa planta posee varios accionistas, y uno de los principales es Coca Cola. En un edificio de 10 pisos creado y acondicionado para impactar lo menos posible al ecosistema del lugar, se reciclan 3100 millones de botellas de plástico al año, cantidad que podría llenar el mítico estadio Azteca dos veces y media. En total, se producen 50 mil toneladas de resina reciclada de PET grado alimenticio. (Bremermann, 2018)

2.1.3. Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en El Salvador.

Se estima que en el año 2009 las áreas urbanas del país generaron 3,400 toneladas de desechos por día; el 86% de la producción, se concentra en 6 departamentos que son San Salvador, La Libertad, Santa Ana, San Miguel, Sonsonate y Usulután. Los desechos sólidos son dispuestos en 14 rellenos sanitarios, de los cuales solamente 5 tienen capacidad para recibir cantidades mayores a 20 toneladas diarias. La limitada oferta de sitios de disposición final adecuada, ha generado la concentración de los mismos, provocando costos insostenibles de transporte y manejo final y la proliferación de puntos de transferencia ilegales que operan en condiciones precarias e insalubres. Los elevados costos de transporte y disposición final, han generado disminución en la cobertura y frecuencia del servicio de recolección municipal causando condiciones insalubres en las ciudades. (Mejora de la gobernabilidad en la Gestión Integral de Residuos Sólidos, al área urbana del municipio portuario de La Libertad, s.f.).

De mayo 2019 a mayo 2020 el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente de El Salvador ha participado en los grupos técnicos sobre residuos plásticos y micro plásticos marinos, y continuará por lo menos hasta diciembre de 2021. También, mediante la ejecución de actividades orientadas a mejorar la recolección, el transporte, el tratamiento y el reciclado de los desechos plásticos, así como para asegurar que los movimientos transfronterizos de los desechos plásticos se lleven a cabo de conformidad con las

disposiciones del Convenio, la legislación nacional y los acuerdos regionales pertinentes. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2020)

Uno de los retos que El Salvador se plantea en materia de manejo de residuos sólidos y reciclaje es el Programa Nacional de Educación el cual de acuerdo con (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2020) considera un eje que propone la incorporación de los desechos con valor de aprovechamiento en procesos de reciclaje, de tal manera que puedan ingresar en el ciclo de la economía circular, obteniéndose de ellos otros productos.

Existe el caso sobresaliente de la Fundación Recicladora de Residuos Sólidos, la cual es una institución sin fines de lucro nacida de la iniciativa de empresas interesadas en unir esfuerzos para el reciclaje de los residuos sólidos, como plásticos, cartón, papel y otros, además de promover la educación ambiental en diversos sectores de la sociedad (Reciplast, s.f.)

Como se puede concluir, El Salvador se encuentra diseñando estrategias que le permitan mejorar el manejo de los residuos, las estrategias que plantea tienen el objetivo de lograr el aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambiental segura de los residuos, a fin de proteger la salud de las personas, el medio ambiente y fomentar una economía circular.

Por otra parte, como se sabe no existe una cultura de aprovechamiento de desechos sólidos, es decir, la clasificación desde los hogares, centros escolares, comercios, oficinas y otros espacios, de tal manera que se pueda generar oportunidades de ingreso con la comercialización de productos reciclables. Pareciera que para el país es poco interesado en gastar dinero en el método de eliminación de residuos puesto que lo único que se realiza es verterlos en el suelo en una determinada zona, ya que de esta manera representa un bajo coste.

Una de las estrategias que el país ha decidido implementar es la revisión de la Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje la cual pretende implantar una visión sistémica en la población por medio de cambios conductuales en la población, lograr dichos cambios conductuales permitirá avanzar en la gestión adecuada de los residuos sólidos en El Salvador, pero además definir y fortalecer la estructura para la gerencia de gestión de residuos y desechos peligrosos.

2.2. Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en la Universidad de El Salvador

Entre el año 2006 y 2007 la Universidad de El Salvador, bajo la rectoría de la Dr. María Isabel Rodríguez, asume la recolección de la basura que se genera en la Universidad, adquiriendo un camión compactador y estableciendo un contrato para el manejo de los desechos sólidos con el Botadero de Nejapa (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Esta iniciativa surge como respuesta al problema del manejo de los desechos que se presentaba en la Universidad, ya que esta se encontraba dentro de la parte final del recorrido del tren de aseo de la Alcaldía Municipal de San Salvador, lo que implicaba que solamente se recogía la parte de los desechos acumulados que permitía la capacidad de las unidades recolectoras (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Actualmente la Universidad de El Salvador cuenta con tres camiones para el transporte de los desechos sólidos. Además, se definió un punto común, en el cual se encuentran ubicados los camiones, para que el personal de limpieza de cada facultad, ubicada dentro del campus, deposite la basura recolectada dentro de los camiones, ya que anteriormente había puntos de acumulación de basura en cada una las entradas de la Universidad. (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Se estima que diariamente se genera un promedio de 2,800 kilogramos de desechos sólidos, los cuales se transportan diariamente al relleno sanitario ubicado en el cantón Melara, en el municipio de La Libertad, manejado por la empresa Gestión Integral de Desechos Ciudad y Puerto de La Libertad, Sociedad por acciones de Economía Mixta y de Capital Variable, que se abrevia PULSEM de C. V (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

La Universidad de El Salvador, como tal, no tiene en la actualidad ninguna política de reciclaje de desechos y se ha limitado únicamente a esporádicas campañas de recolección implementadas por estudiantes u organizaciones. En la sede central se encuentra la Unidad Ambiental de la UES (UNAUES), aunque esta unidad se dedica mayoritariamente a realizar campañas de recolección y limpieza en el interior del campus universitario, también se ha visto involucrada en cuestiones relacionadas con la temática del reciclaje, impartiendo talleres que buscan crear conciencia en los estudiantes. (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

La Facultad de Economía realizó durante algunos años la feria de reciclaje llamada ECO UES, como parte del proyecto se instalaban estaciones con basureros para plástico, papel y latas. Además de la campaña de concientización que buscaba generar una cultura de reciclaje en los estudiantes. Sin embargo, ECO UES se discontinuó en el año 2014 (Sandoval, 2014). (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

2.3. Manejo y reciclaje de los residuos sólidos en la FMOcc.

En la actualidad, la Facultad Multidisciplinaria de Occidente no cuenta con ningún tipo de campaña que promueva la identificación, separación y tratamiento de los desechos comunes según el material al que correspondan. Tampoco existe una política de tratamiento de desechos comunes por parte de la UES, ya que el procedimiento actual consiste en recolectar la basura y llevarla al depósito de desechos de la Facultad, donde permanece (al aire libre) hasta que el tren de aseo de la Alcaldía Municipal de Santa Ana pasa por ella (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Según el Licenciado Oscar Guerra (1968-2021), quien fue coordinador de la Unidad Ambiental de la Facultad, se recolectan aproximadamente 300 kilogramos de basura los días lunes, mientras que durante el resto de la semana se promedian 200 kilogramos de basura al día. (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

El intento más significativo por llevar a cabo algún tipo de campaña de captación y separación de desechos consistió en la colocación de contenedores de basura de diferentes colores, los cuales están debidamente señalizados indicando qué tipo de desechos deben depositarse en cada uno, sean orgánicos, plásticos, papel, vidrio o metal. Sin embargo, este método resulta inefectivo, ya que pocos estudiantes se toman el tiempo de identificar cual es el basurero al que corresponden sus desechos, y al final de cada jornada los desechos se encuentran totalmente mezclados en todos los contenedores (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

En ocasiones, gracias a la iniciativa de docentes y estudiantes, se han llevado a cabo jornadas de limpieza en el interior de la Facultad. Como ejemplo de esto, en el año 2014 los estudiantes de la cátedra Física III, del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, realizaron

una campaña de limpieza, la cual se centraba en el área verde de la Facultad; las actividades incluyeron recolección de basura y trabajos de limpieza y delimitación de caminos y senderos. El objetivo de estas actividades según su coordinador, Lic. Benancio Henríquez, además de promover el cuidado del pulmón del campus universitario era crear conciencia en los estudiantes sobre la riqueza ecológica que posee la Facultad. (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Es así como se concluye que de forma similar a lo que sucede en la sede central de la Universidad de El Salvador, la Facultad no realiza ningún tipo de actividad relacionada con el reciclaje de desechos plásticos ni de ningún otro tipo.

2.3.1. Algunos residuos sólidos que se encuentran en la FMOcc.

(Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018) en su estudio de factibilidad establecen que algunos materiales aptos para el reciclaje encontrados en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente (FMOcc) de la Universidad de El Salvador, son:

- ✓ Tereftalato de Polietileno (PET): es el polímero que se encuentra en mayor abundancia, diariamente se recolecta un promedio de 6.6 kilogramos, provenientes en su mayoría de envases de agua, de refrescos y de bebidas energéticas o carbonatadas, entre otros.
- ✓ Polietileno de alta densidad (HDPE): este tipo de polímero es el segundo con mayor presencia, se recolectaron en promedio 1.3 kilogramos al día. Al igual que el PET, se encuentra mayormente en envases y recipientes de bebidas.
- ✓ Polietileno de baja densidad (LDPE): aunque este material no se encuentra en igual abundancia que los demás, se considera apto para el reciclaje.
- ✓ Polipropileno (PP): con un promedio de casi 4 kilogramos semanales, resulta común encontrar vasos o empaques de este material en el interior de la Facultad, y es apto para el reciclaje.

- ✓ Poliestireno (PS): a pesar de que no es un polímero con gran presencia, es apto para el reciclaje.
- ✓ Aluminio (ALU): El cual se presenta en gran abundancia.

2.4. Definición de sistema

El término sistema en la actualidad, ocupa un espacio que dependiendo del punto de vista de quien analiza, podría interpretarse como un centauro de preferencialismo, ante la duda ¿por qué centauro de preferencialismo? Podemos responder a la interrogante argumentando dos vertientes; la primera diciendo que es un término ocupado de manera casi común a manera de muletilla, para hacer referencia a casi cualquier elemento de un proceso; la segunda vertiente; enfocada en establecer, que el uso común y despreocupado del término desnaturaliza su significado, aunque potencia la probabilidad que de la sociedad llegue aplicar el termino de manera correspondiente con su significado.

Lo cierto es que siguiendo lo establecido por (Lorenzon, 2020) un sistema es una combinación de medios (como personas, materiales, equipos, software, instalaciones, datos, etc.), integrados de tal forma que puedan desarrollar una determinada función en respuesta a una necesidad concreta.

Respecto de los sistemas es importante establecer que están compuestos por subsistemas, y los sistemas a la vez son parte de un supra-sistema, será el interesado en el desarrollo o diseño de los mismos, de quien dependa establecer las directrices, características y naturaleza que permita una sinergia en la interacción, entre los elementos y procesos que lo compongan; interacción que definirá el éxito o fracaso en la funcionalidad de un sistema.

Dado que los sistemas constituyen el estudio del comportamiento de la realidad, es importante establecer que están formados por elementos, que pueden ser conceptos, objetos, sujetos, siendo de manera inclusiva o exclusiva, estamos ante un agregado de entidades, vivientes o no vivientes, incluso ambas, que se confabulan para perseguir un objetivo en común.

Quien desee diseñar un sistema debe considerar que el estudio del comportamiento de la existencia de un factor, fenómeno o elemento, debe dar frutos que permitan abstraer la

realidad, con el objetivo de resolver, menguar o explicar los problemas de dicha realidad; la cual tiene la característica de ser dinámica, es así como entonces que no se vuelve sencillo pues dicha abstracción implica la conjunción del entendimiento de los fenómenos que se den en el fenómeno estudiado.

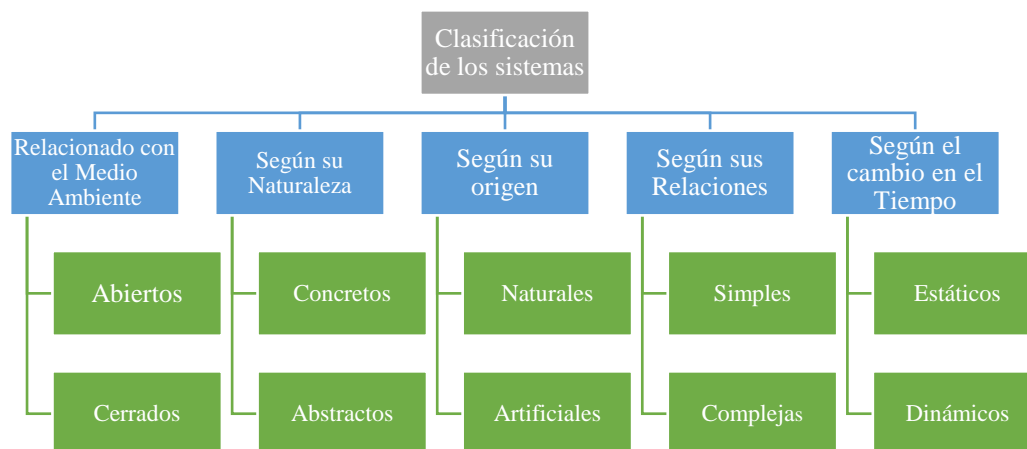
Al tratarse entonces de la abstracción de la realidad, la cual entendemos que es dinámica, debemos evaluar las distintas variables que es posible asociar, considerando los cambios a lo largo del tiempo, cambios que son consecuencia, además, de la interacción que se producen entre los elementos, sub-sistemas o componentes del sistema en un entorno cambiante.

Acotamos que un sistema constituye un conjunto de elementos que guardan estrecha relación, relación que mantiene el sistema directa o indirectamente unido más o menos estable, la sinergia de todos esos factores persigue un objetivo en común. (Lorenzon, 2020)

2.4.1. Clasificación de los sistemas

La clasificación de los sistemas atiende a 5 categorías principales de acuerdo con el diagrama presentado por, (Clasificación de los Sistemas, 2018), las cuales se presentan como sigue:

Ilustración 2: *Clasificación de los sistemas*



Nota: Extraído de (Clasificación de los Sistemas, 2018)

Siguiendo al ya citado autor, cada una de estas categorías tiene una definición particular que se presenta como sigue:

- ✓ Sistemas abiertos. Se presenta la reciprocidad de ideas con el ambiente. Y que, por lo tanto, puede haber beneficios mutuos. Como también consiguen ser adaptables para la supervivencia.
- ✓ Sistemas cerrados. Es rígido y no intercambian información, ni materia en lo absoluto, además, puede operar con poca energía y materia. Estos no interactúan con su ambiente, son completamente autónomos.
- ✓ Sistemas concretos. Es lo real siendo también lo tangible y físico. Como el sistema circulatorio, o el sistema solar.
- ✓ Sistemas abstractos. Lo simbólico generado por la naturaleza, lo intangible, planes, o pensamientos, cabe señalar.
- ✓ Sistemas naturales. Aquellos sistemas cuyo estudio se basa en la abstracción de la naturaleza, plantas, arboles, flores, organismos vivos, son sistemas naturales, ósea, creados naturalmente.
- ✓ Sistemas artificiales. Son creados o concebidos por el hombre. Cabe señalar, que un sistema artificial no es de la naturaleza, en cambio, una organización de hecha por hombres, constituye un sistema artificial.
- ✓ Sistemas simples. Sistemas formados por escasos o pocos elementos.
- ✓ Sistemas complejos. Se refiere a los sistemas cuantiosos.
- ✓ Sistemas estáticos. Durante el tiempo no ocurren cambios. Son iguales, verbigracia.
- ✓ Sistemas dinámicos. Están en constante movimiento o variaciones.

Un sistema puede variar atendiendo a su forma, adecuación y/o función. Puede ser desde un sistema diseñado para la distribución de agua potable en una ciudad hasta un sistema de evaluación para calificación de exámenes de preescolar. La forma más natural de conseguir resultados satisfactorios es fijarse en la totalidad del sistema, considerar las relaciones funcionales de sus elementos e integrarlos como un todo.

Un aspecto importante de los sistemas y su enfoque es la construcción de modelos, concibiendo un modelo como una abstracción de la realidad que captura la esencia funcional del sistema, con el detalle suficiente como para que pueda utilizarse en la investigación y la experimentación en lugar del sistema real, con menos riesgos, tiempo y costo. (Lorenzon, 2020)

Siguiendo al referido autor conocemos que, en la ingeniería aplicada, se utilizan tres formas complementarias de construcción de modelos:

- ✓ Verbal: descripciones escritas o expresiones orales del fenómeno en cuestión.
- ✓ Gráfica: diagramas que proporcionan un nexo de unión entre los modelos matemáticos y verbales, por una parte, y el autor del modelo y su audiencia, por la otra.
- ✓ Matemática: son “simbólicos”, ya que para describir un sistema emplean normalmente notaciones matemáticas en forma de ecuaciones; son precisos, concisos y manejables.

2.4.2. Componentes de un sistema

Independientemente de la clasificación a la que respondan, los sistemas tienen sus componentes básicos los cuales según lo establecido por (Lorenzon, 2020) se describen como sigue:

- ✓ Objetivo. La interacción de sus componentes hace que su finalidad sea alcanzar cualquier tipo de meta.
- ✓ Elementos. Un sistema puede tener subsistemas y cada subsistema se compone a su vez de otros, llegaremos a partes que no son individualmente subsistemas. Es decir, en una jerarquía hay componentes de más bajo nivel.
- ✓ Atributos de los elementos. Los componentes pueden ser objetos o personas, los cuales poseen propiedades o características, y estos influyen en la operación del sistema, en su velocidad, precisión, confiabilidad, capacidad y muchos otros aspectos.

- ✓ Estructura. La estructura del sistema es el conjunto de las relaciones, más o menos estables, entre los objetos y atributos de los objetos de un sistema. El grado en que los elementos funcionan juntos para alcanzar los objetivos totales sirve asimismo para definir la estructura.
- ✓ Proceso. El proceso total del sistema es el resultado neto de todas las actividades que convierten las entradas en salidas.
- ✓ Organización. Conjunto de reglas que condicionan el funcionamiento de los componentes de un sistema para el logro de su objetivo.
- ✓ Frontera. La frontera de un sistema puede existir en forma física o conceptual.
Entradas-salidas
- ✓ Variables. Las entradas del sistema pueden asumir distintos valores y, por tanto, son sus variables cuyos cambios afectan los resultados de las salidas. Esto es, las salidas también varían de magnitud y constituyen variables de él.

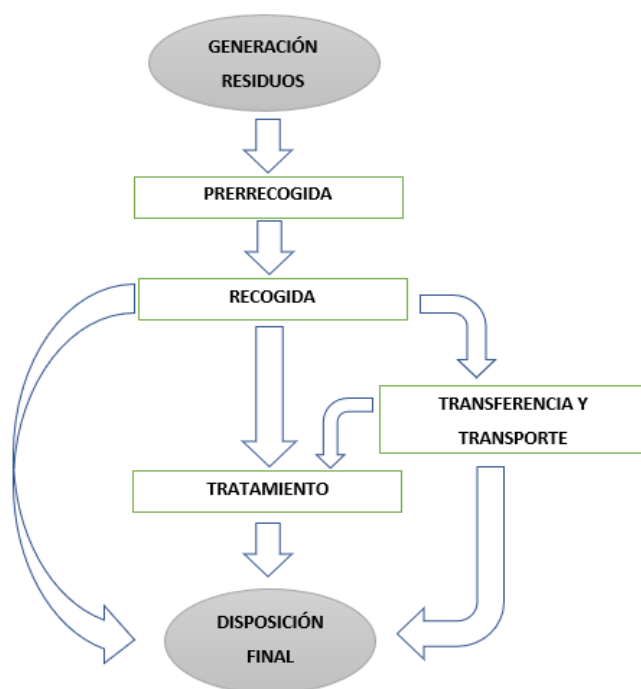
2.5. Definición de sistema de gestión de los residuos sólidos

En la actualidad, se entiende por “gestión de residuos sólidos urbanos (RSU)” al conjunto de operaciones encaminadas a dar a los RSU generados en una determinada zona el tratamiento global más adecuado, desde los puntos de vista técnico, económico, medioambiental y sanitario, de acuerdo con sus características y los recursos disponibles. (Márquez-Benavides, 2011)

En palabras simples la gestión de los residuos contempla el conjunto de acciones necesarias para realizar su recogida, llevar a cabo un tratamiento y efectuar las operaciones finales para recuperarlos y reintegrarlos como materias primas o eliminarlos. Entonces, la gestión de residuos sólidos se puede considerar como un *sistema*, es decir, un conjunto de elementos interrelacionados entre sí en un entorno determinado, estos elementos interactúan entre sí para cumplir metas que, en este caso, se trata de la gestión óptima de los residuos sólidos.

La gestión de los residuos sólidos es un sistema abierto, ya que existe una relación directa entre él y su entorno. El entorno está formado por todo aquello que se encuentra fuera y rodea al sistema, esto es, el medio ambiente circundante, el medio urbano, la sociedad, el entorno político, etc., y actúa e influye sobre el sistema de gestión. Los elementos que conforman el sistema son todas aquellas actividades asociadas a la gestión. Estas actividades se pueden dividir en seis elementos funcionales (o subsistemas) relacionados como indica la figura (Sundberg,1994) citado por (Márquez-Benavides, 2011):

Ilustración 3: *Esquema general del sistema de gestión de residuos sólidos*



Fuente: (Márquez-Benavides, 2011)

La descripción de cada elemento es la siguiente Tchobanoglous et ál.,1994 citado por (Márquez-Benavides, 2011):

- ✓ Generación de residuos: abarca aquella actividad inicial en la que se estudia y analiza el valor de los materiales o residuos, las cantidades generadas, la composición, las variaciones semanales, etc. Esta primera etapa es de una importancia fundamental para conocer mejor la naturaleza del problema de la gestión y para abordar el diseño de las etapas posteriores.

- ✓ Prerrecogida o prerrecolección: involucra las actividades manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en origen de los residuos sólidos hasta que son depositados en un punto para su posterior recogida. Una vez separados los residuos en origen, la decisión radica en qué hacer con ellos hasta que son recogidos.
- ✓ Recogida: comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde los puntos de recogida hasta que son descargados en la estación de transferencia, lugar de tratamiento o vertedero.
- ✓ Transferencia y transporte: comprende todas las actividades, medios e instalaciones necesarias para trasladar los residuos a lugares alejados de los puntos de generación. Se puede dividir desde los vehículos pequeños de recogida hasta un medio de transporte más grande para recorrer mayores distancias.
- ✓ Tratamiento: comprende todos los procesos de separación, procesado y transformación de los residuos. La separación y procesado de los residuos se realiza en instalaciones de recuperación de materiales, donde los residuos llegan en masa o separados en origen. Allí pasan por una serie de procesos, separación de voluminosos, separación manual de componentes, separación mecánica y empaquetado, y se obtiene una corriente de productos destinada al mercado de subproductos y otra de rechazo destinado al vertido o tratamiento térmico. Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos y para obtener productos y energía. Los más extendidos son el compostaje y la incineración, aunque la biometanización de la fracción biodegradable para obtener biogás, también otro como la pirólisis, la gasificación, la vitrificación o la tecnología de plasma, por lo complicado y el elevado coste, están aún en fase de desarrollo y mejora.
- ✓ Evacuación o eliminación: destino último de los residuos o rechazos de instalaciones de transformación y procesado, normalmente son los vertederos controlados.

2.6. Tipos de Prerrecogida de los residuos sólidos.

Como se definió anteriormente la prerrecogida involucra las actividades manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en origen de los residuos sólidos hasta que son depositados en un punto para su posterior recogida. Las operaciones más comúnmente utilizadas según, (Márquez-Benavides, 2011), son:

- ✓ Trituración de los residuos. Consiste en la separación y trituración de restos de alimentos con la ayuda de trituradoras instaladas en las cocinas, a excepción de huesos y otros materiales duros.
- ✓ Compactación. Consiste en reducir el volumen de los residuos aplicando presión. Se pueden utilizar pequeñas unidades domésticas o grandes compactadoras.
- ✓ Incineración. Consiste en la combustión de residuos domésticos en chimeneas y en jardines.
- ✓ Compostaje. Consiste en la transformación biológica de la materia orgánica dando paso a una materia estable que sirve como enmienda orgánica para los suelos.
- ✓ Separación de componentes. Consiste en la separación en varios cubos o bolsas de aquellos materiales que se recogen de forma selectiva. Normalmente la entidad gestora de los residuos indica el número de fracciones y el tipo de material que hay que separar. En España se empezó a separar el papel-cartón y el vidrio en los años ochenta del pasado siglo Según (Gallardo, 2000) citado por (Márquez-Benavides, 2011).

De entre todos estos procesos, la separación de componentes es el más extendido e incluso de este tipo existen 4 modelos según, (Gallardo Izquierdo) , los cuales son:

MODELO 1: separación en cuatro fracciones: papel-cartón, vidrio, envases ligeros y restos. Depósito a nivel de acera de restos y en área de aportación los materiales específicos (papel-cartón, vidrio, envases ligeros).

MODELO 2: separación en cuatro fracciones: papel-cartón, vidrio, envases y restos. Depósito a nivel de acera de restos y envases y en área de aportación papel-cartón y vidrio.

MODELO 3: separación en cuatro fracciones: papel-cartón, vidrio, materia orgánica y restos. Depósito a nivel de acera de restos y materia orgánica y en área de aportación papel-cartón y vidrio.

MODELO 4: separación en cinco fracciones: papel-cartón, vidrio, envases, materia orgánica y restos. Depósito a nivel de acera de restos y materia orgánica y en área de aportación papel-cartón, vidrio y envases.

2.7. Tipos de recogida de los residuos sólidos.

Al igual que en la prerrecojida, también existen diferentes tipos de recogida. Los tipos de recogida se pueden clasificar en función de los siguientes criterios:

- ✓ Tipo de prerrecojida.
- ✓ Grado de fraccionamiento en origen.

Recogida en función de la prerrecojida: Una vez que la persona deposita los residuos en el punto de acopio, entra en función la fase de recogida. La operación de recogida se puede clasificar en:

- ✓ Recogida puerta a puerta. Los operarios van puerta a puerta recogiendo los residuos. Los residuos pueden presentarse en bolsas, en cubos o en pequeños contenedores de ruedas.
- ✓ Recogida por contenedor. En este caso, la recogida se hace en grandes contenedores (de 1,1 a 3m³ de capacidad). El vaciado de los contenedores puede ser mecánico o automático. La recogida es mucho más rápida y los costes se reducen considerablemente.
- ✓ Recogida en áreas de aportación. La recogida se hace en grandes contenedores, de entre 2,5 y 3m³. Los operarios no transportan el contenedor, se limitan a engancharlo al camión para ser vaciado.
- ✓ Recogida por llamada previa. En este caso, el equipo de recogida va al lugar de generación a recoger el residuo, previa llamada del ciudadano o la empresa. Se

utiliza para residuos de baja e imprevisible frecuencia de recogida, como los voluminosos (muebles y enseres viejos), pilas, tubos fluorescentes, etcétera.

Recogida en función del grado de fraccionamiento en origen: Se distinguen claramente dos tipos de recogida:

- ✓ Recogida en masa. Los residuos se recogen todos juntos y se vacían en un mismo camión.
- ✓ Recogida selectiva. El camión recoge un único tipo de residuo (vidrio o papel-cartón) o una mezcla determinada (envases, materia orgánica putrescible, etc.).

2.8. La estrategia de las 3R.

Las 3R están basadas en una organización a escala subordinante en la que cada R, considera una alternativa de gestión de los residuos sólidos, la primera R en la escala organizada, hace referencia a “reducción de residuos” entendiéndose que se trata de una escala subordinante esta estrategia considera esta opción como la más deseable. La segunda R se refiere a la “Reutilización”, esta escala considera el aprovechamiento máximo ya que pretende que un residuo sea utilizado para el mismo fin para el que ha sido fabricado. La tercera “R” corresponde a “reciclaje”, que podría definirse como el proceso de transformación de materiales que permite transformar los residuos en nuevos productos.

La tercera R (Reciclar) es la que mayor oportunidad constituye para alcanzar una economía circular, sin embargo, para lograr ese nivel, hace falta una transformación en la concientización ciudadana y una orientación de fondos públicos que permita además de lo ya descrito la creación e implementación de subsistemas de recogida selectiva y clasificación-separación de residuos.

2.8.1. La economía circular

La economía que prevalece en la mayor parte de los países del mundo es la economía lineal, en la que todo lo fabricado tiene un final y termina por salir del ciclo productivo, se trata de un extracción, producción, consumo y desperdicio de allí el nombre que dan algunas personas a los desechos sólidos.

Cuando hablamos de extracción nos referimos específicamente al uso intensivo de recursos para la fabricación de los satisfactores, hablamos entonces de extracción de agua, el uso de recursos hídricos para la producción de energía eléctrica a base de la cual funciona la industria actual, materias primas, entre otros.

De lo anterior es correcto inducir que en la economía lineal se deterioran las fuentes de recursos naturales y se incrementan los impactos negativos en los mismos, podríamos hablar de un ciclo cerrado puesto que los residuos regresan a la tierra al final de su vida útil, pero no necesariamente para beneficio, sino por el contrario, aparte de explotar los recursos para la fabricación de satisfactores, se deteriora el medio ambiente al disponer de manera inadecuada e insostenible los desechos sólidos, un ciclo insosteniblemente cerrado.

Podríamos establecer entonces que la Economía Circular tiene algunas importantes características contrarias a las de la economía lineal, en el sentido que se devuelve la naturaleza lo que puede ser devuelto y al sistema productivo lo que éste puede reutilizar.

La Economía Circular busca que los productos, los materiales y los recursos permanezcan activos en la economía el mayor tiempo posible, esta es la principal estrategia de la que se vale la Economía Circular para reducir al mínimo la generación de residuos. Se trata entonces de prevenir los desechos en lugar de gestionarlos.

Ilustración 4: La economía circular



Nota: Extraído de (REPAK)

Las 3Rs deben entenderse como un concepto ligado firmemente a la economía circular. En efecto, las 3 acciones conllevan alargar la vida de los productos que consumimos con el fin de generar menos residuos y disminuir, así, el gasto de energía y de agua, además de las emisiones de CO₂, que supone tratarlos. Asimismo, alargar la vida útil de los productos implica reducir la compra y consumo de otros nuevos. (GenÉthico, s.f.)

Ello supone una disminución de la huella que va asociada a los procesos de producción y distribución. Por último, cabe mencionar que las empresas que fomenten el sistema de retorno de material también están optando por un ahorro de costes a medio-largo plazo y contribuyen a la no degradación del planeta. (GenÉthico, s.f.)

2.8.2. Definición de jerarquía en un sistema de gestión de los RSU.

A la hora de planificar la gestión de los residuos sólidos en una zona, es necesario establecer una jerarquía entre las diferentes actuaciones, la cual servirá como orden de prioridades en la legislación y la política sobre la prevención y la gestión de los residuos. (Márquez-Benavides, 2011).

Según la referida autora a los estados miembros de la Unión Europea se les obliga a considerar la siguiente jerarquía en la gestión:

1. Prevención.
2. Preparación para la reutilización.
3. Reciclado.
4. Otro tipo de valorización, por ejemplo, la valorización energética.
5. Eliminación.

Se destaca la jerarquía utilizada por los estados miembros de la Unión Europea ya que se ha podido observar que tiene una estrecha relación con la estrategia de las 3R con la excepción que incluyen dos criterios más, los cuales son: Otro tipo de valorización y la Eliminación. Esta jerarquización inmersa con la estrategia de las 3R servirá como camino para el diseño de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos.

2.9. Sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos.

Si bien, no existe un sistema de reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos propiamente dicho, lo más cercano a este, como se veía en el apartado anterior, es un sistema de gestión de los residuos sólidos el cuál abarca un punto bastante destacable el cual es el tratamiento de estos, sin embargo, se trata de un subsistema que por su complejidad merece un estudio propio, detallado, cuyo método de selección lleve consigo un estudio de factibilidad, pues es necesario evaluar las tecnologías, presupuestos y demás criterios que permitan el diseño de un sistema de gestión de residuos sólidos.

Los precedentes, bases teóricas, métodos, modelos y fundamentos técnicos para reciclar y aprovechar los residuos sólidos se encuentran comprendidos en el sistema de gestión de residuos sólidos, por ello gracias a este se constituirá las bases para el diseño del sistema de reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, retomando la jerarquía en un sistema de gestión de residuos y estableciendo los métodos y modelos de prerrecolecta y recolecta se estaría dando camino al diseño del sistema de interés del presente estudio.

CAPITULO 3:
DIAGNÓSTICO DE LA
INVESTIGACIÓN

3. La Facultad en tiempos de pandemia debido al covid-19

La pandemia de COVID-19 plantea un desafío al sistema socioeconómico mundial. Las medidas de “distanciamiento social” que se han tomado en el mundo y los diferentes países de la región latinoamericana para mitigar la velocidad de contagio de COVID-19 han generado una fuerte contracción económica que, entre las consecuencias más destacadas, ha galvanizado un contexto de digitalización forzada entre los diferentes sectores productivos. En el caso de la educación, el sector académico ha sido directamente afectado y forzado a modificar sus mecanismos de pedagogía para adecuarse a los de la teleeducación, buscando mantenerse en funcionamiento. ((BID) & Universia Banco Santander, , 2020)

En las universidades de El Salvador incorporar las TIC en el aula dejó de ser una opción y se convirtió en una necesidad tras el cierre repentino a causa del coronavirus. Todos los docentes siguen impartiendo clases a distancia, gracias a plataformas como Classroom, Meet, Zoom e incluso YouTube, ahora un recurso de aprendizaje de internautas.

La Universidad de El Salvador no fue la excepción pues en ese año de la pandemia tuvo que adaptarse a la nueva modalidad en línea con el objetivo que los estudiantes estuvieran más seguros, en ese momento se pudo reflexionar acerca del grado de preparación que poseían para el desarrollo de la docencia a distancia o virtual y a la capacidad de adaptación al cambio.

Si bien, la Facultad Multidisciplinaria de Occidente (FMOcc) permaneció con acceso completamente inhabilitado todo ese año, fue hasta inicios del 2021, en el ciclo I -2021 que departamentos empezaron a gestionar permisos para que sus estudiantes pudieran llevar a cabo sus prácticas, es así como, hasta la actualidad algunos estudiantes del departamento de Ingeniería y Medicina de manera escalonada han podido acceder al campus universitario nuevamente.

Por todo lo anterior se debe entonces considerar que la Facultad por encontrarse en tiempos de pandemia no está recibiendo al 100% a toda su población universitaria incluyendo estudiantes, docentes, administrativos, esto produce que el diagnóstico o el panorama actual sea muy distinto a lo que se hubiera tenido en años anteriores cuando la modalidad era de presencial, principalmente en el tema del volumen de residuos sólidos generados por la

Facultad. Una de sus principales áreas productoras de residuos era el cafetín, pero debido a que permanece cerrado ya no es más, por ello, la cantidad de basureros, las actividades del personal de limpieza y el volumen de basura que la Facultad está produciendo ahora es menor.

3.1. Descripción del proceso actual de recolección y disposición final de los residuos sólidos

Para hacer frente a la recolección de los residuos generados por la población que se estudia en este trabajo de grado, la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, cuenta con un total de 20 depósitos para basura esparcidos por todo el campus (dato obtenido del recorrido realizado en las instalaciones ver anexo 4 página 137). Cuando los depósitos de basura se encuentran llenos el personal de mantenimiento y limpieza se dispone a recolectar los desechos y llevarlos a la finca izotal donde son almacenados en contenedores hasta que el camión municipal recolector de basura los retira de las instalaciones de la universidad.

En el caso de los restos orgánicos generados por los árboles que se encuentran en el campus, son tirados al aire libre en la finca izotal, pues se utilizan como abono para la flora existente en la finca, antes de ser tirados son inspeccionados minuciosamente por el personal de mantenimiento quien se encarga de limpiar estos restos de basura blanca si la hubiere.

Para la recolección el personal de mantenimiento y limpieza se divide por zonas, habiendo una clara diferencia entre el personal encargado de la jardinería de la facultad y el personal encargado de la recolección de residuos provenientes de la actividad humana. No existe un método de separación o clasificación de los residuos, o reciclaje de los mismos.

3.1.1. Datos históricos sobre los residuos sólidos generados en modalidad presencial

En los años en los que las clases y actividades académicas en general; se han desarrollado de manera presencial en el campus de la Facultad, es decir desde su fundación hasta marzo de 2020, la generación de residuos sólidos cuenta con datos históricos que

abarcen los periodos comprendidos en los años 2018, 2019,2020,2021,2022 y 2023, dichos datos se enfocan mayormente en la medición del plástico generado como facultad, según (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018) el histórico de datos se resume en la tabla que sigue:

Tabla 2:*Datos históricos sobre los residuos sólidos generados en modalidad presencial.*

Año	Ciclo I		Ciclo II		Total / Año (Kg)
	Estudiantes	Plástico (Kg)	Estudiantes	Plástico (Kg)	
2018	8268	792.03	7996	765.96	1557.99
2019	8829	845.79	8136	779.38	1625.17
2020	8944	856.79	8276	792.79	1649.58
2021	9058	867.69	8416	806.21	1673.9
2022	9172	878.65	8556	819.62	1698.27
2023	9287	889.61	8696	833.04	1722.65
TOTAL =					9927.56

Nota: Extraído de (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

3.2. Visita a las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente

Se llevó a cabo un muestreo por conveniencia en el cual el grupo investigador diseñó un formulario y una lista de chequeo (Ver anexo 2,3 y 4, páginas 132,133 y 137 respectivamente) para recolectar la información, en el caso del formulario ha sido dirigido únicamente al personal de limpieza. El personal de limpieza consiste en un equipo de personas que se ocupa de ejecutar las actividades de limpieza y mantenimiento que van a garantizar la correcta higiene de las instalaciones. Las funciones que debe cumplir el personal de limpieza se van a basar en las actividades y programas que permitan la limpieza y el mantenimiento diario.

La decisión de tomar el muestreo por conveniencia radica en que ellos son los únicos que más se relacionan directamente con la problemática planteada en el presente estudio.

Se gestionaron los permisos (Ver Anexo 1 página 131) requeridos para el ingreso a las instalaciones de la facultad y con ayuda de los jefes inmediatos, citarle a todo el personal de limpieza en la Sala de Conferencias del Edificio de Usos Múltiples el mismo día. Se hicieron presentes un total de 19 personas.

Ilustración 5: *Personal de limpieza de la FMOCC llenando el formulario*



Nota: Fotografía toma propia

3.2.1. Resultados obtenidos de los instrumentos de recolección de información

Tabla 3: *Resumen de resultados al cuestionamiento 1*

1. Cuando las clases se realizaban en modalidad presencial, ¿Qué tipo de residuos sólidos observaba que se generaban? (Puede marcar más de una opción)					
Botellas plásticas	Latas	Desechables (vasos, platos, bolsas, papel film, pajillas)	Restos orgánicos	Papel y cartón	Otros
19	19	19	19	19	6

Tabla 4: *Resumen de resultados al cuestionamiento 2*

2. Cuando las clases se realizaban en modalidad presencial. ¿Cuál es el residuo sólido que más se generaba?				
Botellas plásticas	Latas	Desechables (vasos, platos, bolsas, papel film, pajillas)	Restos orgánicos	Papel y cartón
19	19	16	6	10

Tabla 5: *Resumen de resultados al cuestionamiento 3*

3. ¿Cuántos basureros tiene la Facultad actualmente?					
20 basureros	3 basureros	30 basureros	25 basureros	9 basureros	6 basureros
5	2	1	1	1	1

Tabla 6: *Resumen de resultados al cuestionamiento 4*

4. Cuando las clases se realizaban en modalidad presencial. ¿Se rebalsaban los basureros?		
Si	No	Algunas veces
3	5	11

Tabla 7: *Resumen de resultados al cuestionamiento 5*

5. En caso que los basureros se rebalsarán. ¿A qué lo asociaría?			
A la zona en la que están ubicados	A la capacidad de los basureros (son muy pequeños)	A la frecuencia de vaciado	Otra
7	9	3	3

Tabla 8: *Resumen de resultados al cuestionamiento 6*

6. ¿Cada cuánto sacan los residuos sólidos de los basureros?		
1 vez al día	2 veces al día	3 o más veces al día
6	5	7

Tabla 9: *Resumen de resultados al cuestionamiento 7*

7. Sobre el estado actual de los basureros, ¿Los reemplazaría? ¿Por qué?			
Por la capacidad (son muy pequeños)	Es incomodo manejarlos	Por el deterioro	Otra
3	2	16	

Tabla 10: *Resumen de resultados al cuestionamiento 8*

8. ¿Qué herramientas utilizan actualmente los encargados del proceso de recogida de residuos?						
Pala	Escoba	Bolsas	Rastrillo	Guantes	Barril	Carretón
13	14	15	3	13	1	1

Tabla 11: *Resumen de resultados al cuestionamiento 9*

9. Explique ¿cómo se realiza todo el proceso de recolección actual de los residuos sólidos desde que los basureros quedan listos en sus zonas para ser usados hasta que son llevados por el tren de aseo?	
Hasta que el basurero está lleno, esta basura se recoge en bolsas y se traslada a los contenedores.	10
Se barre con rastrillo y escoba, se recoge con pala y se lleva directamente a la finca en un barril, ya que es basura orgánica (hojas) y la basura blanca se embolsa y se lleva a los contenedores que están ubicados en la entrada a la finca.	0
La basura orgánica se recolecta en un barril hasta llenarlo luego se procede a depositarlo en bolsa y se deposita en el contenedor hasta que son llevados por el tren de aseo.	0
Se retira la basura de cubos en sus respectivas bolsas y se procede a llevarlos a los contenedores de la entrada de la finca y el mismo proceso se realiza después de la limpieza de las aulas del medio día de la misma forma como se realizó por la mañana.	2

Tabla 12: *Resumen de resultados al cuestionamiento 10*

10. Actualmente. ¿Existe un contenedor para cada tipo de residuo solido de los que se generan?	
Si	No
1	18

Tabla 13: *Resumen de resultados al cuestionamiento 11*

11. ¿Son todos los basureros vaciados la misma cantidad de veces?	
Si	No
6	13

Tabla 14: *Resumen de resultados al cuestionamiento 12*

12. ¿Los basureros se vacían en los mismos horarios?	
Si	No
4	15

Tabla 15: *Resumen de resultados al cuestionamiento 13*

13. ¿Cómo se organizan para realizar el proceso de recogida?		
Por zona	Por cuadrilla	Otra
19	0	0

Tabla 16: *Resumen de resultados al cuestionamiento 14*

14. ¿Qué días recolecta los residuos el tren de aseo? (Puede marcar más de una opción)						
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	16	0	9	8	0	0

Tabla 17: *Resumen de resultados al cuestionamiento 15*

15. ¿Dónde se almacenan los residuos mientras pasa el tren de aseo?		
Finca Izotal	En los basureros	Otra
15		4

Tabla 18: *Resumen de resultados al cuestionamiento 16*

16. Cuando las clases se realizaba en modalidad presencial, ¿En qué zona de la facultad ha identificado que se genera mayor cantidad de residuos sólidos?						
En la zona de cafetín	En la zona de las aulas de economía	En la zona del bunker	En la zona de posgrados	En la zona del auditorium	En todas las zonas por igual	Otra
5	0	2	0	0	17	1

Tabla 19: *Resumen de resultados al cuestionamiento 17*

17. De acuerdo a su punto de vista, ¿Cuáles/de qué material considera que son los basureros que mayor vida útil tienen en atención a las necesidades de la Facultad?			
Plástico	Hojalata	Acero	
15	2	2	

Tabla 20: *Resumen de resultados al cuestionamiento 18*

18. Según su experiencia. ¿En dónde considera que se deben colocar más basureros?						
En la zona de cafetín	En la zona de las aulas de economía	En la zona del bunker	En la zona de posgrados	En la zona del auditorium	En todas las zonas por igual	Otra
4	1	2	1		11	5

Tabla 21: *Resumen de resultados al cuestionamiento 19*

19. Según su experiencia. ¿los basureros están correctamente ubicados?	
Si	No
16	3

3.2.2. Interpretación de los resultados

Como se pudo observar en los resultados que se obtuvieron del formulario, en la pregunta n°1, las botellas plásticas, latas, desechables, restos orgánicos, papel y cartón formarían parte de todos los residuos que más se generan en la FMOcc. Dichos resultados son coincidentes con la lista de chequeo realizada

La pregunta n°3 tenía como objetivo el poder conocer la cantidad de basureros que se poseen en la actualidad para posteriormente comparar si esa cantidad es la adecuada que se debe tener, basándose en las medidas del área y cantidad de personas que circulan. Por motivos de pandemia, el personal asegura tener en todo el campus repartidos 20 basureros nada más, dicha cantidad es considerada muy baja en caso que las clases se realizarán de manera presencial. Durante el recorrido realizado por el campus y documentado mediante la lista de chequeo la mencionada cantidad de basureros es la que se encontró.

La pregunta n°4 refleja que los basureros solían rebalsarse “Algunas veces”, al momento que el grupo investigador conversaba con algunos del personal de limpieza expresaban que esto se daba más si los alumnos en el salón de clases realizaban actividades como celebraciones o eventos en los que se utilizan muchos platos desechables para repartir refrigerios y así excedían la capacidad del basurero.

En la pregunta n°7 se puede observar que la mayoría reemplazaría los basureros debido al estado de deterioro en el que se encuentran, muchos con tapaderas quebradas y otros que son de aluminio se encuentran oxidados. Esta pregunta se complementa con la pregunta 17, donde al proponerse cambio de basureros la mayoría expresa que al ser de plástico tiene más vida útil.

La pregunta 10 tenía como finalidad conocer si en la facultad hay basureros recicladores, es decir, que tengan separación por cada tipo de residuo. La mayoría expresa que no hay, mientras que, durante el recorrido realizado por las instalaciones, se visualizó una única estación de recolección de basura con esta descripción.

Además, se pudo ver en las siguientes interrogantes que la manera de realizar el vaciado de basureros se lleva a cabo “por zonas” y se asigna una persona por zona, no todos los basureros son vaciados la misma cantidad de veces en el día, ni tampoco los vacían todos a la misma hora. El proceso de vaciado que ellos explican que se hace hasta que el basurero está lleno, esta basura se recoge en bolsas y se traslada a los contenedores que están en Finca Izotal.

3.3. Información de otras fuentes secundarias

En 2018, cuando las clases aún se realizaban de manera presencial, Cerón Gómez y García Cardona, en su tesis de Maestría en Gestión Ambiental (Cerón & Katherinne, 2018) datan la existencia de 186 basureros dentro de las instalaciones del recinto universitario de la FMOcc, incluidas las áreas de canchas y parqueo. Concluyendo que esta cantidad de depósitos y su estado, no es suficiente para acopiar el volumen de desechos generados diariamente.

A la conclusión de las tesis, debe añadirse la falta de cultura de separación y reciclaje, así como de manejo de desechos, que una parte de la comunidad universitaria describe con su comportamiento; esto se denota al constatarse el uso indistinto que se da a las baterías de recolección clasificada dispuestas en distintos puntos de la Facultad, así como a la costumbre de dejar dispersos por todo el campus los empaques y envases utilizados.

Basados en el dato de 2016, año en que la FMOcc atendió en cada ciclo un promedio de 4,457 estudiantes y estimando un personal de 250 personas y se generaba un promedio de 247.16 kg de desechos por día, podríamos decir que el promedio diario de generación de desechos por persona fue de 0.053 kg. Ocupando este mismo promedio, pero estimando una población 6,000 estudiantes por ciclo y un número de 300 empleados y docentes, entonces se puede estimar que para 2021 y una vez se retorne a la nueva normalidad que dicta la pandemia en la FMOcc se estaría generando una carga diaria de desechos de 334kg si definimos una incerteza del 15% la Facultad debería estar preparada con depósitos y contenedores para acopiar diariamente 384 kg de desechos. (Lemus, 2021)

3.4. Conclusiones del diagnóstico

Toda basura generada en la Facultad, no reciben ningún tipo de tratamiento, es decir no son aprovechados, otorgándoles un valor igual a cero, y dirigidos al relleno sanitario, perdiendo incluso la oportunidad de generar algún tipo de entrada económica al reciclarlos. Se debe de tener en cuenta que al reciclar y procesar algunos residuos además de obtener una remuneración económica le estamos dando a este material la oportunidad de ser convertido nuevamente en materia para obtener un producto final, y con ello ayudar al medio ambiente, reduciendo la contaminación a los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Actualmente la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente no cuenta con un método de fraccionamiento de los residuos sólidos que en ella se generan, por lo que reciclar o aprovechar los residuos se dificulta en gran manera. Según la población encuestada el plástico y latas son el tipo de residuo que más se genera, sobresaliendo de entre desechables, restos orgánicos y cartón. El método que actualmente se utiliza como forma de recolección genera problemas de rebalse en basureros, asociado según los encuestados al tamaño pequeño de los basureros, sin embargo, según la descripción del método de recogida, los basureros se vacían hasta que se encuentran llenos, sin un horario fijo o identificado por afluencia de personas, por lo que la combinación de dichos factores, ocasiona el mencionado fenómeno.

Aumentar el tamaño de los basureros y la cantidad de estaciones de basura son soluciones que saltan a simple vista, sin embargo resulta interesante estudiar métodos de fraccionamiento que permitan gestionar los residuos de manera sostenible, pues solo aumentar las estaciones de recogida supone un autoengaño, dado que si bien es cierto la facultad habrá solucionado el problema estéticamente, la contribución al medio ambiente quedaría nula pues hace falta realizar acciones que contribuyan a reducir el uso de plásticos de un solo uso mediante campañas de sensibilización, reciclar mediante la identificación de los recursos disponibles y la posibilidad de aumentar la vida útil de los residuos; y reutilizar medios. La fundamentación técnica y teórica que plantea la vía para el diseño de un sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos abarcando los ejes ya mencionados se presenta en el siguiente capítulo.

CAPITULO 4:
FUNDAMENTACIÓN
TÉCNICA Y TEÓRICA

4. Tipos de residuos sólidos aptos para el reciclaje interno y externo

Es importante definir qué; por reciclaje externo se entenderá la acción de dar valor agregado a aquellos residuos que estén aptos y cuyo proceso de transformación no se hará al interior de la FMOcc, es decir la Facultad se convertirá en un ente proveedor ya sea directo o indirecto de aquellas empresas, organismos o instituciones que dentro de su proceso productivo requieran materias primas de origen vegetal, nos referimos específicamente a los plásticos tipo PET Y HDPE, que dentro de la Facultad han sido identificados como tipos de residuos sólidos aptos para el reciclaje externo; plásticos como el polipropileno, polietileno de baja densidad y poliestireno no han sido considerados dentro de la mencionada, lo anterior no indica que no puedan ser reciclados, sin embargo reciclarlos de manera externa requiere la consideración de factores como contratación de personal para la separación de residuos, dado que no es posible establecer un modelo de prerrecolecta que de acuerdo a las condiciones de venta en el mercado considere un contenedor para cada tipo de plástico, la situación planteada excede los objetivos del Sistema, por ello no se consideran los tipos de plásticos especificados. La lista de los tipos de residuos sólidos aptos para el reciclaje externo se describe como sigue:

Tabla 22: *Tipos de residuos sólidos aptos para el reciclaje externo*

Nombre técnico	Forma en que se encuentra
Tereftalato de polietileno (PET)	Envases de agua, envases de refresco, envases de bebidas energéticas o carbonatadas y todos aquellos plásticos tipo I
Polietileno de alta densidad (HDPE)	Envases de bebidas principalmente bebidas carbonatadas y energizantes y todos aquellos plásticos tipo II
Papel	Folletos, documentos, desperdicios en oficina

Nota: Elaboración propia

El reciclaje interno se concebirá como la transformación de residuos sólidos aptos para aumentar su ciclo de vida, mediante procesos productivos realizados al interior de la Facultad, específicamente en las instalaciones del Taller de Ingeniería Industrial, con las consideraciones de ingeniería que una planta de producción demanda.

Los tipos de desechos sólidos aptos para el reciclaje interno se describen como sigue:

Tabla 23: *Tipos de desechos sólidos aptos para el reciclaje interno*

Nombre técnico	Forma en que se encuentra
Aluminio	Latas de jugo, latas de bebidas carbonatadas, latas de bebidas energéticas, latas de bebidas refrescantes en general.

Nota: Elaboración propia

4.1.1. Características de los residuos sólidos aptos para el reciclaje interno

Las latas de aluminio

El aluminio es un metal común y útil, conocido por su resistencia a la corrosión, maleabilidad y por ser liviano. Es lo suficientemente seguro para usarse cerca de alimentos y en contacto con la piel. Es mucho más fácil reciclar este metal que purificarlo a partir de minerales. Se puede derretir latas de aluminio para obtener aluminio fundido, ya sea vertiendo el metal en un molde adecuado para hacer joyas, utensilios de cocina, adornos, esculturas o para otro proyecto metalúrgico. (Greenlane, 2019)

Características del aluminio:

- ✓ El aluminio es un metal abundante y versátil que se recicla fácilmente.
- ✓ El punto de fusión del aluminio es lo suficientemente bajo como para que pueda fundirse incluso con un soplete de mano. Sin embargo, el proyecto avanza más rápido si se utiliza un horno de fundición.
- ✓ El aluminio reciclado se puede utilizar para hacer esculturas, recipientes, joyas, etc.

A la hora del reciclado, el aluminio tiene importantes ventajas dado que el 100% del aluminio puede ser reciclado indefinidamente sin disminuir su calidad, ya que no se descompone en presencia de agua ni se altera por el contacto con el aire. Es por ello que se fabrican todo tipo de productos como coches, carpintería de aluminio, etc. (Arpal Alu, 2013)

Las ventajas del reciclado de aluminio se demuestran en los datos ofrecidos por la European Aluminium Association, según los cuales en Europa el aluminio disfruta de unas altas tasas de reciclado, cercanas en algunos casos al 85 e incluso al 95%, según sus aplicaciones. Un ejemplo clásico lo conforman las latas de bebida, estas se pueden reciclar indefinidamente ya que al obtenerse un producto con las mismas propiedades se pueden fabricar totalmente de aluminio reciclado. (Arpal Alu, 2013)

El punto de fusión del aluminio se encuentra a los 660.32 °C lo que equivale a 1220.58 °F, una vez alcanzada esta temperatura el proceso de fundición del Aluminio tendrá lugar casi de inmediato, sin embargo, es recomendable dejar más o menos medio minuto esta temperatura para asegurarse que el Aluminio quede completamente fundido.

4.1.2. Características de los residuos sólidos aptos para el reciclaje externo

El tereftalato de polietileno y el polietileno de alta densidad son tipos de plásticos que comúnmente podemos observar en las botellas que contienen diferentes tipos de bebidas comerciales, sin embargo, los usos de estos tipos de plásticos varían desde la industria textil, pasando por la industria médica hasta llegar a la industria de juguetes.

El tereftalato de polietileno (PET)

El tereftalato de polietileno (PET) al igual que las latas de Aluminio, es un material 100% reciclable, una de sus características más visibles es su alto grado de transparencia, es frecuentemente utilizado en la industria alimentaria por su capacidad para conservar el aroma, el sabor de los alimentos y su compatibilidad con bajas temperaturas.

El PET está hecho de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET, está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados de líquidos del gas natural y 13% de aire, el tipo de PET dependerá del nivel de policondensación, atendiendo a lo anterior puede ser; grado textil; y grado botella, el punto de fusión de PET se encuentra a los 260 °C. (Reciclario, 2012)

El polietileno de alta densidad (PEAD)

El polietileno de alta densidad (PEAD), es un polímero con estructura lineal y muy pocas ramificaciones. Se obtiene por polimerización del etileno a presiones relativamente bajas utilizando catalizadores, el polietileno de alta densidad muestra un punto de fusión de entre 130 y 136 °C; la resistencia química del PEAD a los ácidos-concentrados, grasas y

aceites es aceptable; a los ácidos diluidos, álcalis, alcoholes y cetonas es buena; a los halógenos aceptable-buena y a los hidrocarburos aromáticos mala (Roca Girón, 2005).

El PEAD tiene diversas aplicaciones en la industria algunas de ellas son; envases, empaques de película plana, envases de lámina, bolsas, bolsas con sello lateral, bolsas con sello de fondo, bolsas con sello de fondo y sello lateral, bolsas con fuelles, bolsas troqueladas, bolsas con asa, bolsas con pestaña, bolsas con clip, industria eléctrica, industria automotriz, tuberías, etc.

Papel

El papel está hecho de una fina lámina fabricada a partir de pulpa de celulosa, que es una pasta de fibras vegetales molidas y suspendidas en agua, normalmente esta queda de color blanco y por último se seca para que se endurezca. Además, se le suelen añadir polietileno o polipropileno para conseguir dotarlo de características diferentes. (Jauregui, 2016).

4.1.3. Artículos hechos a partir de resina reciclada de tereftalato de polietileno

Un método de prerrecogida o selección desde la generación de residuos en el origen permite que los plásticos sean separados para poder ser reciclados en estaciones o instituciones que persigan este fin, según establece (Reciclario, 2012) alrededor de un 75% del PET recuperado se usa para hacer fibras de alfombras, ropa y geotextiles, especialmente polar. La mayor parte del 25% remanente es extruido en hojas para termoformado, inyectado o soplado para envases de productos no alimenticios.

Diversos son los artículos hechos a partir del reciclaje de PET entre ellos encontramos las bolsas hechas con el fin de almacenar residuos, caños, madera plástica la cual es utilizada en la ganadería, agricultura y construcción; está compuesta por un 60% de madera y un 40% de polietileno de alta densidad, envases para productos de limpieza, bolsas para detergentes, contenedores industriales, tuberías, plásticos acolchado agrícola, cajas plásticas, entre otros.

4.1.4. Artículos o productos hechos a partir de papel reciclado

Diversas son las industrias que fundamentan su cadena de producción en el papel cuyo primer uso ha sido agotado, desde imprentas, pasando por productos de higiene

personal, productos médicos, productos para el hogar hasta productos para el cuidado de animales; la mayoría de papel vuelve a transformarse en productos de papel y cartón, algunas industrias utilizan el papel agotado para sus métodos de embalaje, la industria editorial para sus periódicos y revistas, la industria alimenticia para la fabricación de cajas de huevos y bandejas.

Algunas de las transformaciones del papel cuyo uso ha sido agotado, más útiles, para la vida cotidiana del ser humano son; el papel higiénico, papel tisú, toallas de papel, servilletas de papel, filtros de café, pantallas de lámparas y macetas de plantación para plántulas. Pero la posibilidad de alargar la vida útil del papel se extiende a la industria médica con las batas de papel, mascarillas, cubre-zapatos, sombreros y vendajes quirúrgicos de papel reciclado.

4.1.5. Compra y venta de plástico y papel en las afueras

En El Salvador existen empresas cuyo principal rubro consiste en la compra y venta de bolsas plásticas, botellas plásticas, desechables, desechables plásticos, papel viruta, papel periódico, papel bond y demás blancos, entre otros. Estas empresas abastecen de materia prima a otras organizaciones dedicadas a reprocesar estos plásticos para la creación de nuevos productos, lo que comúnmente conocemos como reciclaje.

El mecanismo empleado por las empresas encargadas de la compra y venta de este tipo de residuos es sencillo; establecen un precio en el mercado salvadoreño, y una unidad de medida, los precios los establecen de acuerdo al tipo de desecho del que se trate, así es como conocemos que la libra de plástico tiene un precio de \$0.04, la libra de papel viruta \$0.05, la libra de papel periódico \$0.20 y la libra de papel bond y demás blanco a \$0.10.

En algunos países de Latinoamérica se conoce el estándar que; 30 botellas de plástico de 600ml equivalen a un kilo de plástico, no obstante en El Salvador, las empresas dedicadas a este rubro utilizan un sistema de medición de pesos para establecer el precio de la carga de plástico o papel que estén comprando o vendiendo según sea el caso, lo cual parece a luz de la vista ser amable con los subsistemas de pre recogida o preselección y fraccionamiento diseñados en este trabajo de grado, ya que es más amigable contar con un contenedor de plásticos, que contar con diferentes contenedores de plásticos, para las diferentes

presentaciones de bebidas, o en su defecto tener recurso humano en el subsistema de recogida o selección destinado a la separación o conteo de botellas plásticas.

Resulta práctico entonces, el método de compra y venta empleado por estas empresas, las cuales llegan hasta el lugar en el que se encuentran los plásticos y papel, recogen en redes todas las botellas o papel disponibles y las pesan, dato que sirve de insumo para establecer el precio de venta, cancelan y retiran las botellas y papel de la empresa o institución a la que se las estén comprando.

4.2. Reciclaje interno

4.2.1. Práctica para el Taller de Ingeniería Industrial

A partir de los desechos de latas de Aluminio que se generan en la Facultad se pretende apoyar a la materia de Tecnología Industrial III, ya que, en el taller de Ingeniería Industrial se puede desarrollar el área de “Fundición y Tratamientos Térmicos” en el que como práctica de esta área realice la fundición de latas de aluminio y puedan crear una especie de escultura o proyecto.

Con esto se estará aprovechando recursos que de una u otra manera terminarían acumulados en el relleno sanitario, contaminando el ambiente y terminando su vida útil, y que, por el contrario, al convertirse en materia prima para llevar a cabo una práctica de taller se están incorporando de nuevo al ciclo.

Así mismo, la fabricación de este tipo de productos permitirá destacar a la Facultad Multidisciplinaria de Occidente en cuanto a innovación en el área de reciclaje a nivel académico.

4.2.2. Ingeniería del subsistema

La misión de la ingeniería está relacionada con el funcionamiento del subsistema, es decir es aquella etapa en la que se definen los recursos necesarios para la ejecución de un plan.

4.2.2.1. Proceso de recolección de materia prima

La recolección de la materia prima no representa un proceso complejo, sino una manera simple que busque garantizar la máxima captación de los desechos reciclables. El método propuesto consiste en la recolección manual del material apto para reciclaje, por parte del equipo recolector, yendo a los contenedores de Latas de Aluminio que se encontrarán en las afueras de la zona de taller de Ingeniería Industrial la Facultad y vaciándolos.

Según un sondeo, que el equipo investigador de Hugo Zuna y Elsa Magaña llevó a cabo en su trabajo de investigación (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018), durante la primera semana del Ciclo I-2018 expresaban que gran parte de la basura generada se compone de desechos plásticos, pero que, dada la naturaleza del sondeo, optaron por registrar los datos sobre la cantidad de aluminio que se genera, para que puedan ser usados en futuras investigaciones. Hasta el momento se consideraría este el único dato histórico sobre la cantidad de residuos de Aluminio.

Tabla 24: Datos de desechos reciclables clasificados según tipo.

Tipo	Cantidad semanal (kg)
Tereftalato de polietileno (PET)	33
Polietileno de alta densidad (HDPE)	6.55
Policloruro de vinilo (PVC)	0.91
Polietileno de baja densidad (LDPE)	0.45
Polipropileno (PP)	3.86
Poliestireno (PS)	1.82
Aluminio (AL)	21.5 (47.40 lb)

Nota: Tabla extraída de (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Las latas de bebidas tienen un peso aproximado de 15 gramos, por lo que se necesitan 30.24 latas para obtener un 1 libra. (García, 2021), por lo tanto, basados en la información anterior, se tendrían aproximadamente 1,433 latas a la semana, y 286.6 latas al día, el proceso de recolección se realizaría por cada vez que los estudiantes necesiten desarrollar su práctica de Fundición y Tratamientos Térmicos, puesto que se reciben estudiantes de Tecnología Industrial todos los días de la semana.

4.2.2.2. Limpieza y secado

El primer paso para llevar esta práctica es descartar aquellas latas que no tengan buena calidad para ser sometidas a la transformación y esto se llevará a cabo mediante la selección manual, puesto que los desechos con los que se trabajará son post consumo, están contaminados con los productos que han contenido, por esta razón es indispensable que sean lavados o enjuagados para remover los residuos de bebida que han quedado al fondo o si hay suciedad muy visible. El objetivo es que haya latas más limpias, mediante la eliminación de impurezas de otros materiales.

4.2.2.3. Compactación

Este será el proceso mediante el cual, las latas de aluminio serán compactadas para convertirlo para minimizar el volumen, de esa manera facilitar el trabajo posterior y poder cargar la mayor cantidad posible en el horno, además permite que el aluminio se derrita más uniformemente.

4.2.2.4. Proceso de Fundición

Podemos definir fundición como el proceso por el que la materia prima es llevada de un estado sólido a un estado líquido mediante el aporte de una fuente de calor. Durante este proceso se introducen una serie de composiciones químicas por lo que obtendremos nuevas propiedades del metal que extraigamos. Posterior a derretirse el material se introduce en un molde (“colada”) procediéndose a su enfriamiento y obteniendo así las piezas que posteriormente serán materia prima de otro proceso de producción. (SION, 2017)

Se denomina fundición o esmelter (del inglés smelter, 'fundidor') al proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas, pero también de plástico, consistente en fundir un material, es decir hacerlo líquido para posteriormente introducirlo en una cavidad (vaciado, moldeado), llamada molde, donde se solidifica.

El punto de fusión del aluminio (660°C) es lo suficientemente bajo como para que pueda fundirse con un soplete de mano. Sin embargo, el proyecto avanza más rápido si se utiliza un horno o un horno.

4.2.2.5. Proceso de colada y enfriamiento

Una vez el aluminio este fundido, se procede a verterlo en el molde. El aluminio tardará aproximadamente 15 minutos en solidificarse por sí solo. Se denomina colada, al

proceso de vertido del material fundido desde la cuchara al molde, hasta el llenado de la pieza a través de los conductos establecidos en el molde.

El proceso de colada debe realizarse cuidadosamente, utilizando un equipo básico de seguridad. Los procedimientos comienzan cuando el aluminio ya ha fundido.

4.2.3. Maquinaria y equipo

Una vez definidos los procesos, es necesario definir la maquinaria y el equipo que se requieren para llevar a cabo esto. Esta se presenta a continuación:

4.2.3.1. Compactador de latas

Ilustración 6: *Compactador de latas*



Compactador manual de latas de 16 onzas (también para 12 onzas) de fácil operación y montaje. Esta trituradora está diseñada según el tamaño estándar de lata, y puede permitir que el reciclaje sea mucho más fácil y seguro. Ofrece alta eficiencia para triturar latas. Simplemente con sostener el mango de la trituradora y tirarlo hacia abajo y terminar todo el proceso de aplastamiento.

Tabla 25: *Detalles del producto*

Marca	HOHTECH
Color	Gris
Dimensiones	32.3 x 10.6 x 8.3 cm
Capacidad	473 Mililitros
Material	Metal
Peso del producto	1.09kg
Precio unitario	\$15.94

Nota: Detalles del producto obtenidas de Amazon.es

Debido a que solo se puede compactar lata por lata se optará por instalar 3 compactadores manuales de latas.

4.2.3.2. Horno de fundición

El horno, básicamente, consiste de una estructura exterior cilíndrica que bascula, en cuya parte interior central posee una cavidad cilíndrica de menor dimensión, este horno tiene una pared que consta de tres partes: una refractaria, otra aislante y todo esto cubierto por una plancha de acero de 1/16 pulgadas, que sirve como estructura de sostenimiento. La temperatura estándar de suministro es de hasta 1300 °C, dependiendo del metal a ser utilizado en el proceso.

Ilustración 7: *Horno de fundición*



Nota: Detalles del producto obtenidas de Amazon.es

Detalles extraídos de Amazon.com:

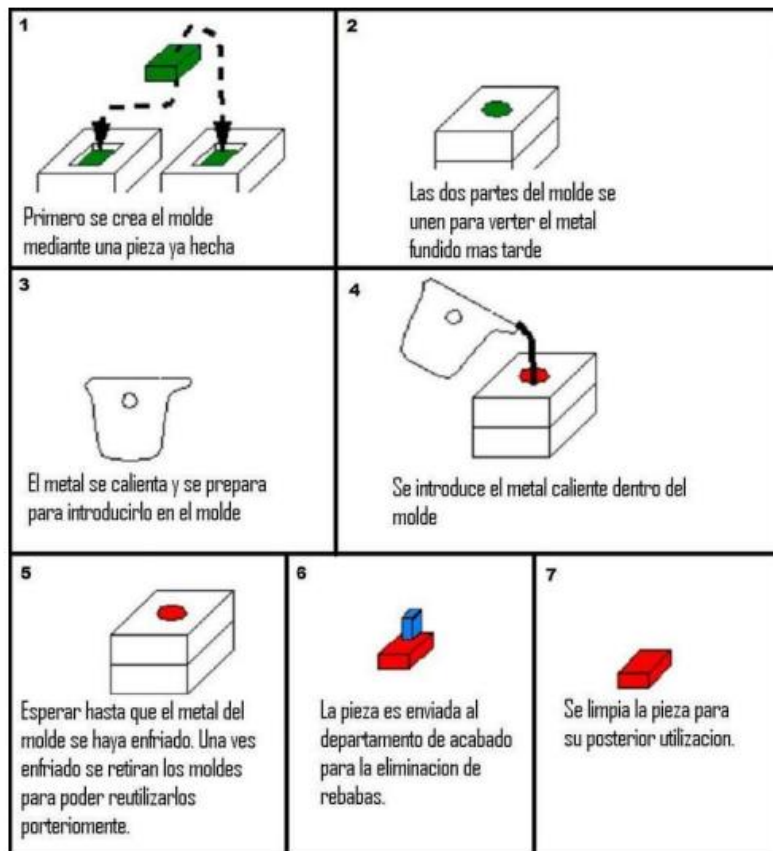
- Marca: GONGYI
- Capacidad: 22lbs
- Material: Acero inoxidable
- Precio: \$400.00

4.2.3.3. Moldes

Puede definirse un molde como una réplica de la pieza que se desea obtener. La fundición de este reciclaje interno utiliza el método full-molde process, el cual es una técnica donde se utiliza un molde de polietileno que se moldea en arena, sin extraerlo se vacía el metal fundido y se va gasificando en cuanto hace contacto con el metal. Debido a la amplia gama de diseños que pueden desarrollarse en esta área, atendiendo a las necesidades que se presenten en la catedra, en este apartado se desarrollaran las especificaciones relativas al material necesario para el modelado, dejando libertad en cuanto a diseño.

Existen una amplia gama de materiales para el moldeo de diseños, el número de piezas a realizar con un modelo determinara el criterio de selección del material del mismo, puede ser metal, poliestireno, plástico, resina epóxica, cera o bien mercurio congelado.

Ilustración 8: Ejemplo de cómo realizar un molde con arena



Nota: Extraído de (Bonate & Intelangelo)

4.2.4. Medidas preventivas para riesgos en fundición de aluminio

En un proceso de fundición se pueden encontrar diferentes tipos de riesgos, que con equipos de protección individual se pueden minimizar.

En las fundiciones como en el resto de actividades del sector del metal se pueden destacar los siguientes: (MC Mutual, 2008)

- ✓ Quemaduras por proyección del metal fundido.
- ✓ Riesgos químicos: durante el proceso de fusión existe una sobreexposición a gases y otras sustancias que son altamente dañinas para la persona.

- ✓ Calor: Las enfermedades por estrés térmico constituyen un importante riesgo debido a la radiación infrarroja procedente de hornos y el metal en proceso de fusión.
- ✓ Sobreesfuerzos por levantamiento de cargas.
- ✓ Quemaduras por proyección de material fundido o por contacto con escoria.

Eliminar los riesgos por completo no siempre es posible por lo que es necesario valorar aquellos que puedan ser minimizados a través de una serie de medidas generales en cuanto a seguridad y salud de los involucrados.

Los equipos de protección individual más comunes para trabajadores de una fundición son: (De Sion, 2017)

- ✓ **Vestuario laboral:** confeccionado con tejido ignífugo, que repela las salpicaduras y minimice la transferencia de calor, evitando que arda o se produzcan quemaduras. Es importante la combinación de colores para facilitar la visibilidad de los operarios.
- ✓ **Calzado de seguridad:** Los requisitos básicos que debe cumplir son la calidad de los materiales utilizados para su fabricación; resistencia en la punta para evitar aplastamientos por caídas de objetos; capacidad de la suela para absorber energía; suela antideslizante, aislamiento eléctrico y térmico; diseño ergonómico y facilidad de mantenimiento.
- ✓ **Protección facial, ocular y de la cabeza:** Cascos y gafas protectoras frente a impactos a alta velocidad; pantalla facial para protección frente a impactos a velocidad media y protección frente a radiaciones térmicas y
- ✓ **Protección respiratoria:** Filtros de boquilla, mascarilla o máscaras dependiendo del tipo de contaminantes a los que se esté expuesto.
- ✓ **Protección auditiva:** Orejeras protectoras del ruido o tapones, dependiendo de la intensidad y tiempo que se esté expuesto al mismo.
- ✓ **Guantes:** Deben proteger acciones mecánicas, eléctricas, térmicas y químicas.

4.2.5. Determinación de las áreas necesarias

- ✓ Almacén: En este se almacenará temporalmente todas las latas que lleguen a la planta, esperando a ser sometido a los tratamientos previos a su reciclaje.
- ✓ Limpieza: En esta área se deben de separar las latas de todas aquellas que no tengan buena calidad para ser sometidas a la transformación y esto se llevará a cabo mediante la selección manual.
- ✓ Área de fundición: Esta es el área dedicada a la fundición del aluminio.
- ✓ Área de moldeo y secado: Luego de fundir se deja enfriar las piezas dentro de los moldes y así poder ver los resultados.

4.2.5.1. Localización

La decisión acerca de dónde ubicar la nueva área de Fundición y Tratamientos Térmicos obedecerá a criterios estratégicos. La macro localización es a grandes rasgos el lugar geográfico donde se ubicará el proyecto, para este caso es indispensable que el área se encuentre dentro de las instalaciones de la Facultad ya que esta será utilizada por los mismos estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, y además la materia prima proviene de los mismos desechos que se generan en la Facultad.

La macro localización es a grandes rasgos el lugar geográfico donde se ubicará el proyecto, para esto se considerará principalmente que debido a que se desea que esto sea una extensión del taller deberá tener total cercanía con el taller de Ingeniería Industrial puesto que son los mismos estudiantes de la carrera la utilizarán, además el taller cuenta ya con una variedad de máquinas y herramientas que en algún momento podrían surgir la necesidad de ser utilizadas. Otro factor importante para elegir esta microlocalización es que de esta manera se asegura la supervisión de parte de las autoridades en el taller.

4.3. Cantidad de contenedores necesarios

Para calcular la cantidad de contenedores y basureros necesarios para el sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador es necesario determinar las zonas de recogida y calcular el volumen máximo de residuos generado en las zonas de recogida, con el objetivo de obtener el número y la capacidad de los contenedores a instalar.

En primera instancia vamos a calcular la tasa de recogida diaria de diseño, que es la cantidad de residuos, en peso, asignada a cada ente generador por día de recogida expresada en kg/ente/d en lo relativo al área de recogida, y luego a calcular la tasa recogida diaria de diseño en volumen con unidades m^3 /ente/d, así se obtendrá el peso y volumen recogido. Dado que; de los residuos sólidos generados, el plástico es el que mayor volumen representa, es el que se tomara como base para el cálculo del volumen que se necesita que los contenedores sean capaces de almacenar, se considerara además, el ciclo I como base, puesto que históricamente es el que mayor cantidad de estudiantes inscritos posee, aunque la población en estudio este también compuesta por personal docente, administrativo y de mantenimiento este no tiene las variaciones en cantidad de manera tan constante en relación con la población estudiantil.

Los datos históricos disponibles para la recogida de desechos de acuerdo a la proyección realizada (ver anexo 5 páginas 138-148) estima que se estarían generando al menos unos 984.79 Kg de plásticos en el ciclo I, que es el que mayor cantidad de estudiantes inscritos posee, lo anterior se traduce en unos 61.54 Kg de plástico por semana es decir 10.25 Kg diarios considerando que la recogida se haga de lunes a sábado.

La Facultad se dividirá en 8 áreas (ver anexo 6 páginas 148- 149) cada una con 7 juegos de basureros respectivamente, cada juego está compuesto por 5 basureros, haciendo un total global de 245, distribuidos en 49 estaciones por todo el campus universitario (ver anexos 7,8,9 y 10 páginas 150, 151 y 152), cada basurero tendrá capacidad para almacenar al menos 0.059 m^3 de residuos. (ver anexo 11 página 153). Debido a que la finca Izotal es una zona protegida sin tránsito de personas se excluye de los cálculos para estaciones de recolección.

4.3.1. Identificación de basureros

Para materializar el acto de disposición son necesarios 5 basureros, cada tipo de basurero considera parámetros de clasificación basados en el tipo de desechos a contener, las premisas consideradas para la agrupación han sido; residuos sólidos de igual o similar naturaleza; residuos sólidos con oportunidad de aprovechamiento o reciclaje interno; residuos sólidos con oportunidad de aprovechamiento o reciclaje externo. Se muestra la clasificación de residuos por contenedor como sigue:

Tabla 26: Clasificación de residuos por contenedor

Tipo de identificación para contenedor	Identificación	Nombre del basurero	Contenido esperado
Color	Verde	Desechos varios	Desperdicios de alimentos, bolsas plásticas, desechables, envoltorios, empaques, huesos, semillas, cascaras, hojas y cartón
Color	Azul	Botellas plásticas	Botellas plásticas (tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE))
Color	Gris	Latas de Aluminio	Aluminio
Color	Gris	Papel	Papel
Color y Nombre del contenedor	Verde	Desechos Orgánicos	Desperdicios de alimentos, huesos, semillas, cascaras y hojas
Color y Nombre del contenedor	Negro	Desechos Ordinarios	Bolsas plásticas, desechables, envoltorios, empaques y cartón
Color y Nombre del contenedor	Azul	Botellas plásticas	Botellas plásticas (tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE))
Color y Nombre del contenedor	Amarillo	Latas de Aluminio	Aluminio
Color y Nombre del contenedor	Gris	Papel	Papel





Nota: Elaboración propia

Cada basurero deberá estar recubierto por una bolsa plástica preferentemente del color del basurero que recubre, a fin de facilitar el trabajo realizado por el subsistema de recogida o selección, así mismo cada basurero tiene un nombre asignado como se describe en la tabla de arriba, el cual responde al tipo de desecho que se espera recibir.

4.3.2. Basureros para el subsistema de pre recogida

Los basureros para el subsistema de pre recogida, tienen la característica de permanecer estáticos ya que no serán removidos del lugar, en su defecto serán vaciados diariamente, en cada vaciada deberán ser recubiertos por bolsas plásticas nuevas, es necesario que los basureros tengan capacidad para almacenar al menos 59L o 0.059 m³ de residuos, la siguiente tabla muestra las especificaciones técnicas de los basureros:

Tabla 27: Basureros para el subsistema de pre recogida

Imagen	Nombre del contenedor	Capacidad	Material	Medidas
	Desechos Orgánicos	20 gal- 0.075 m ³	Plástico	51.5x56.5x71.5 cm
	Desechos Ordinarios	20 gal- 0.075 m ³	Plástico	51.5x56.5x71.5 cm
	Botellas plásticas	20 gal- 0.075 m ³	Plástico	51.5x56.5x71.5 cm
	Latas de Aluminio	20 gal- 0.075 m ³	Plástico	51.5x56.5x71.5 cm
	Papel	gal-0.075 m ³	Plástico	51.5x56.5x71.5 cm

Nota: Elaboración propia

4.3.3. Contenedores para el subsistema de recogida o selección

La naturaleza del subsistema de recogida o selección exige que los contenedores sean transportables; entendiéndose que en la Facultad se generan 10.25Kg de plástico distribuidos de manera aleatoria en las estaciones de basura actual, se toma como base los 10.25 Kg lo que equivale a 0.41 m³ solo en plásticos en un día.

Dado que esa cantidad corresponde solo a un tipo de desecho, y, este diseño considera 5 tipos de desechos; se estima que se necesitaría 1 contenedor por cada área que se ha descrito en el anexo 6 pagina 148-149, eso equivale a 7 contenedores transportables con capacidad para almacenar al menos 500L de desechos, a fin de realizar la recogida 4 veces al día de acuerdo a las zonas identificadas

Respecto de los contenedores que estarían ubicados en la finca Izotal (ver anexo 12 página 153) almacenando los residuos mientras el camión recolector los retira de la Facultad o mientras son vendidos, se estimaría que tengan una capacidad de al menos 2000L, dado que el sistema de recolección de basura de la ciudad; recoge los desechos dos veces por semana. El contenedor ubicado en las afueras del taller de ingeniería industrial por estándar respondería a la misma capacidad de los anteriores.

4.4. Proyección de población estudiantil, cantidad y distancia entre los puntos de recogida.

Tabla 28: Proyección de población estudiantil, cantidad y distancia de puntos de recogida

CICLO I								
Año	Alumnos ciclo I	Kg de plástico	Tasa de Recogida en kg/ente/día	Tasa de Recogida en m3/ente/día	Densidad promedio	Cantidad de personas para llenar un contenedor de 0.059 m3	Distancia promedio entre puntos de recogida en m2	Cantidad de puntos de recogida
2022	10732	1017.17	0,0010	3,95E-05	1.3745	1494	1086,91	51
2023	11027	1076.10	0,0010	4,07E-05	1.4123	1451	1027,39	52
2024	11322	1135.03	0,0010	4,18E-05	1.4501	1412	974,05	54
2025	11617	1193.95	0,0011	4,28E-05	1.4879	1378	925,98	55
2026	11912	1252.88	0,0011	4,38E-05	1.5257	1346	882,42	56
2027	12207	1311.81	0,0011	4,48E-05	1.5635	1318	842,78	58
2028	12503	1370.74	0,0011	4,57E-05	1.6013	1292	806,55	59
2029	12798	1429.67	0,0012	4,65E-05	1.6391	1268	773,31	61
2030	13093	1488.59	0,0012	4,74E-05	1.6769	1245	742,70	62
2031	13388	1547.52	0,0012	4,82E-05	1.7147	1225	714,41	63
2032	13683	1606.45	0,0012	4,89E-05	1.7525	1206	688,21	65
2033	13978	1665.38	0,0012	4,96E-05	1.7903	1189	663,86	66
2034	14273	1724.31	0,0013	5,03E-05	1.8281	1172	641,17	68
2035	14568	1783.23	0,0013	5,10E-05	1.8659	1157	619,98	69
2036	14864	1842.16	0,0013	5,16E-05	1.9037	1143	600,15	70
2037	15159	1901.09	0,0013	5,23E-05	1.9415	1129	581,55	72
2038	15454	1960.02	0,0013	5,28E-05	1.9793	1116	564,06	73
2039	15749	2018.95	0,0013	5,34E-05	2.0171	1105	547,60	75
2040	16044	2077.87	0,0013	5,40E-05	2.0549	1093	532,07	76
2041	16339	2136.80	0,0014	5,45E-05	2.0549	1083	526,91	76
2042	16634	2195.73	0,0014	5,50E-05	2.0549	1073	522,03	76
2043	16929	2254.66	0,0014	5,55E-05	2.1683	1063	490,35	80

Nota: elaboración propia a partir de la información obtenida de Administración Académica de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador y el histórico de plásticos de (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

El aumento en los puntos de recogida corresponde si el número de recogidas para vaciado de contenedores se mantiene, esta tabla es un claro ejemplo del problema de las sociedades con la basura; sociedades en las que se aumenta los puntos de recogida pero no se concientiza sobre el reciclaje, reducción y reutilización de los residuos sólidos aptos para ello; el aumento en el número de estaciones para recolección de basura será insostenible con el aumento de la población de la Facultad, así como hoy en día los rellenos sanitarios lo son en las sociedades. Más que una simple proyección, esta tabla representa la realidad a la que la Universidad se vería expuesta sin la propuesta del diseño del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente que se muestra en el siguiente capítulo.

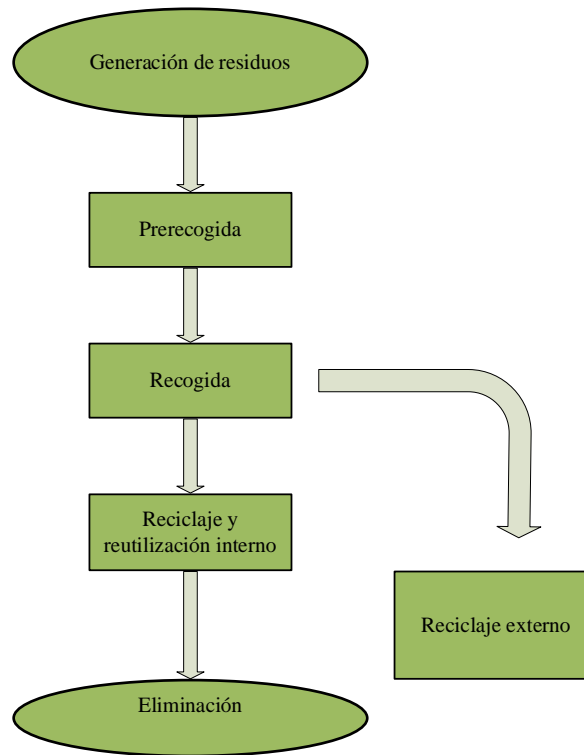
CAPITULO 5:
FUNCIONAMIENTO Y
OPERATIVIDAD DEL
SISTEMA

5. Diseño del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

El diseño de este sistema comprende 4 subsistemas que buscan la gestión óptima de los residuos sólidos al interior de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, cada subsistema trabaja de manera conjunta, en sinergia para lograr un solo sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos mediante el análisis del proceso de recolección, y la determinación de residuos aptos para aprovecharse, reducirse o reciclarse.

Para llegar a la consecución de lo planteado es necesario establecer una jerarquía, o un orden en la sucesión de acontecimientos, de acuerdo con la sucesión de los acontecimientos plantear los subsistemas que conformarán el sistema, lo anterior con el fin de abstraer y representar la realidad de manera lógica y ordenada, por lo cual se vuelve necesario presentar la organización del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador:

Ilustración 9: *Representación del sistema*



Nota: Elaboración propia

El sistema está comprendido por 4 subsistemas cada uno de ellos con una porción del objetivo que permite realizar las acciones de manera ordenada, el primer subsistema consiste en la pre recogida, y esta referido a la generación de desechos por parte de los entes que forman parte de la población en estudio, analizando el tipo de desechos, y estableciendo un sistema de clasificación para ellos; el segundo subsistema es el de recolección en donde se atiende al fraccionamiento realizado en el subsistema anterior para alimentar a los subsistemas siguientes; el tercer subsistema es el de reutilización y reciclaje interno, este como su nombre lo indica, pretende que se reutilicen aquellos residuos aptos, y procesar las latas de aluminio con la finalidad de crear una práctica de Fundición y tratamientos térmicos en el taller de Ingeniería Industrial; finalmente el subsistema de reciclaje externo pretende vender los plásticos del tipo tereftalato de polietileno y polietileno de alta densidad, constituyéndose la facultad como el primer eslabón proveedor de materia prima para las empresas que se dediquen al reciclaje de este tipo de desechos.

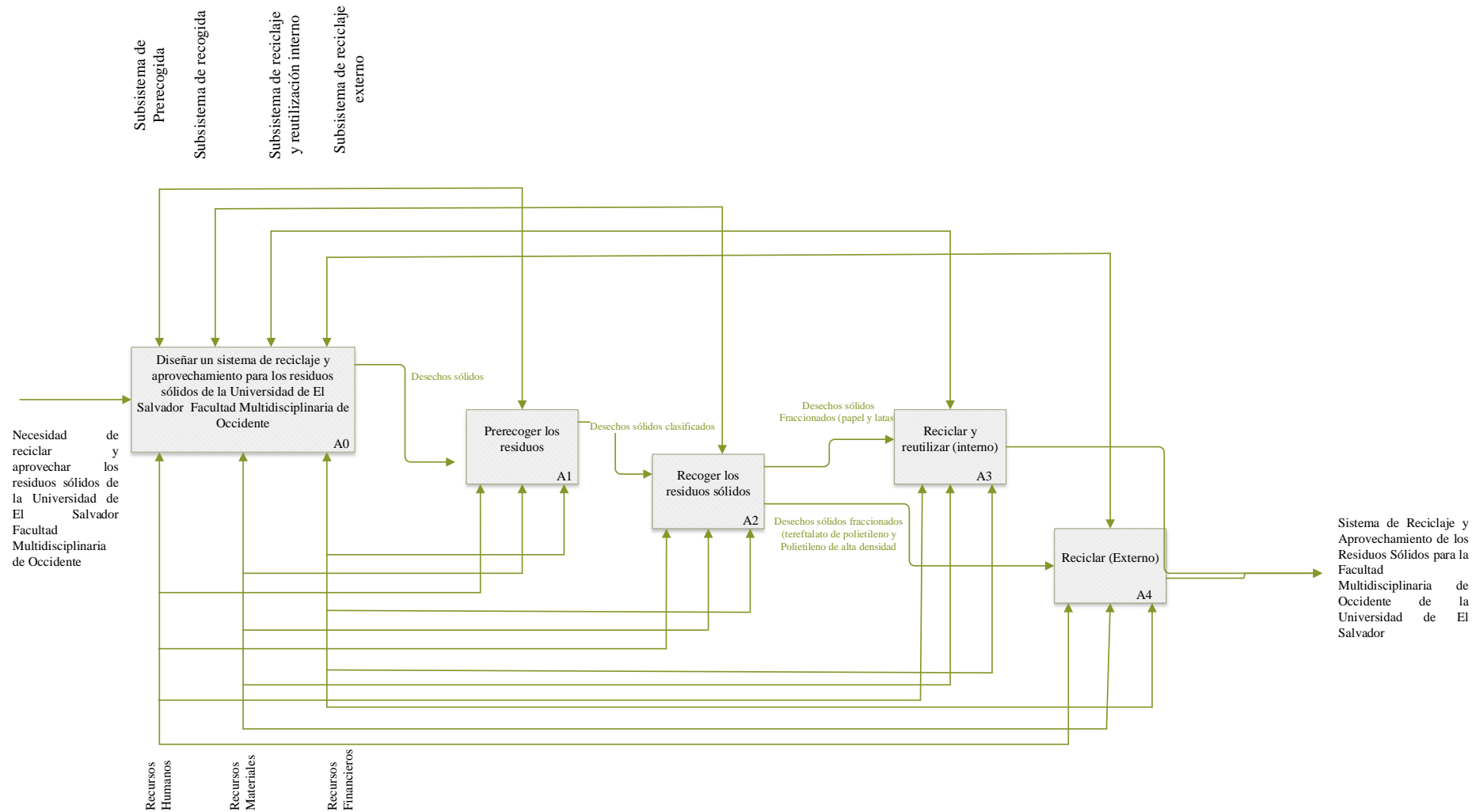
Como es visible el sistema busca acciones de reutilización, reciclaje, reducción de desechos y lo más profundo; acciones para la contribución a una economía circular, cada uno de los subsistemas es explicado a detalle en los apartados correspondientes, conociéndose su objeto, función, límites, jerarquía y el modelo de cada uno de ellos.

5.1. Modelo del sistema

La metodología utilizada para el modelaje de cada uno de los subsistemas y del sistema fue una metodología gráfica IDEF0, se presenta en el apartado de cada subsistema el modelado de las acciones y actividades del subsistema, las cuales trabajan en sinergia para el funcionamiento del sistema.

A priori se presenta el modelo del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, con el objetivo de visualizar el funcionamiento, controles, entradas, procesos, recursos y salidas que utilizara, el modelo es el que sigue:

Ilustración 10: Modelo de sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador



Nota: Elaboración propia

5.2. Subsistema de prerecogida

El subsistema de pre recogida consiste en establecer un modelo para la materialización de una disposición sostenible de residuos sólidos por parte del ente generador. Para el logro de dicha sostenibilidad se ha considerado que dicho método responda a las necesidades de entrada para cada subsistema de este sistema, de manera que permita una sinergia entre las actividades que cada uno realiza. Para poder cumplir su función este subsistema incorpora la determinación de una serie de basureros debidamente identificados, la cantidad, tipo, e identificación de dichos contenedores considera la naturaleza, composición y posibilidad de aprovechamiento, del tipo de desecho sólido que se espera el ente genere, se considera además la ubicación que dichos basureros tendrán dentro del campus.

La entrada de este subsistema se materializa cuando el ente generador del residuo debe seleccionar el basurero en el que dispondrá del desecho sólidos que acaba de generar; se le da el nombre de pre recogida debido a que si bien es cierto para el ente constituye es una acción de disposición para el sistema es una pre recogida de los residuos, dado que posteriormente los contenedores con residuos sólidos se recogerán y asignaran al subsistema de disposición que mejor se adapte al naturaleza del residuo, constituyendo así la recogida de los desechos.

Inducimos que este subsistema constituye las bases de entrada para los subsistemas siguientes, la clasificación aquí asignada para los basureros, es consecuente con los subsistemas siguientes responde a los propósitos de aprovechamiento de residuos sólidos establecidos para el sistema, busca la sostenibilidad del mismo y la oportunidad de incorporación de estrategias de contribución para promover la economía circular.

El subsistema de pre recogida incorpora un método de preselección de residuos sólidos conocido como separación de componentes, el cual tiene como objetivo establecer parámetros claros y de fácil identificación para la clasificación de los tipos de residuos sólidos generados por la población en estudio, al interior de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

Para materializar el acto de disposición este subsistema cuenta con 5 basureros, cada tipo de ellos, considera parámetros de clasificación basados en el tipo de desechos a contener, las premisas consideradas para la agrupación han sido; residuos sólidos de igual o similar naturaleza; residuos sólidos con oportunidad de aprovechamiento o reciclaje interno; residuos sólidos con oportunidad de aprovechamiento o reciclaje externo. Este subsistema conoce su límite en el momento en que el ente generador dispone del desecho sólido. Se muestra la clasificación de residuos por contenedor como sigue:

Tabla 29: *Clasificación de residuos por contenedor*

Tipo de Identificación para para contenedor	Identificación	Nombre del contenedor	Contenido esperado
Color	Verde	Desechos varios	Desperdicios de alimentos, bolsas plásticas, desechables, envoltorios, empaques, huesos, semillas, cascaras, hojas y cartón
Color	Azul	Botellas plásticas	Botellas plásticas (tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE))
Color	Gris	Latas de Aluminio	Aluminio
Color	Negro	Papel	Papel
Color	Verde	Desechos Varios	Desperdicios de alimentos, huesos, semillas, cascaras y hojas
Color	Celeste	Bolsas y Empaques	bolsas plásticas, desechables, envoltorios, empaques y cartón
Color	Azul	Botellas plásticas	Botellas plásticas (tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE))
Color	Gris	Latas de Aluminio	Aluminio
Color	Negro	Papel	Papel

Nota: Elaboración propia.

5.2.1. Jerarquía del subsistema de prerecogida

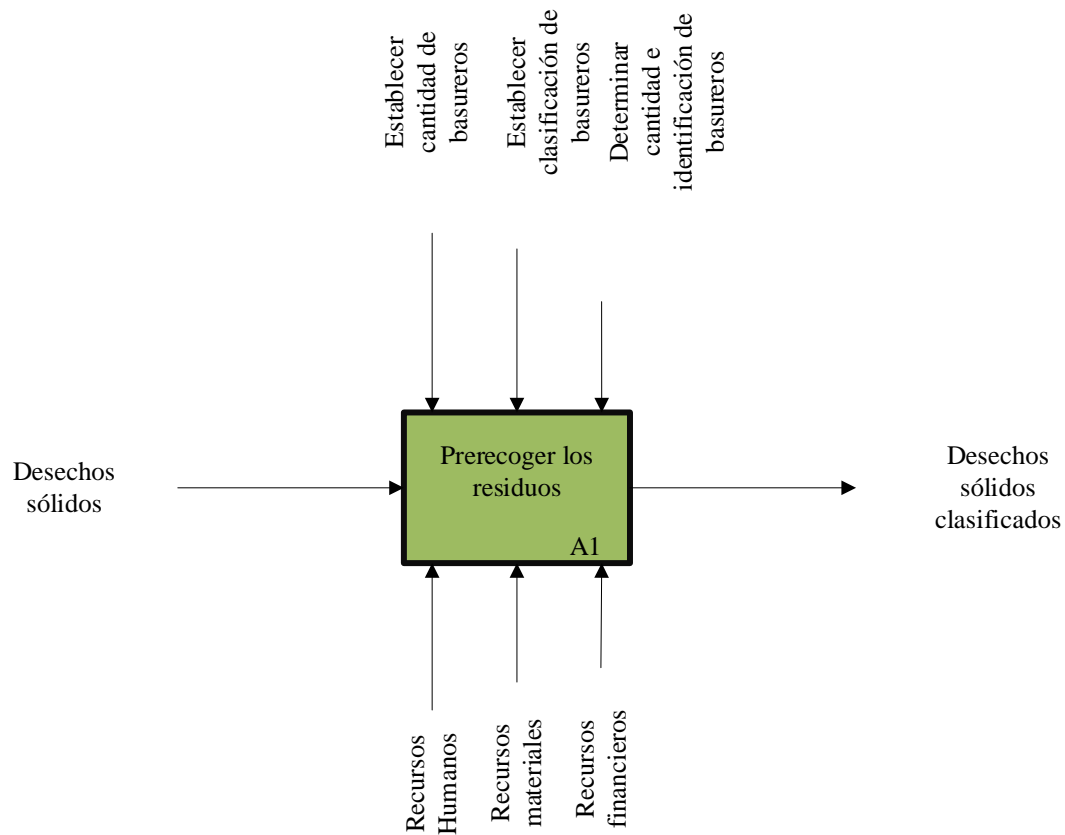
La escala de orden en que se desarrollan los sucesos esperados en este subsistema considera al ente generador de desechos sólidos como el sustento que da origen al establecimiento de los procesos en este sistema establecido, se conoce entonces la jerarquía de este subsistema como sigue:

1. Generación de desechos sólidos
2. Determinación de la cantidad de basureros necesarios
3. Identificación de los diferentes basureros de acuerdo al tipo de desecho a contener.
4. Ubicación de los diferentes basureros
5. Elección del contenedor que responde a la naturaleza del desecho solido generado

5.2.2. Modelo del subsistema de prerecogida

El modelo de esquematización grafica del subsistema de recogida, muestra los procesos a seguir para definir como el ente generador debe pre seleccionar el basurero en el que dispondrá sus residuos, el método de ordenación utilizado para establecer el orden de los procesos es el método de ordenación por burbuja, se presenta el modelo gráfico del subsistema de pre recogida o preselección como sigue:

Ilustración 11: *Modelo del subsistema de prerecogida*



Nota: Elaboración propia.

5.2.3. Ubicación de basureros en el campus de la Facultad

Es necesario segmentar las áreas en las que según el levantamiento topográfico de (Hernández & Mata, 2010) se encuentra dividida la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, de estas áreas se segmentarán las zonas en las que se encontrará organizada la facultad, cada área contará con un total de 7 estaciones, cada estación tendrá asignada una zona, es decir se tendrá una estación por cada zona, la tabla de segmentación de zonas se muestra:

Tabla 30: Descripción de áreas A y B para ubicación de basureros

Nombre del área	Nombre de la zona	Construcción comprendida	Distancia media entre puntos de recogida	Área cubierta
Área Construida con una dimensión de 9,686.94 m² ; código de área "A"	A01	Edificio de usos múltiples nivel 1	1.383,84857	1.383,849
	A02	Edificio de usos múltiples nivel 2	1.383,84857	2.767,697
	A03	Edificio de usos múltiples nivel 3	1.383,84857	4.151,546
	A04	Edificio de Ciencias de Salud nivel 1	1.383,84857	5.535,394
	A05	Edificio de ciencias de la Salud nivel 2	1.383,84857	6.919,243
	A06	Edificio de ciencias económicas nivel 1	1.383,84857	8.303,091
	A07	Edificio de ciencias económicas nivel 2	1.383,84857	9.686,94
Área recreativa con una dimensión total de 9,510.45 m²; código de área "B"	B01	Quiosco cercano al aula A12	1.358,6357	1.358,6357
	B02	Quiosco cercano a entrada vehicular	1.358,6357	2.717,2714
	B03	Amueblado fijo cercano al aula A10	1.358,6357	4.075,9071
	B04	Amueblado fijo tras edificio de jóvenes talento	1.358,6357	5.434,5429
	B05	Amueblado fijo cercano al edificio de ciencias de la salud	1.358,6357	6.793,1786
	B06	Amueblado fijo cercano al aula A3	1.358,6357	8.151,8143
	B07	Amueblado fijo tras aula A8	1.358,6357	9.510,45

Nota: Elaboración propia.

Tabla 31: Descripción de áreas D, E y F para ubicación de basureros

Nombre del área	Nombre de la zona	Construcción comprendida	Distancia media entre puntos de recogida	Área cubierta
Áreas con sistema de riego y podado recurrente con una dimensión total de 8,117.54m²; código de área "D"	D01	Jardín cercano al edificio de usos múltiples	1159,648571	1159,648571
	D02	Cercanías vivero	1159,648571	2319,297143
	D03	Jardín cercano a las aulas A12, A11 y A4	1159,648571	3478,945714
	D04	Jardín cercano al aula A4	1159,648571	4638,594286
	D05	Jardín cercano clínica de la salud bucal	1159,648571	5798,242857
	D06	Jardín cercano a Administración Académica	1159,648571	6957,891429
	D07	Cercanías Auditorium	1159,648571	8117,54
Área verde con una dimensión total de 5686.19m²; Código de área "E"	E01	Zona verde tras local de AESIA	812,3128571	812,3128571
	E02	Zona verde cercana al departamento de física	812,3128571	1624,625714
	E03	Zona verde tras el auditorium	812,3128571	2436,938571
	E04	Zona verde tras edificio Búnker	812,3128571	3249,251429
	E05	Zona verde tras edificio de Ciencias de la salud	812,3128571	4061,564286
	E06	Zona verde tras Departamento de Deportes y Recreación	812,3128571	4873,877143
	E07	Zona trasera del edificio de Ciencias Económicas	812,3128571	5686,19
Área boscosa con una dimensión total de 5,111.91m²; Código de área "F"	F01	Zona trasera de los baños, cercanías aula A6	730,2728571	730,2728571
	F02	Zona trasera de aula A7	730,2728571	1460,545714
	F03	Laboratorios de biología	730,2728571	2190,818571
	F04	Zona frontal al edificio Búnker	730,2728571	2921,091429
	F05	Aulas A12	730,2728571	3651,364286
	F06	Aulas A1	730,2728571	4381,637143
	F07	Departamento de Ciencias Jurídicas	730,2728571	5111,91

Nota: Elaboración propia

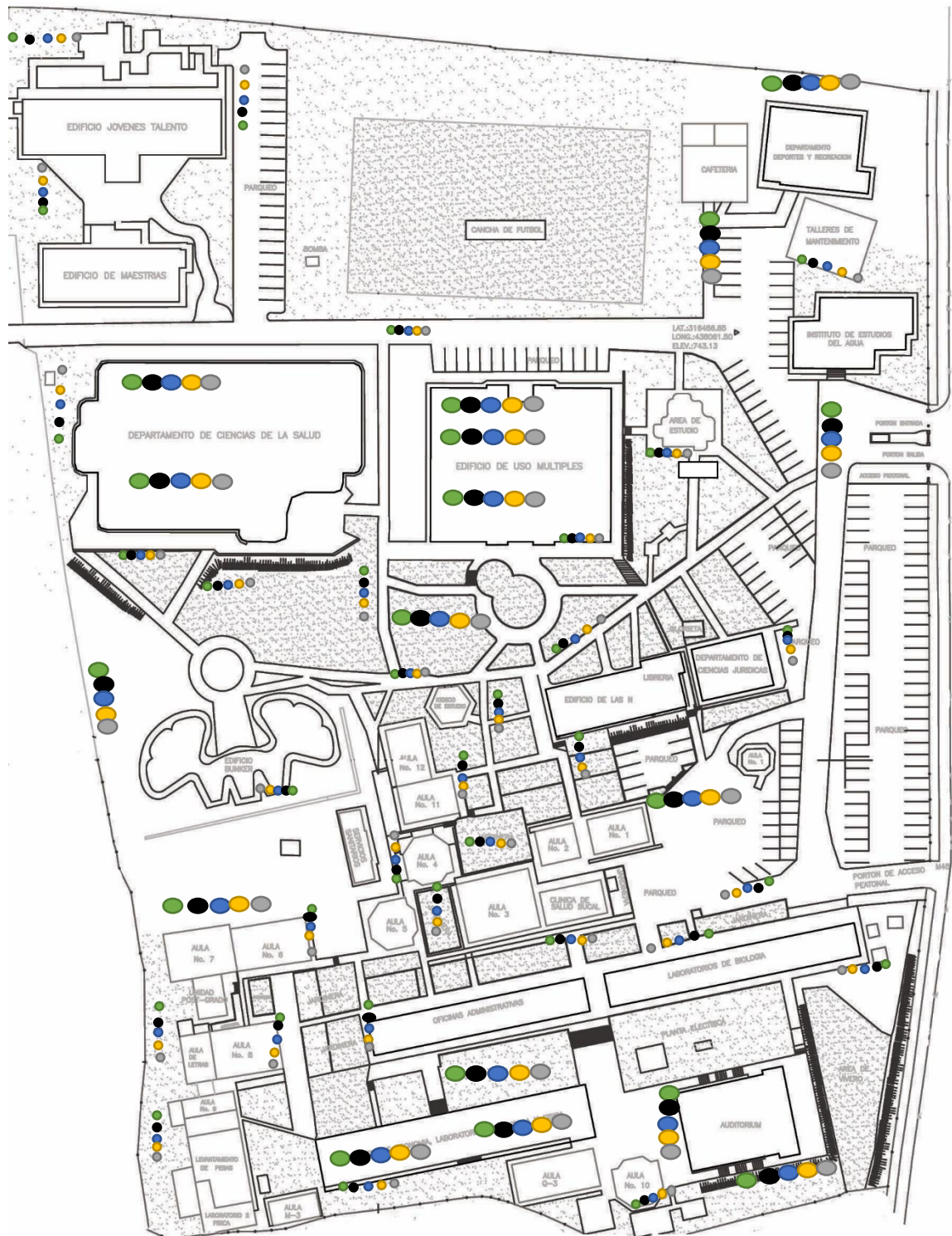
Tabla 32: Descripción de áreas G y H para ubicación de basureros

Nombre del área	Nombre de la zona	Construcción comprendida	Distancia media entre puntos de recogida	Área cubierta
Área pavimentada con una dimensión total de 8,297.75m²; Código de área "G"	G01	Zona de parqueo tras edificio N	1185,392857	1185,392857
	G02	Entrada peatonal	1185,392857	2370,785714
	G03	Zona del taller de Ingeniería Industrial	1185,392857	3556,178571
	G04	Zona de Cafetín	1185,392857	4741,571429
	G05	Parqueo frente a cancha de futbol, tras edificio de usos múltiples	1185,392857	5926,964286
	G06	Parqueo frente a edificio de jóvenes talento	1185,392857	7112,357143
	G07	Parqueo frente a edificio de postgrados	1185,392857	8297,75
Área sin pavimento con una dimensión total de 5,774.77m²; Código de área "H"	H01	Afuera del edificio de usos múltiples	824,9671429	824,9671429
	H02	Cercanías de entrada vehicular	824,9671429	1649,934286
	H03	Frente a edificio N	824,9671429	2474,901429
	H04	Frente aula A6	824,9671429	3299,868571
	H05	Frente aula A8	824,9671429	4124,835714
	H06	Afuera del edificio de ciencias de la Salud	824,9671429	4949,802857
	H07	Entre aulas A4 Y A5	824,9671429	5774,77

Nota: Elaboración propia

La información contenida en las tablas antecedentes puede representarse también en el plano de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, por lo que se simboliza cada estación en el plano de planta como sigue:

Ilustración 12: *Distribución de estaciones de basura*



Nota: Elaboración propia de ubicación de estaciones de basura.
Elaboración del mapa de la Facultad por estudiantes de arquitectura.

5.3. Subsistema de recogida

El subsistema de recogida consiste en la recolección de los desechos sólidos que están almacenados temporalmente en los basureros esparcidos por el campus, dichos basureros responden a un grado de separación de desechos sólidos establecido en el subsistema de pre recogida, el método que utiliza el subsistema de recogida es el método de grado de fraccionamiento en el origen, dado que atiende la separación establecida en el subsistema de recogida

Distinguimos entonces de dos momentos, cada uno de ellos atienden a un término y sub sistema diferente, la preselección atiende al acto que realiza el ente generador al escoger un contenedor para disponer de los residuos, y la selección constituye el acto organizado por parte del recurso humano interno del sistema de recolectar los contenedores de residuos sólidos.

Para realizar el proceso de recogida se necesita de contenedores móviles en los que se vierten los residuos de los basureros estacionarios que están esparcidos por el campus, de acuerdo a lo dispuesto en el subsistema de pre recogida, los contenedores móviles son trasladados de al almacenamiento temporal o taller de Ingeniería Industrial según sea el caso.

Este subsistema conoce su límites en el momento en que los contenedores móviles de desechos sólidos, según la clasificación del subsistema de pre recogida, son vertidos de acuerdo con la distribución; botellas plásticas, papel, desechos orgánicos y desechos varios son vertidos en los contenedores industriales que poseen la misma clasificación ubicados en el almacenamiento temporal, el cual se encuentra ubicado en la finca Izotal, y, el contenedor móvil de latas de aluminio es vertido en el contenedor estacionario, ubicado en las afueras del taller de ingeniería industrial.

El volumen de desechos varios y desechos orgánicos es retirado por el tren de aseo de la Municipalidad, en el caso de los contenedores de botellas plásticas y papel son las entradas para el subsistema de reciclaje externo; y las latas son la entrada para el subsistema de reciclaje interno, de allí la necesidad que el contenedor estacionario se ubique en las afueras del taller de ingeniería industrial.

5.3.1. Jerarquía del subsistema de recogida

La jerarquía que se establece en el subsistema de preselección o recogida, está basada en recopilar y repartir o encaminar los desechos sólidos hasta su entrada al próximo subsistema de manera que se logre la sinergia con los subsistemas siguientes y anterior a este, permitiendo así la funcionalidad del sistema de manera integral, se presenta la jerarquía como sigue:

1. Asignar zonas y coordinadores de área
2. Verter los desechos sólidos en contenedores con clasificación idéntica a la del subsistema de preselección
3. Trasladar los desechos sólidos hasta el almacenamiento temporal o el taller de ingeniería industrial según sea el caso
4. Verter los desechos sólidos en contenedores industriales con clasificación idéntica a la del subsistema de preselección ubicados en el almacenamiento temporal o en el taller de ingeniería industrial según sea el caso.
5. Pesaje de desechos sólidos

5.3.2. Proceso de recolección y traslado de residuos

Como se estableció los contenedores móviles necesarios para abastecer este sub sistema son 7; cada uno con una capacidad para transportar un volumen de 500L, mientras que en atención al anexo 12 página 153 se necesita de 5 contenedores estacionarios con capacidad de 2,00L para almacenar los residuos sólidos hasta que sean incorporados al subsistema correspondiente o retirados por el tren de aseo de la municipalidad, según sea en caso.

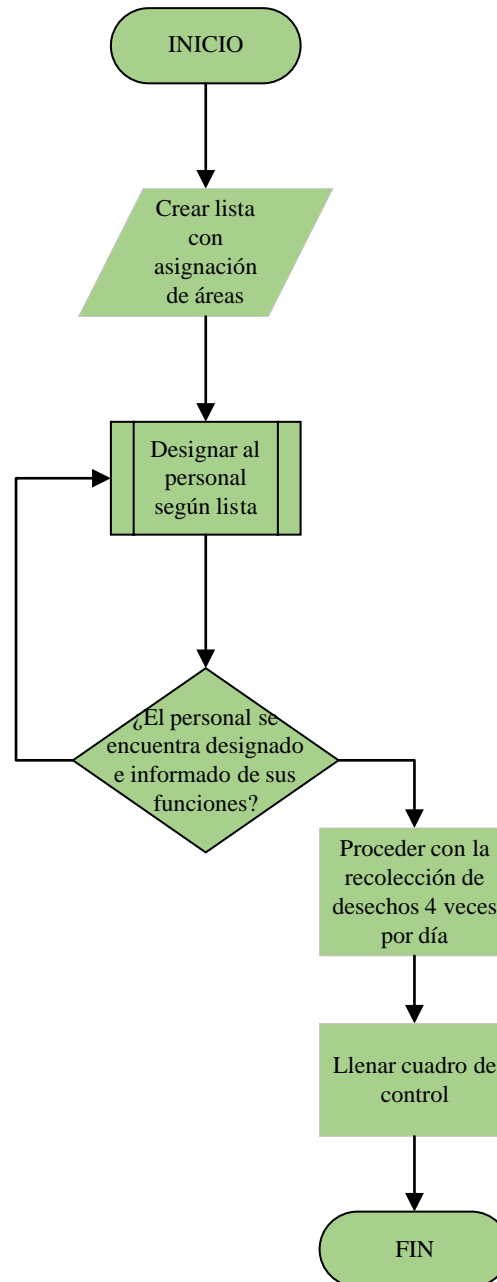
El proceso a realizar para la recogida es sencillo y es necesario que se realice al menos 4 veces por día en todos los puntos, a fin de evitar saturación de basura, se recomiendan los horarios que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 33: *Horarios de recogida*

1ª RECOGIDA	2ª RECOGIDA	3ª RECOGIDA	4ª RECOGIDA
8:00 am	11:00 am	2:00 pm	4:00 pm

Se muestra mediante el siguiente flujograma que resume el proceso de organización para este subsistema:

Ilustración 13: *Flujograma del subsistema de recogida*



Nota: Elaboración propia

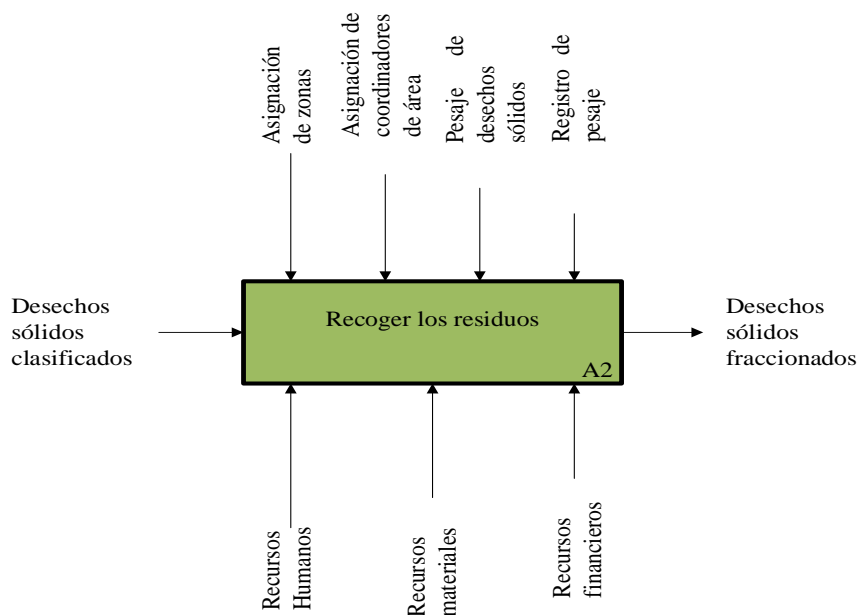
Para un mejor control estadístico y datos que permitan llevar indicadores de capacidad del Sistema, es necesario que se pese la basura, por ello deberán existir dos personas

designadas a recibir la basura cuando está siendo llevada a los contenedores y pesarla, esto permitirá a la Unidad de Medio Ambiente medir el funcionamiento del sistema y prevenir riesgos en el desempeño del mismo. El proceso operativo requiere que el personal se encuentre informado sobre sus funciones las cuales son:

- ✓ Quitar la bolsa que recubre el basurero y colocarla en el contenedor móvil para traslado de residuos
- ✓ Colocar una nueva bolsa a los contenedores de acuerdo al color del contenedor
- ✓ Trasladar los residuos hacia los contenedores fijos
- ✓ Llenar formulario que se encuentra en el anexo 13 página 154
- ✓ Trasladar el formulario a su jefe inmediato quien deberá trasladarlo a la Unidad de Medio Ambiente.

5.3.3. Modelo del subsistema de recogida

Ilustración 14: *Modelo del subsistema de recogida*



Nota: Elaboración propia.

5.4. Subsistema de reciclaje y reutilización interno

El subsistema de reciclaje y reutilización interno consiste en una nueva área de fundición y tratamientos térmicos que apoye de manera práctica los contenidos de la materia Tecnología industrial III de la carrera de Ingeniería Industrial, los fines que persigue el reciclaje interno no solo responden a una contribución al aprendizaje, sino también al concepto de economía circular y sus amplios beneficios y contribuciones para el desarrollo sostenible de una sociedad, ya que llevando a cabo prácticas con latas de aluminio se estaría aprovechando este residuo.

El proceso de reciclaje interno es el descrito en el capítulo IV apartado 4.3.

5.4.1. Formas de reutilizar el papel

Existen diversas formas de reutilizar el papel, desde manualidades hasta la creación de prototipos de vestimenta, sin embargo, estos usos en el escenario planteado se vuelven circunstanciales y a discreción del usuario, para los efectos que persigue este trabajo de investigación se ha identificado una oportunidad de reutilización del papel en los departamentos y oficinas administrativas que conforman la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

El mecanismo consiste en contar en cada oficina con un depósito debidamente identificado para contener papel que ha sido utilizado únicamente en una cara de la hoja, y que cumplida su función en el ciclo actual se desecharía, pero en el ciclo propuesto se dispone en el depósito mencionado para que pueda ser utilizada la otra cara del papel, alargando la vida útil de este insumo y teniendo importantes ahorros; este mecanismo de reutilización sería procedente en aquellos casos en los que la naturaleza de la confidencialidad de los documentos lo permita.

Una vez utilizado el papel por ambas caras puede considerarse como un desecho sólido apto para su disposición de acuerdo al subsistema de prerrecogida o preselección, incorporándose y acoplándose de manera natural y sin ningún inconveniente al Sistema de Reciclaje y Aprovechamiento de Residuos Sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

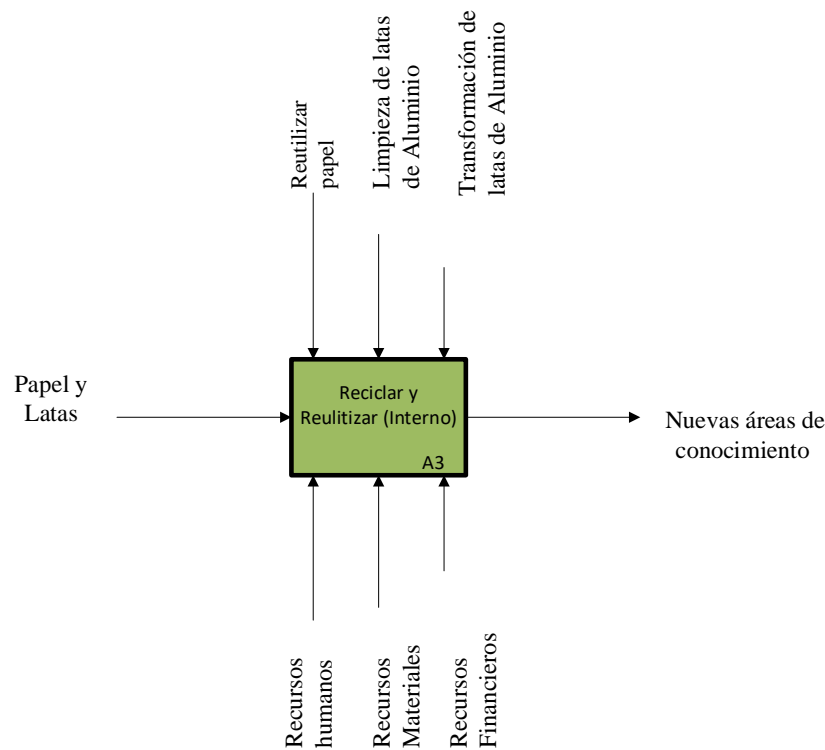
5.4.2. Jerarquía del subsistema de reciclaje y reutilización interno

La jerarquía que sigue el subsistema de reciclaje y reutilización es una jerarquía que responde al orden establecido por la estrategia de las 3R en las que antes de reciclaje se considera la reutilización, dado que el proceso de reutilización en este caso no requiere del uso de recursos que puedan afectar al medio ambiente; no así el reciclaje en el que, lo que se proyecta es reducir el impacto de los desechos sólidos en el medio ambiente. La jerarquía de este subsistema se describe como sigue:

1. Reutilización de papel
2. Limpieza de latas de aluminio
3. Transformación de latas de aluminio para nueva área de fundición y tratamientos térmicos.

5.4.3. Modelo de reciclaje y reutilización interno

Ilustración 15: *Modelo de reciclaje de reutilización interno*



Nota: Elaboración propia.

5.5. Subsistema de reciclaje externo

El subsistema de reciclaje externo consiste en la venta de desechos procedentes de las botellas de tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad y el papel que ya ha sido reutilizado en las oficinas del campus o que la población en estudio haya decidido desechar, de esta forma aunque al interior de las instalaciones no se puedan aprovechar o reciclar, ubicarían a la Facultad, dentro del primer eslabón para prolongar la vida útil de este tipo de desechos y de esta forma generar acciones que contribuyan a promover la economía circular.

El propósito de este subsistema es establecer la forma en que se dispondrán los mencionados desechos, la línea que señala el límite de este subsistema nace, en el momento en que se materializa la venta de los mencionados residuos, es decir cuando son retirados por el comprador de las instalaciones del Campus Universitario.

El diseño de este subsistema considera recursos humanos, tanto como entes generadores de los desechos, así como entes ejecutores de los procesos que ayuden a cumplir el propósito que este persigue, de igual forma debe contar con recursos tecnológicos que ayuden a enlazar las acciones de planificación del proceso, y recursos materiales como lo son los contenedores de desechos.

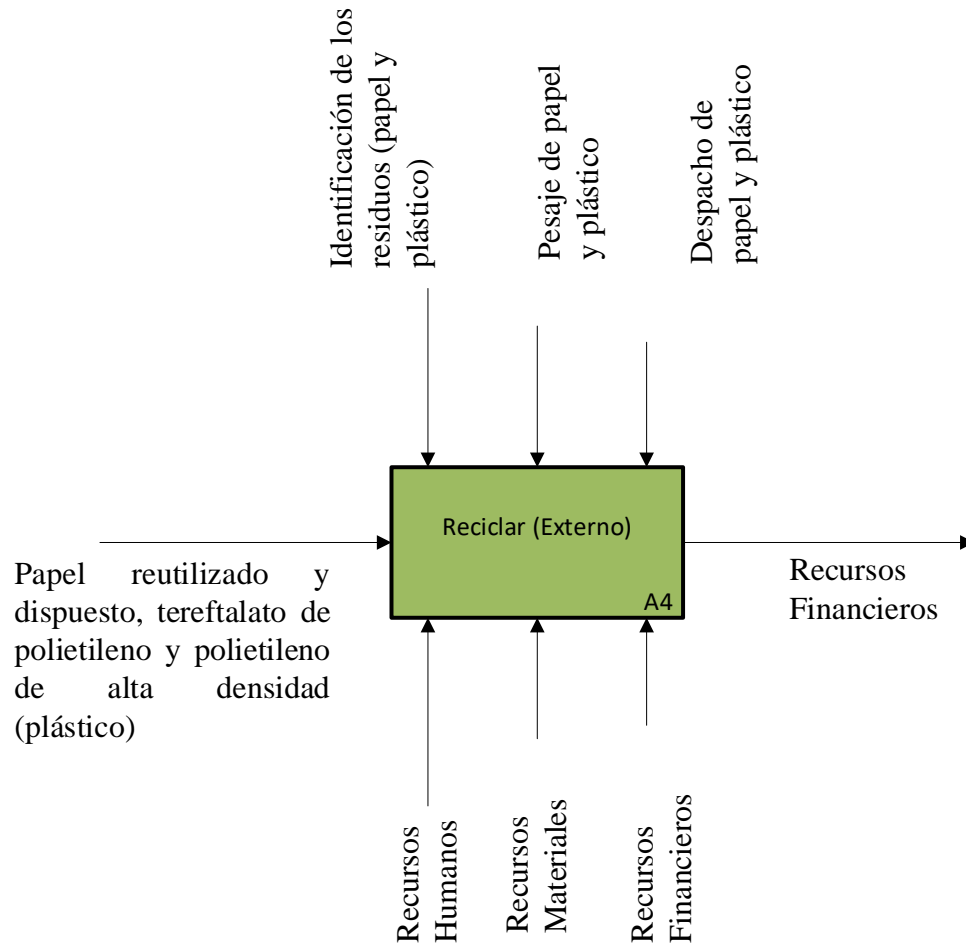
5.5.1. Jerarquía del subsistema de reciclaje externo

La escala de orden que responde a las necesidades de este subsistema se basa en la abstracción de la naturaleza del proceso necesario para poder darle la disposición deseada al tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad y el papel que ya ha sido reutilizado en las oficinas del campus o que la población en estudio ha decidido desechar, se presenta la jerarquía como sigue:

1. Identificación de los residuos de tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad y papel dispuesto.
2. Pesa de tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad y papel dispuesto
3. Despacho de tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad y papel dispuesto.

5.5.2. Modelo del subsistema de reciclaje externo

Ilustración 16: *Modelo del subsistema de reciclaje externo*



Nota: Elaboración propia.

5.6. Seguimiento para el sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

Para darle al sistema una métrica que permita evaluar y dar seguimiento, de tal manera que se obtengan datos para la prevención de riesgos y toma de decisiones, se han diseñado indicadores clave de desempeño para cada uno de los subsistemas, estos indicadores responden a la naturaleza de la función que desempeña cada uno de los subsistemas en cuestión. Se muestra el detalle de cada uno de los indicadores iniciando en el tema 1.6.1 y finalizando en el tema 1.6.3

5.6.1. Indicadores clave de desempeño subsistema de prerecogida

El indicador clave de desempeño correspondiente al subsistema de pre recogida, corresponde al Grado de fraccionamiento en el origen (GRO); el cual, pretende medir el éxito de este subsistema, mediante la asociación de recuperación de residuos desechados en los basureros, de acuerdo a la clasificación para la que fueron diseñados, es decir recuperar del basurero de plásticos todos los plásticos que se encuentren dentro de los desechos generados, sería al ideal de este indicador, mientras que encontrar plástico en los contenedores de latas, o cualquier otro de los 3 fraccionamientos restantes, significaría una disminución en el éxito de este subsistema.

Es necesario calcular un indicador para cada una de las clasificaciones hechas en este subsistema, y posteriormente sacar un promedio de los resultados, el cual finalmente reflejará el funcionamiento y lleva por nombre grado de calidad de la recuperación (GCR), la fórmula para estos indicadores se presenta como sigue:

Tabla 34: *Indicadores clave de desempeño del subsistema de prerecogida*

Nombre del indicador	Abreviación	Formula
Grado de Fraccionamiento en el origen de desechos orgánicos	GROorg	$\frac{\text{peso bruto desechos organicos recogidos en el basurero}}{\text{peso desechos organicos en total}}$
Grado de Fraccionamiento en el origen de desechos ordinarios	GROord	$\frac{\text{peso bruto desechos ordinarios recogidos en el basurero}}{\text{peso desechos ordinarios en total}}$
Grado de Fraccionamiento en el origen de botellas plásticas	GRObp	$\frac{\text{peso bruto de botellas plásticas recogidas en el basurero}}{\text{peso de botellas plásticas en total}}$
Grado de Fraccionamiento en el origen de Aluminio	GROAl	$\frac{\text{peso bruto aluminio recogido en basurero}}{\text{peso de aluminio en total}}$
Grado de Fraccionamiento en el origen de papel	GROpl	$\frac{\text{peso bruto de papel recogido en el basurero}}{\text{peso de papel recogio en total}}$

Nota: Conceptualización extraída de (Márquez-Benavides, 2011)

$$GCR = \frac{GROorg + GROord + GRObp + GROAl + GROpl}{5}$$

Estos indicadores se ven fuertemente influenciados por la participación de la población en estudio, y su actitud frente al fraccionamiento estipulado de los desechos sólidos, también pueden influir en menor manera las distancias entre cada una de las estaciones de disposición.

5.6.2. Indicadores clave de desempeño subsistema de recogida

Para el subsistema de recogida el indicador clave de desempeño lleva el nombre de eficiencia de recogida (ER) y esta referido a la eficiencia con la que se realice cada una de las recogidas programadas, la cual se medirá en función del tiempo empleado para cada una de ellas y el peso de residuos que haya sido transportado, para ello será necesario completar el formato propuesto en el anexo 13 pagina 154, y con los datos del mismo rellenar los campos en la siguiente formula:

$$ER = \frac{\text{promedio de residuos solidos recogido (Kg)}}{\text{promedio de tiempo empleado en la recogida}}$$

5.6.3. Indicadores clave de desempeño subsistema de reciclaje y reutilización interno y externo

En esta oportunidad se medirá el grado de participación de las latas de aluminio, el papel y plástico en el total de desechos generados, construir un histórico de generación de aluminio, papel y plástico permitirá evaluar el impacto de las campañas de sensibilización más adelante propuestas, dado que si la generación de estos disminuye las campañas estarían teniendo un impacto positivo, el indicador que nos ayudara a construir este histórico se denomina grado de participación y se tendría uno por cada uno de los tipos de desechos arriba mencionados, la formula se describe así:

Tabla 35: Indicadores clave de desempeño reciclaje y reutilización interno y externo

Nombre del indicador	Abreviación	Formula
Grado de participación del Aluminio	GPA	$\frac{\text{peso bruto de aluminio}}{\text{peso total de los residuos solidos}}$
Grado de participación del papel	GPP	$\frac{\text{peso bruto del papel}}{\text{peso total de los residuos solidos}}$
Grado de participación del plástico	GRPAO	$\frac{\text{peso bruto del plástico}}{\text{peso total de los residuos solidos}}$

Nota: Conceptualización extraída de (Márquez-Benavides, 2011)

Estos indicadores cuentan con la particularidad de su reducción en el tiempo, es decir mientras más bajo sea su porcentaje, mayor impacto positivo tendrían las campañas de sensibilización y en sinergia con ellas el sistema diseñado.

5.6.4. Beneficios y beneficiados

Los beneficios que este sistema ofrece recogen una amplia gama de ejes de acción, desde la aplicación de la estrategia de las tres R, hasta la implementación de acciones contribuyentes a una economía circular, de manera directa e inmediata podemos afirmar que los beneficiarios son los docentes, personal administrativo, personal de mantenimiento y estudiantes de la facultad, pero siendo el medio ambiente un recurso común entre una población, podemos decir que la ciudad completa se ve beneficiada, dado que reducir, reciclar y reutilizar constituye una estrategia de sostenibilidad ambiental para una región en concordancia con la prolongación de la vida útil de los residuos, eje de acción considerado dentro de este sistema, como uno de los principales medios para gestionar los residuos sólidos generados.

A nivel cultural consolida una acción de mejora, dentro de una población potencialmente formada para constituir el motor de una sociedad entera, de manera que mejorar las condiciones y aportar a la cultura de profesionales en formación tiene alcances inmensurables, dentro de la sostenibilidad ambiental de una sociedad.

Los beneficios que el diseño de este sistema supone alcanzan dimensiones relacionadas con el desarrollo sostenible, pues el modelo de explotación insostenible de los recursos naturales que caracterizo a las primeras etapas del desarrollo industrial ha empezado a entrar en crisis, esto obliga un cambio al que el diseño de este sistema está adaptado el cual es la gestión de los residuos, apoyando la noción de que la correcta gestión, reciclaje y aprovechamiento de los residuos constituye un nuevo eje en que en desarrollo y el medio ambiente se encuentren en armonía, es decir un desarrollo sostenible. Es este el mayor de los beneficios que ofrece el desarrollo del sistema propuesto en este trabajo, sentar las bases y reafirmar el compromiso que esta casa de estudios tiene con el desarrollo sostenible e integro de la nación.

5.7. Campaña de sensibilización

Es importante impregnar en el estudiante o futuro estudiante, el concepto de gestión de residuos, mediante la reducción, reutilización y reciclaje de los mismos, a fin de crear conciencia sobre el deterioro del medio ambiente, y el importante papel que los residuos sólidos juegan en la generación de energía, a partir de los mismos.

Educar a una población sobre un tema que poco realce tiene en la sociedad no es una tarea fácil, por lo tanto, se necesita de una serie de acciones que construyan el camino hacia una sociedad que se haga responsable de los desechos que genera, no solo porque un letrado lo dice, sino porque posee la conciencia, la convicción y la visión de un desarrollo sostenible, para ello se ha pensado en una serie de ejes de acción, encaminados a la construcción de las características mencionadas, y a la promoción de una mejora continua del sistema propuesto, conocemos los ejes de acción en el apartado que sigue.

5.7.1. Ejes de acción

Los ejes de acción para entrar en sintonía con los indicadores claves de desempeño de este sistema, deben considerar los recursos técnicos, tecnológicos y de talento humano de los que la Facultad dispone, por ello se ha determinado una serie de acciones constituyentes de ejes de acción y mejora para este sistema, los cuales se presentan como sigue:

- ✓ Crear un curso de educación ambiental dirigido a todos los estudiantes y potenciales estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, el curso deberá ser diseñado por los estudiantes de la maestría en gestión ambiental que deseen hacer su servicio social por este medio, impartiendo las clases como parte del curso propedéutico introductorio que se da a los estudiantes que desean estudiar en la mencionada Facultad.
- ✓ Diseñar campañas actualizadas de concientización, las cuales pueden ser boletines informativos colgados en el Aula Virtual de la Facultad, a disposición de todos los estudiantes activos, con pequeñas evaluaciones divididas en 10 módulos, aprobados los 10 módulos serán acreedor de un diploma como “Gestor ambiental”.

5.7.2. Arte de campaña: a presentarse en cada estación de desechos

El 80% de la información que le llega al cerebro entra por la vista, por ello para hacer atractivo un concepto hace falta diseñarlo, elaborarlo y materializarlo, es entonces cuando nace la oportunidad de generar un arte que ayude a concientizar sobre la importancia de gestionar los residuos sólidos. Los principales mensajes a exponer se en listan como sigue:

- ✓ América latina y el caribe poseen las mayores reservas de tierra cultivable del mundo.
- ✓ La región latinoamericana contiene un 40% de las especies vegetales ya animales del planeta.
- ✓ El deterioro del medio ambiente causa 13 millones de muertos anuales en todo el mundo.
- ✓ El 40% de la población mundial ya tiene problemas de escasez de agua.
- ✓ Los océanos absorben más del 90% del exceso de calor por los gases de efecto invernadero.
- ✓ La cantidad de calor que hemos puesto en los océanos del mundo en los últimos 25 años equivale a 3,600 millones de explosiones de bombas atómicas de Hiroshima.
- ✓ Cada año cerca de 8 millones de toneladas de plástico entran en los océanos del mundo.
- ✓ 1.5 millones de animales mueren al año por plásticos en los océanos.

Para cada uno de estos puntos se ha diseñado un arte específico, el cual estará presente en cada una de las estaciones de pre recogida según el diseño del sistema, dichos artes se encuentran en el anexo 14 páginas 156-163.

5.8. Medidas preventivas para los riesgos del personal de limpieza por recogida de residuos sólidos

En esta oportunidad se presentan las acciones que el personal de limpieza debe considerar al momento de realizar sus actividades de recogida, a fin de establecer medidas preventivas que ayuden a disminuir los riesgos derivados de las actividades que se realizan.

Debido a la naturaleza de sus actividades existe una serie de precauciones específicas que deben considerarse las cuales son:

- ✓ No introducir las manos en los basureros, para vaciar los mismos, volcarlos en la bolsa, del contenedor móvil o retirar la bolsa del basurero, tomándola por los extremos que recubren el borde del basurero, y posteriormente amarrar la bolsa y colocarla en el contenedor móvil.
- ✓ Ante cualquier accidente o incidente, de corte o pinchazo, efectuar un lavado inmediatamente con agua y comunicarlo al superior jerárquico.
- ✓ Se recomienda no comer ni beber cuando se están realizando las labores de recogida.
- ✓ En caso de tener heridas por pequeñas que estas sean protegerlas antes de iniciar el proceso de recolección.
- ✓ Lavarse las manos antes y después de las tareas.

Atendiendo a las actividades generales que se desarrollan, se presenta una tabla con la identificación de los riesgos y sus medidas preventivas como sigue:

Tabla 36: *Medidas preventivas para el personal de mantenimiento*

Riesgos	Medidas preventivas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo ✓ Caídas al mismo nivel por resbalones debido a los diferentes tipos de suelos ya sean resbaladizos, irregulares o por la existencia de desniveles en los mismos ✓ Golpes y atrapamientos con pupitres, escritorios, o con los implementos de limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No correr al desplazarse por zonas de tránsito, escaleras o vías de circulación. ✓ Evitar pisar zonas de jardinería o resbaladizas ✓ Barrer siempre en el sentido de avance para detectar obstáculos o dificultades, en el caso de las escaleras, bajar siempre los peldaños en el sentido de descenso, a fin de evitar que cualquier agente rebote en su persona. ✓ Utilizar siempre el equipo de protección, guantes, calzado de seguridad y chalecos de protección e identificación.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manipulación manual de cargas y posturas forzadas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para el transporte de cargas, identificar que se disponga de espacio suficiente para el manejo de la misma. ✓ Identificar que el recorrido es libre de obstáculos. ✓ Acercarse a la carga lo máximo posible, considerando su seguridad, asegurar un buen apoyo de los pies y situarlos ligeramente separados, agacharse flexionando las rodillas y manteniendo la espalda recta, de esta forma movilizará la carga con los músculos de las piernas y no con la espalda. ✓ Durante la movilización de cargas, evitar movimientos bruscos, en especial los giros, en su lugar mover los pies. ✓ Al barrer mantener la escoba lo más cerca posible de los pies y efectuar los movimientos solo con los brazos, evitando seguirlos con la cintura. ✓ Utilizar guantes, calzado de seguridad y chalecos de protección e identificación.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estrés térmico por la exposición al sol, calambres y agotamiento, debido a la acumulación excesiva de calor en el cuerpo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar la exposición solar directa sobre la cabeza y cuerpo. ✓ Beber agua o bebidas hidratantes con frecuencia. ✓ Evitar la ingestión de alcohol, café o bebidas con cafeína. ✓ Evitar las tareas de mayor esfuerzo físico en horario de máxima carga solar

Nota: Elaboración propia

El personal de limpieza deberá llevar además su equipo de protección individual el cual consta de guantes, zapatos de seguridad y chalecos protectores e identificadores, dichos chalecos deberán ser de color verde fluorescente. El artículo 38 de la Ley de prevención de riesgos en los lugares de trabajo asigna al trabajador la obligación de cumplir con las normas y recomendaciones técnicas, así como el uso y conservación del equipo de protección personal.

5.9. Presupuesto

El diseño del sistema de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, comprende dentro de sus mecanismos recursos humanos, materiales y financieros, el proyecto es de índole social y tiene como beneficio generar responsabilidad y conciencia ambiental en la población de la Facultad; el talento humano disponible para integrar la operatividad el sistema, es el comprendido por el departamento de mantenimiento con un total de 22 personas, en el caso de los recursos materiales y financieros se presentan en la tabla como sigue:

Tabla 37: *Presupuesto del diseño del sistema*

Elemento	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Basureros	\$12,00	245	\$2,940.00
Contenedores móviles	\$79,40	7	\$555.8
Contenedores estáticos	\$250,00	5	\$1,250.00
Horno de fundición	\$400.00	1	\$400.00
Compactador de latas	\$15.94	3	\$47.82
Escobas	\$2,25	22	\$49.50
Rastrillos	\$4,25	22	\$93.50
Palas	\$4,75	22	\$104.50
Guantes	\$3,80	22	\$83.60
Zapatos de seguridad	\$65,00	22	\$1,430.00
Chalecos de identificación	\$3,25	22	\$71.50
Bascula para colgar	\$40,57	1	\$40.57
Red de amarre	2,75	8	\$22.00
TOTAL			\$7,088.79

Nota: Elaboración propia

5.10. Tiempo de reemplazo para los recursos materiales del sistema

Los elementos contenidos en el presupuesto tienen distintos tiempos de reemplazo, por lo que se describe el tiempo para cada uno de ellos, también se muestra una imagen de referencia; importante destacar que en el caso de los basureros son 49 de color verde, 49 de color negro, 49 de color azul, 49 de color amarillo y 49 de color gris, es decir de acuerdo al fraccionamiento estipulado, sin embargo en la tabla se muestra una única imagen de referencia; los contenedores móviles son todos de color verde puesto que el vaciado se hará por medio de bolsas de basura en el caso de los contenedores estáticos es necesario un contenedor de cada color ya descrito.

La descripción mencionada se hace mediante la tabla que se muestra en la página que sigue.

Tabla 38: *Tabla de reemplazo de materiales*

Elemento	Tiempo de reemplazo	Imagen de referencia
Basureros	3 años	
Contenedores móviles	5 años	
Contenedores estáticos	10 años	
Escobas	6 meses	
Rastrillos	6 meses	
Palas	1 año	
Guantes	1 año	
Zapatos de seguridad	5 años	
Chalecos de identificación	5 años	
Báscula para colgar	5 años	
Red de amarre	2 años	

Conclusiones

Actualmente los residuos sólidos generados por la población que compone la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, se almacenan sin clasificación alguna hasta que la municipalidad los retira del campus, no existe una identificación de desechos sólidos que permita fraccionar los mismos, ello, inhibe la capacidad de identificar los residuos aptos para el reciclaje. Los métodos de recolección actual, dificultan reciclar, aprovechar o prolongar la vida útil de los desechos generados, la inexistencia de un sistema de reciclaje y aprovechamiento para los residuos sólidos de la facultad, bloquea la posibilidad de realizar un mejor sostenible de los desechos.

El manejo inadecuado de residuos sólidos provoca serios problemas ambientales como la contaminación del suelo, del agua y la proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades, entre otros. De manera homologa con las estadísticas mundiales los plásticos de un solo uso y latas son los residuos más comunes en los basureros del campus,

Como medio de solución a la problemática planteada en este proyecto, se ha propuesto el Diseño de un Sistema de Reciclaje y Aprovechamiento de los Residuos Sólidos para la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, sistema que es fruto del análisis del proceso de recolección actual de los desechos, y la determinación de residuos sólidos aptos para aprovecharse y reducirse. La abstracción de la realidad aquí expuesta propone formas de aprovechamiento para cada tipo de desecho sólido que se genera en la facultad multidisciplinaria de occidente y que fueron identificados mediante el seguimiento de la metodología expuesta en el capítulo uno.

Los parámetros de diseño de este sistema, consideran elementos para la contribución a una sociedad con mayor conciencia ambiental; factor que hace que este sistema escale a un nivel de conciencia colectiva, que facilite la gestión sostenible de los desechos generados, dado que es el campus de la universidad donde se forman una gran cantidad de los profesionales que generan cambios en la sociedad del país.

Replicar el diseño de este sistema (con los ajustes necesarios) a nivel de sociedad civil, representaría un importante avance en el eje medioambiental del país, pues el solo fraccionamiento de los residuos constituye un importante alivio al manejo de desechos y este

a su vez contribuye a un desarrollo cultural y turístico, factores importantes en el progreso de una sociedad, dicha replica convertiría a la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador en pionera respecto de la gestión sostenible de residuos sólidos.

Recomendaciones

- ✓ Realizar un curso de educación ambiental, que contenga temas básicos como; tipos de fraccionamiento de residuos y su importancia, tipos de plásticos reciclables, formas de reutilización de residuos, estadísticas mundiales de medio ambiente, formas de reciclaje, importancia de reducir plásticos de un solo uso, tipos de basureros y contenedores, formas de recogida y biometrización en plantas industriales (generación de energía a partir de residuos sólidos). Se recomienda que el mencionado curso este dirigido a todos los estudiantes y potenciales estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, el curso deberá ser diseñado por los estudiantes de la maestría en gestión ambiental que deseen hacer su servicio social por este medio, impartiendo las clases como parte del curso propedéutico introductorio que se da a los estudiantes que desean estudiar en la mencionada Facultad.
- ✓ Concientizar y capacitar al personal de mantenimiento y la comunidad educativa, para darle continuidad al trabajo y que exista un verdadero compromiso entre ellos.
- ✓ Se recomienda que los resultados económicos obtenidos del sistema de reciclaje externo, sean destinados a la creación de un aula magna para la carrera de Ingeniería Industrial, la cual estará equipada para conferencias, que ayuden al seguimiento y mejora del sistema propuesto, cuando la evolución de las necesidades así lo exija.
- ✓ Se sugiere que la Unidad de Medio Ambiente de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, cree una base de datos actualizada sobre la cantidad de desechos sólidos generados en la Facultad, a fin de establecer estadísticas de medio ambiente que permitan tomar acciones de mejora relacionadas con el sistema mismo y actividades de contribución a una economía circular.
- ✓ Se recomienda, además, que, con sustento de la base de datos y estadísticas creadas, la Unidad de Medio Ambiente sea responsable de generar reportes mensuales sobre el estado de generación de residuos sólidos, a fin de incorporar estos resultados en campañas de concientización para la población de la Facultad, dichas campañas se sugieren que estén encaminadas prioritariamente a la reducción de plásticos de un solo uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (BID), B. I., & Universia Banco Santander, . (Mayo de 2020). *IDB Inter-American Development Bank*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-educacion-superior-en-tiempos-de-COVID-19-Aportes-de-la-Segunda-Reunion-del-Di%C3%A1logo-Virtual-con-Rectores-de-Universidades-Lideres-de-America-Latina.pdf>
- Abellan, E. (2018). Modelos de Prestación de Servicios y Plan Municipal. En V. O. Dr.Pillar Tello Espinoza, *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos* (pág. 38). Costa Rica.
- Aristóteles. (1311-1321). *METAFÍSICA*. Madrid: Gredos.
- Arline Carolina Carballo Henríquez, V. E. (2014). *Modelo de Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos Domiciliarios para Municipalidades de Tipología Cinco de El San Salvador (Tesis de Postgrado)*. Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Escuela de Postgrado, San Miguel.
- Armando, R. (16 de Agosto de 2016). *Métodos y Técnicas de Investigación*. Obtenido de Gestipolis: <http://gestipolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>
- Arpal Alu. (Noviembre de 2013). *Reciclado de aluminio*. Obtenido de http://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2014/02/medioambiente_aluminio.pdf
- Asamblea Legislativa. (27 de Febrero de 2020). *Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje*. San Salvador, Diario Oficial, EL Salvador: Diario Oficial Tomo N^o426.
- Asociación de Latas de Bebida. (2 de octubre de 2021). *Latas de Bebidas*. Obtenido de Latas de Bebidas: <https://www.latasdebebidas.org/sostenibilidad>
- Barrientos, J. M. (s.f.). *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*. Obtenido de <https://www.aiu.edu/spanish/publications/student/spanish/180-207/PDF/JuanManuelBarrientos.pdf>
- Benavides, L. (2016). *Residuos sólidos: un enfoque multidisciplinario - Volumen I*.
- Bolger, T. (25 de Julio de 2019). Obtenido de <https://www.noticiali.com/las-playas-de-long-island-son-las-menos-seguras-para-nadar-en-nueva-york/>

- Bonate, A., & Intelangelo, R. (s.f.). *Fundición y Moldeo*. Obtenido de <https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/14246/9201-19%20TALLER%20Fundici%C3%B3n%20y%20Moldeo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bremermann, E. (12 de Abril de 2018). *La planta de reciclaje mas grande del mundo*. Obtenido de <https://www.elobservador.com.uy/nota/la-planta-de-reciclaje-de-plastico-mas-grande-del-mundo-por-dentro-2018412500>
- Calderon Zuna, H. S., & Magaña Umaña, E. B. (2018). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE RECICLADO Y PROCESAMIENTO DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) QUE SE GENERA EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR*.
- Cerón, J., & Katherinne, G. (2018). *ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE BASADO EN ISO 14001-2015*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/22417/1/Elaboraci%C3%B3n%20de%20un%20Programa%20para%20el%20Manejo%20de%20los%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20en%20la%20Universidad%20de%20El%20Salvador.pdf>
- ClasificaciónDe*. (2018). Obtenido de <https://www.clasificacionde.org/sistemas/>
- Claudia Cecilia Leiva Bautista. (2000: La revista electrónica de la UFG). *Theorethikos: La revista electrónica de la UFG, Año III,004, 1*, año III,004, 37-56.
- De Sion, M. (Julio de 2017). *EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA FUNDIR METAL*. Obtenido de <http://fundidoradealcantarilladomontedesion.com/blog/que-equipos-de-proteccion-usar-en-una-fundicion-de-metal/>
- Energías Renovables. (16 de Noviembre de 2015). *ecoticias*. Obtenido de <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/109018/hace-mundo-basura>

- Energías Renovables. (16 de Noviembre de 2015). *ecoticias*. Obtenido de ecoticias.com/residuos-reciclaje/109018/hace-mundo-basura
- Gallardo Izquierdo, A. (s.f.). *Conama9*. Obtenido de http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2564_AGallardo.pdf
- García, F. (2021). *La Respuesta*. Obtenido de <https://la-respuesta.com/preguntas-mas-frecuentes/Cuanto-pesa-una-lata-de-aluminio/>
- GenÉthico. (s.f.). *GenÉthico*. Obtenido de <https://www.genethico.com/las-3rs-economia-circular/>
- Greenlane*. (29 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://www.greelane.com/es/ciencia-tecnolog%c3%ada-matem%c3%a1ticas/ciencia/melt-aluminum-cans-at-home-608277/>
- Hernández Beltrán, E., & Marvin Enríque, M. (2014). Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5577/2/Gu%C3%ADa%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20manejo%20de%20horno%20de%20fundici%C3%B3n.pdf>
- Hernández, R., & Mata, M. (2010). Propuesta de Diseño Arquitectónico, Mejora y Remodelación de los Espacios Abiertos de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente. (*Tesis de Grado*). Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Santa Ana.
- IT Green*. (2011). Obtenido de <http://www.itgreen.es/solucion/estrategia-3r#:~:text=3R%20son%20las%20siglas%3A%20Reducir,el%20volumen%20de%20residuos%20generados>.
- Jauregui, A. (8 de Octubre de 2016). *Blog de cajas de cartón*. Obtenido de <https://www.cajacartonembalaje.com/blog/que-es-el-papel/>
- Kaza, S., & Yao, L. C. (2018). *What a waste 2.0 a global snapshot of solid waste management*. Obtenido de <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/211329ov.pdf>

- La Asamblea Legislativa de El Salvador. (2020). *Ley General de Gestión Integral de Residuos de El Salvador*. Obtenido de <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/marn/documents/366393/download#:~:text=%2D%20La%20presente%20ley%20tiene%20por,gesti%C3%B3n%20integral%20de%20los%20residuos%2C>
- Lemus, I. (2021). *Diagnostico de Condiciones Ambientales FMOcc*. Obtenido de [file:///C:/Users/Nicolle/Downloads/Diagnostico%20de%20Condiciones%20Ambientales%20FMO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Nicolle/Downloads/Diagnostico%20de%20Condiciones%20Ambientales%20FMO%20(1).pdf)
- Lorenzon, E. (2020). *Libros de Cátedra*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/99629/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Márquez-Benavides, L. (2011). *Residuos Sólidos: un enfoque multidisciplinario*. LibrosEnRed.
- MC Mutual. (2008). Obtenido de Manual prevención riesgo laborales sector metal: https://drive.google.com/file/d/0B2U9TdZ7_WxldWY5WlhvNk9SelE/view?resourcekey=0-4XOzU8VoayCXGYEvWczbaQ
- Mejora de la gobernabilidad en la Gestión Integral de Residuos Sólidos, al área urbana del municipio portuario de La Libertad*. (s.f.). Obtenido de <https://esf-cat.org/es/que-hacemos/proyectos/el-salvador/presentacion/salvador-gestion-residuos/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales . (2020). *Memoria de labores* . San Salvador.
- Mundo Latas. (2 de Octubre de 2021). *Mundo Latas*. Obtenido de MundoLatas.com: <https://mundolatas.com/especificaciones-de-aluminio-para-latas-y-tapas-de-bebidas/>
- Ojeda, S., & Quintero, m. W. (2008). *Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana*. Castellón: I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos.
- Ojeda, V. (s.f.). Antecedentes, limitaciones, barreras y problemática del manejo de los residuos en la región. En P. Víctor Ojeda, *Gestión integral de los residuos solidos urbanos*. Costa Rica.

- Pacas, A. (03 de Septiembre de 2018). *elsalvador.com*. Obtenido de <https://historico.elsalvador.com/historico/515263/el-pais-genera-3500-toneladas-de-basura-al-dia-y-solo-recicla-un-5.html>
- RAEE Andalucía*. (s.f.). Obtenido de <https://www.raeeandalucia.es/actualidad/economia-circular-vs-economia-lineal>
- Reciclario. (Octubre de 2012). *Reciclario.com.ar*. Obtenido de Guia para separar los residuos: <http://reciclario.com.ar/indice/plastico-2/polietileno-tereftalato-o-pet-1/>
- Reciplast*. (s.f.). Obtenido de <http://www.reciplast.org.sv/nosotros.php>
- REPAK*. (s.f.). Obtenido de What is a Circular Economy?: <https://repak.ie/driving-change/circular-economy-eu-legislation/>
- Roca Girón, I. E. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones insudstriales del polietileno de alta densidad (PEAD). (*Tesis de grado*). Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala.
- Rosas, E. (2021). *Secretaría General UES*. Obtenido de http://secretariageneral.ues.edu.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=122
- Sáez, A., & UrdanetaG., H. A. (3 de Septiembre-Diciembre de 2014). Manejo de residuos Sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 16.
- Secretaría de Asuntos Académicos*. (2021). Obtenido de <https://saa.ues.edu.sv/nosotros/estadistica/academica/completo>
- Segura, A., Rojas, L., & yeffer, P. (2020). Rerentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Espacios*, 22.
- Semana.com*. (31 de Enero de 2020). Obtenido de <https://www.semana.com/mundo/articulo/crisis-de-basuras-en-el-mundo-ya-no-hay-espacio-para-tirar-ni-reciclar/650187/>

SION, M. D. (Julio de 2017). Obtenido de EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA FUNDIR METAL: <http://fundidoradealcantarilladomontedesion.com/blog/que-equipos-de-proteccion-usar-en-una-fundicion-de-metal/>

Solórzano, G. (2018). Economía Circular. En V. Ojeda, P. T. Espinoza, E. Abellan, F. d. Torre, G. Solórzano, R. Sarafian, . . . H. A. Latorre, *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos* (págs. 172-176). México: Con el apoyo de la Unión Europea.

Sulé Ortega, J. (15 de Marzo de 2018). *EL PAÍS*. Obtenido de https://elpais.com/elpais/2018/03/15/planeta_futuro/1521126150_256751.html

Teixeir, P., Rossin, A., & Acurio, G. (1997). *DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Washintong, D.C. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Diagn%C3%B3stico-de-la-situaci%C3%B3n-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-municipales-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Universidad de El Salvador. (2021). Obtenido de <https://www.ues.edu.sv/nuestra-universidad>

Vicerrectoría Académica UES. (2011). Obtenido de https://www.ues.edu.sv/storage/app/media/Documentos/catalogo_5.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Permiso para ingresar a las instalaciones de la FMOCC

Santa Ana 17 de noviembre del 2021



Ing. Roberto Carlos Sigüenza Campos.
Decano de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

Reciba un cordial saludo. Por medio de la presente, queremos informarle que nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado en la modalidad trabajo de investigación. Nuestro proyecto consiste en diseñar un sistema de reciclaje y aprovechamiento para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador; por tal motivo solicitamos que nos conceda el permiso para poder ingresar a las instalaciones de la Facultad a recoger la información necesaria para completar nuestra labor, específicamente para poder entrevistar y llenar unos formularios con la ayuda del personal de limpieza, además, para poder llevar a cabo un sondeo de la basura que se genera actualmente en la Facultad.

El periodo planificado para ejecutar la tarea está comprendido en una semana, la cual sería del 22 de noviembre hasta el 26 de noviembre del presente año, en horario matutino.

Nos comprometemos a cumplir y respetar todas las medidas de bioseguridad y distanciamiento que ya conocemos y las que ustedes nos recomienden.

De ante mano agradecemos su atención a esta solicitud.

Atentamente,

Karla Vanessa Pérez Girón
Estudiantes de Ingeniería Industrial.

Merling Nicolle Pleitez Cortez.



Anexo 2: Herramienta auxiliar para diseñar formulario

Para conocer	Pregunta	Ayudará a determinar	Objetivo con el que se relaciona
Tipo de basura se genera	Quando las clases se realizan en modalidad presencial. ¿Qué tipo de residuos sólidos observa que se generan?	El fraccionamiento de la basura, es decir el tipo de basura que contendrá cada basurero (aluminio, orgánicos, etc.)	Establecer un subsistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
Cual es tipo de basura que más genera	Quando las clases se realizan en modalidad presencial. ¿Cuál es el tipo de residuo o residuos sólidos son los que más se generan según su experiencia?	¿Qué criterio considerar para definir en base a que residuo se calculará la capacidad de cada contenedor (dado que los contenedores se pondrán por bloques o grupos probablemente de dos o cinco, no necesariamente se generara la misma cantidad de basura de cada tipo, por ello es necesario tomar como base el residuo que más se genere a fin de establecer un número estándar de recolecciones y capacidad de los contenedores sin que los contenedores se rebalsen, tomando en cuenta que todos los contenedores sean standard)	-Determinar qué residuos sólidos están aptos para aprovecharse, reducir su uso, reutilizarse o reciclarse. -Establecer un subsistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
Recursos disponibles actualmente para la disposición de residuos sólidos	¿Cuantos basureros tiene la Facultad actualmente?	-Son suficientes los basureros que existen actualmente. -Si se puede contar con los contenedores actuales o habría que reemplazarlos	-Analizar el proceso de recolección y disposición actual de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador. -Establecer un subsistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador
	Quando las clases se realizan en modalidad presencial. ¿Se rebalsan los basureros?		
	¿Cada cuánto sacan los residuos sólidos de los basureros?		
	En caso que los basureros se rebalsen. ¿Depende de la zona de la facultad, es indiferente o a que lo asociaría?		
	Sobre el estado actual de los basureros. ¿Considera que reemplazarlos sería una buena opción?		
Proceso actual de recogida y disposición de los residuos sólidos	Actualmente. ¿Existe un contenedor para cada tipo de residuo solido de los que se generan?	Identificar características funcionales del método o forma de recolección actual, que puedan ser replicadas o mejoradas según sea el caso en el diseño del sistema a proponer	-Analizar el proceso de recolección y disposición actual de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
	¿Cada cuánto se retiran los residuos de los contenedores de basura?		
	¿Cómo se realiza el proceso de recolección actual de los residuos sólidos?		
	¿La recogida de residuos sólidos se realiza por zonas?		
	¿Se realiza la misma cantidad de veces? Es decir, ¿los basureros son vaciados la misma cantidad de veces?		
	¿Se realiza en los mismos horarios en cada zona?	-Determinar la capacidad de los contenedores ubicados en la finca Izotal que almacenaran los residuos sólidos cuando ya han sido recolectados de los contenedores esparcidos por el campus, mientras los retira de la Facultad el tren de Aseo. -Días y horario se pueden vender los plásticos y papel sin generar congestión en el retiro de residuos.	-Analizar el proceso de recolección y disposición actual de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador. -Establecer un subsistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
	¿Cómo se organizan para realizar el proceso de recogida?		
	¿Qué días recolecta los residuos el tren de aseo?		
	¿Cómo se almacenan los residuos mientras pasa el tren de aseo?		
¿Adónde se almacenan los residuos mientras pasa el tren de aseo?			
Lenguaje operativo manejado por el personal	¿Cómo le llaman al proceso de recogida, y retiro de residuos de la Facultad?	-Manejar un lenguaje en el diseño del sistema que sea amigable y entendible para todos los actores. -Conocer como le llaman al proceso de recogida, y retiro de residuos de la Facultad	
La zona de la Facultad se genera más basura	Quando las clases se realizan en modalidad presencial. ¿En qué zona de la facultad ha identificado que se genera mayor cantidad de residuos sólidos?	Determinar criterios cualitativos para el establecimiento de basureros en las diferentes zonas de la Facultad.	-Analizar el proceso de recolección y disposición actual de los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador. -Establecer un subsistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.
	Quando las clases se realizan en modalidad presencial. En caso que los basureros se rebalsen ¿en cuales zonas ocurre con mayor frecuencia?		
Material adecuado del que deben estar hechos los basureros	¿De qué material son los basureros que más tiempo funcionando tienen en la facultad?	Las especificaciones técnicas de los contenedores.	-Establecer un subsistema de recolección clasificado para los residuos sólidos de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.

Anexo 3: Formulario de entrevista



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD
MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y
ARQUITECTURA

Objetivo: Conocer el tipo de desechos sólidos que se generan en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, así como el proceso de recolección y disposición actual de los mismos.

1. Cuando las clases se realizaban en modalidad presencial. ¿Qué tipo de residuos sólidos observaba que se generaban? (puede marcar más de una opción)
 - Botellas plásticas
 - Latas
 - Desechables (vasos, platos, bolsas, papel film, pajillas)
 - Restos orgánicos
 - Papel y cartón
 - Otros

2. Cuando las clases se realizaban en modalidad presencial. ¿Cuál es el residuo sólido que más se generaba?
 - Botellas plásticas
 - Papel y cartón
 - Latas
 - Desechables
 - Restos orgánicos

3. ¿Cuántos basureros tiene la Facultad actualmente?

4. Cuando las clases se realizaban en modalidad presencial. ¿Se rebalsaban los basureros?
 - Sí
 - No
 - Algunas veces

5. En caso que los basureros se rebalsarán. ¿A qué lo asociaría?

- A la zona en la que están ubicados
- A la capacidad de los basureros (son muy pequeños)
- A la frecuencia de vaciado
- Otra: _____

6. ¿Cada cuánto sacan los residuos sólidos de los basureros?

- 1 vez al día
- 2 veces al día
- 3 o más veces al día

7. Sobre el estado actual de los basureros, ¿Los reemplazaría? ¿Por qué?

- Por la capacidad (son muy pequeños)
- Es incomodo manejarlos
- Por el deterioro
- Otra: _____

8. ¿Qué herramientas utilizan actualmente los encargados del proceso de recogida de residuos?

9. Explique ¿cómo se realiza todo el proceso de recolección actual de los residuos sólidos desde que los basureros quedan listos en sus zonas para ser usados hasta que son llevados por el tren de aseo?

10. Actualmente. ¿Existe un contenedor para cada tipo de residuo solido de los que se generan?

- Sí
 No

11. ¿Son todos los basureros vaciados la misma cantidad de veces?

- Sí
 No

12. ¿Los basureros se vacían en los mismos horarios?

- Sí
 No

13. ¿Cómo se organizan para realizar el proceso de recogida?

- Por zona
 Por cuadrillas
 Otra: _____

14. ¿Qué días recolecta los residuos el tren de aseo? (puede marcar más de una opción)

- Lunes
 Martes
 Miércoles
 Jueves
 Viernes
 Sábado
 Domingo

15. ¿Dónde se almacenan los residuos mientras pasa el tren de aseo?

- Finca Izotal
 En los basureros
 Otra: _____

16. Cuando las clases se realizan en modalidad presencial. ¿En qué zona de la facultad ha identificado que se genera mayor cantidad de residuos sólidos?

- En la zona de cafetín
- En la zona de las aulas de economía
- En la zona del bunker
- En la zona de posgrados
- En la zona del auditorium
- En todas las zonas por igual
- Otra: _____

17. ¿de acuerdo a su punto de vista, Cuáles/de qué material considera que son los basureros que mayor vida útil tienen en atención a las necesidades de la Facultad?

- Plástico
- Hoja lata
- Acero

18. Según su experiencia. ¿en dónde considera que se deben colocar más basureros?

- En la zona de cafetín
- En la zona de las aulas de economía
- En la zona del bunker
- En la zona de posgrados
- En la zona del auditorium
- En todas las zonas por igual
- Otra: _____

19. Según su experiencia. ¿los basureros están correctamente ubicados?

- Si
- No

Si su respuesta fue no, explique ¿por qué? _____

Anexo 4: Checklist para aspectos observados

Ítem	Cumple	
	Si	No
Los basureros se encuentran señalizados		X
Los basureros cuentan con clasificación de residuos		X
Se encuentran los basureros rebalsando		X
El personal de limpieza utiliza elementos de protección personal para la recolección de residuos	X	
Se encuentran identificados los riesgos a los que se expone el personal de limpieza		X
Esta el punto de acopio de basura alejado algún foco de contaminación	X	
Los residuos que llegan a la zona de acopio poseen un proceso de separación		X
En el proceso de recolección se han considerado oportunidades de reutilizar o reciclar algunos residuos		X
Se encuentra la zona de ubicación de basureros limpia	X	
Se manejan constantemente residuos peligrosos		X
Se encuentra en el campus la basura desperdigada, fuera de sus depósitos		X
Se encuentran deteriorados los depósitos de basura en su mayoría	X	

Nota: Elaboración propia

Anexo 5: Proyección de plástico generado en el ciclo I periodo 2018-2043

Tabla 39: Proyección de plástico generado en el ciclo I y II para el periodo 2018-2023

Año	Ciclo I		Ciclo II		Total / Año (Kg)
	Estudiantes	Plástico (Kg)	Estudiantes	Plástico (Kg)	
2018	8268	792.03	7996	765.96	1557.99
2019	8829	845.79	8136	779.38	1625.17
2020	8944	856.79	8276	792.79	1649.58
2021	9058	867.69	8416	806.21	1673.9
2022	9172	878.65	8556	819.62	1698.27
2023	9287	889.61	8696	833.04	1722.65
TOTAL =					9927.56

Fuente: Extraído de (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Siguiendo la proyección de los citados autores para el año 2027 se tendría una población en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente generando una cantidad de 964.90 su muestra la proyección de datos como sigue:

Tabla 40: Proyección 1 para población estudiantil

Año	Estudiantes	x	y	xy	X ²
2018	8268	1	8268	8268	1
2019	8829	2	8829	17658	4
2020	8944	3	8944	26832	9
2021	9058	4	9058	36232	16
2022	9172	5	9172	45860	25
2023	9287	6	9287	55722	36
TOTAL		21	53558	190572	91

Nota: Elaboración propia

$$Y = a + bx$$

Encontrando el valor de b mediante la siguiente ecuación:

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum X^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(6)(190572) - (21)(53558)}{(6)(91) - (21)^2}$$

$$b = \frac{1143432 - 1124718}{546 - 441}$$

$$b = \frac{18714}{105}$$

$$b = 178,22$$

Encontrando el valor de a mediante la siguiente ecuación:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N}$$

$$a = \frac{53558 - (178,22)(21)}{6}$$

$$a = \frac{53558 - (3742,62)}{6}$$

$$a = \frac{49815,38}{6}$$

$$a = 8302,56$$

La ecuación de la línea recta se describe de la siguiente manera

$$Y = 8302,56 + 178,22x$$

Se proyectan los siguientes 4 años mediante la sustitución de la formula

$$Y = 8302,56 + 178,22(10)$$

$$Y = 10085 \text{ estudiantes}$$

Se muestran las proyecciones detalladas por año en la tabla que sigue:

Tabla 41: *Resultados proyección I*

proyección ciclo I	
Año	Alumnos
2024	9550
2025	9728
2026	9907
2027	10085

Nota: Elaboración propia con datos de (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Según los datos proporcionados por administración académica de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente la población estudiantil comprendida entre los años 2000-20021 es la que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 42: *Población estudiantil entre los años 2000-2021*

Año	Alumnos inscritos en el ciclo I	Alumnos inscritos en el ciclo II
2000	4410	4020
2001	4240	3935
2002	4017	3843
2003	4559	4216
2004	4837	4533
2005	5430	4974
2006	5756	5144
2007	6565	5849
2008	7074	6241
2009	7632	6663
2010	8051	7075
2011	8144	7197
2012	8596	7548
2013	8699	7704
2014	8564	7744
2015	8633	7855
2016	8873	7961
2017	9098	8124
2018	9656	8838
2019	9761	8828
2020	9051	9210
2021	9786	8422

Nota: Elaboración propia

Utilizando el método de mínimos cuadrados proyectaremos la población estudiantil para el ciclo I comprendida entre los años 2022-2043

Tabla 43: *Proyección 2 de población estudiantil*

Año	Estudiantes	X	Y	XY	X²
2000	4410	1	4410	4410	1
2001	4240	2	4240	8480	4
2002	4017	3	4017	12051	9
2003	4559	4	4559	18236	16
2004	4837	5	4837	24185	25
2005	5430	6	5430	32580	36
2006	5756	7	5756	40292	49
2007	6565	8	6565	52520	64
2008	7074	9	7074	63666	81
2009	7632	10	7632	76320	100
2010	8051	11	8051	88561	121
2011	8144	12	8144	97728	144
2012	8596	13	8596	111748	169
2013	8699	14	8699	121786	196
2014	8564	15	8564	128460	225
2015	8633	16	8633	138128	256
2016	8873	17	8873	150841	289
2017	9098	18	9098	163764	324
2018	9656	19	9656	183464	361
2019	9761	20	9761	195220	400
2020	9051	21	9051	190071	441
2021	9786	22	9786	215292	484
TOTAL		253	161432	2117803	3795

Nota: Elaboración propia

$$Y = a + bx$$

Encontrando el valor de b mediante la siguiente ecuación:

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum X^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(22)(2117803) - (253)(161432)}{(22)(3795) - (253)^2}$$

$$b = \frac{46591666 - 40842296}{83490 - 64009}$$

$$b = \frac{5749370}{19481}$$

$$b = 295,12$$

Encontrando el valor de a mediante la siguiente ecuación:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N}$$

$$a = \frac{161432 - (295,12)(253)}{22}$$

$$a = \frac{161432 - (74665.36)}{22}$$

$$a = \frac{86766.64}{22}$$

$$a = 3943.94$$

La ecuación de la línea recta se describe de la siguiente manera

$$Y = 3943.94 + 295x$$

Se proyectan los siguientes 4 años mediante la sustitución de la formula

$$Y = 8302,56 + 178,22(44)$$

$$Y = 16,929 \text{ estudiantes}$$

Se muestran las proyecciones detalladas por año en la tabla que sigue:

Tabla 44: *Resultados proyección 2*

Proyección de alumnos activos ciclo I	
AÑO	ALUMNOS
2022	10732
2023	11027
2024	11322
2025	11617
2026	11912
2027	12207
2028	12503
2029	12798
2030	13093
2031	13388
2032	13683
2033	13978
2034	14273
2035	14568
2036	14864
2037	15159
2038	15454
2039	15749
2040	16044
2041	16339
2042	16634
2043	16929

Nota: Elaboración propia con los datos proporcionados por Administración académica.

Según la proyección con base de los datos de (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018) para el año 2027 habría aproximadamente 10,085 alumnos inscrito en el ciclo I, esta cantidad de personas es aproximadamente igual a la población de alumnos, docentes, personal de mantenimiento y personal administrativo de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente en el año 2021. Por lo cual se vuelve necesario proyectar los datos de kilogramos de plástico generados en el año 2027. Se muestra la proyección como sigue:

Tabla 45: *Proyección 1 de residuos generados*

Año	Kg de basura	X	Y	XY	X²
2018	792,03	1	792.03	792.03	1
2019	845,79	2	845.79	1691.58	4
2020	856,79	3	856.79	2570.37	9
2021	867,69	4	867.69	3470.76	16
2022	878,65	5	878.65	4393.25	25
2023	906,73	6	906.73	5440.392	36
TOTAL		21	5147.68	18358.382	91

Nota: Elaboración propia

$$Y = a + bx$$

Encontrando el valor de b mediante la siguiente ecuación:

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum X^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(6)(18358,38) - (21)(5147,68)}{(6)(91) - (21)^2}$$

$$b = \frac{110150,28 - 108101,28}{546 - 441}$$

$$b = \frac{2049}{105}$$

$$b = 19,51$$

Encontrando el valor de a mediante la siguiente ecuación:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N}$$

$$a = \frac{5147,68 - (19,51)(21)}{6}$$

$$a = \frac{5147,68 - (409,71)}{6}$$

$$a = \frac{4737.97}{6}$$

$$a = 789.66$$

La ecuación de la línea recta se describe de la siguiente manera

$$Y = 789,66 + 19.51x$$

Se proyectan los siguientes 4 años mediante la sustitución de la fórmula

$$Y = 789.66 + 19.51(10)$$

$$Y = 984.79 \text{ kg de plástico}$$

Tabla 46: Resultados de proyección I de residuos generados

Proyección de generación de plástico ciclo I	
AÑO	Kg de plástico
2024	926.25
2025	945.76
2026	965.27
2027	984.79

Nota: elaboración propia con los datos proporcionados por (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Del análisis en el cruce de datos ya calculados, se obtiene como resultado que la cantidad aproximada de plástico que genera una población comprendida entre 10,085 y 10,133 personas en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, es igual a 984.79 Kg de plástico, en el periodo que abarca el ciclo I (16 semanas) en dicha casa de estudios, eso equivale a 10.25 kg por día.

La tabla que describe el comportamiento de los datos analizados se presenta en el apartado siguiente, dicha tabla será la base para proyectar datos de los años próximos, a fin de hacer un estudio exhaustivo de las necesidades en estaciones de recolección de residuos que tendrá la Facultad.

Tabla 47: Datos para proyección 2 de generación de residuos

CICLO I	
Año	Kg de plástico
2018	792.03
2019	845.79
2020	856.79
2021	984.79

Nota: Elaboración propia

Se realiza una proyección de datos, de la cual se muestra el procedimiento en la tabla que sigue:

Tabla 48: Proyección 2 de residuos generados

Año	Kg de plástico	X	Y	XY	X²
2018	792,03	1	792.03	792.03	1
2019	845,79	2	845.79	1691.58	4
2020	856,79	3	856.79	2570.37	9
2021	1022,49	4	102.,49	4089.97	16
TOTAL		10	3479.4	8993.14	30

Nota: Elaboración propia

$$Y = a + bx$$

Encontrando el valor de b mediante la siguiente ecuación:

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum X^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(4)(8993.14) - (10)(3479.4)}{(4)(30) - (10)^2}$$

$$b = \frac{35972.56 - 34794}{120 - 100}$$

$$b = \frac{1178.56}{20}$$

$$b = 58.93$$

Encontrando el valor de a mediante la siguiente ecuación:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N}$$

$$a = \frac{3479.4 - (58.93)(10)}{4}$$

$$a = \frac{3479.4 - 589.3}{4}$$

$$a = \frac{2890.1}{4}$$

$$a = 722.52$$

La ecuación de la línea recta se describe de la siguiente manera

$$Y = 722.52 + 58.93x$$

Se proyectan los siguientes 20 años mediante la sustitución de la fórmula

$$Y = 722.52 + 58.93(26)$$

$$Y = 2,254.7 \text{ kg de plástico}$$

Tabla 49: *Resultados proyección 2 de residuos generados*

Año	Kg de plástico
2018	792,03
2019	845,79
2020	856,79
2021	984,79
2022	1017,17
2023	1076,10
2024	1135,03
2025	1193,95
2026	1252,88
2027	1311,81
2028	1370,74
2029	1429,67
2030	1488,59
2031	1547,52
2032	1606,45
2033	1665,38
2034	1724,31
2035	1783,23
2036	1842,16
2037	1901,09
2038	1960,02
2039	2018,95
2040	2077,87
2041	2136,80
2042	2195,73
2043	2254,66

Fuente: Elaboración propia con base del análisis de datos proporcionados por (Calderon Zuna & Magaña Umaña, 2018)

Anexo 6: Descripción de áreas de las Facultad Multidisciplinaria de Occidente

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado por (Hernández & Mata, 2010) la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador Cuenta con 12 manzanas con 6043.54 varas cuadradas de extensión lo que equivale a 88,093.05 m² distribuidos así:

Tabla 50: Descripción de áreas por extensión

Área	Extensión en m ²	%
Área construida	9686.94	10.97
Área recreativa	9510.45	10.80
Área verde ecológica	35910.50	40.76
Área verde en buen estado	8117.54	9.21
Área verde en descuido	5686.19	6.45
Área boscosa	5111.91	5.80
área pavimentada	8294.75	9.45
Área sin pavimento	5774.77	6.56
Total	88093.05 m²	100

El levantamiento realizado por los ahora arquitectos se retomará en este estudio, sin embargo, cada área será codificada, y segmentada en zonas a fin de operativizar la clasificación, dicha segmentación de zonas se podrá observar en el próximo capítulo; la codificación de áreas se presenta como sigue:

Tabla 51: Codificación de áreas

Área	Código	Extensión en m ²	Descripción
Área construida	A	9686.94	Zonas de desarrollo para la actividad académica y administrativa
Área recreativa	B	9510.45	Zonas con amueblado fijo, para fines recreativos
Área verde ecológica	C	35910.50	Es la zona comúnmente conocida como la finquita, cuyo nombre oficial es finca El Izotal
Área verde en buen estado	D	8117.54	Zonas con sistema de riego y podado recurrente
Área verde en descuido	E	5686.19	Zonas que no poseen sistema de riego y no son podadas con frecuencia.
Área boscosa	F	5111.91	Áreas que contienen grandes árboles con la particularidad de estar dentro del área de desarrollo académico
área pavimentada	G	8294.75	Zonas o caminos con capa de asfalto, ubicadas principalmente en las entradas de la Facultad
Área sin pavimento	H	5774.77	Zonas o caminos internos de la facultad.
Total		88093.05	

Anexo 7: Cálculo de la tasa de recogida de diseño en peso

Kilogramos de plástico generados por: 10.25 kg/día

Población total generadora de residuos: 10,133 entes

$$\text{Tasa de recogida de diseño en peso} = \frac{\text{Kilogramos de plástico generados por día} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{d}}\right)}{\text{poblacion total generadora de residuos(ente)}}$$

$$\text{Tasa de recogida de diseño en peso} = \frac{10.25 \text{ kg/día}}{10,133 \text{ ente}}$$

$$\text{Tasa de recogida de diseño en peso} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ kg/d/ente}$$

Anexo 8: Cálculo de tasa de recogida de diseño en volumen

Tasa de recogida de diseño en volumen

$$= \frac{\text{Tasa de recogida de diseño en peso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ente}}\right)}{\text{densidad de la fraccion de residuo en el contenedor} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

Tabla 52: Densidad para desechos sólidos

Fracción	Densidad: Kg/m ³	
	Mínimo	Máximo
Envases	25	45
Materia Orgánica	80	130
Restos	80	130
Papel-cartón	50	110
Vidrio	275	350
Masa	75	100

***Plástico, metales y brit ** Residuos sin la inclusión de reciclables**

Fuente: Gallardo (2000) citado por (Márquez-Benavides, 2011)

$$\text{Tasa de recogida de diseño en volumen} = \frac{1.0 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ente}}\right)}{25 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Tasa de recogida de diseño en volumen} = 4.04 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{ente/d}$$

Anexo 9: Cálculo de entes generadores por metro cuadrado en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador

Densidad de entes generadores=

$$\frac{\text{poblacion total (entes)}}{\text{superficie expuesta a los entes generadores de la Facultad (m}^2\text{)}}$$

Tabla 53: Cálculo de densidad de población por área de la Facultad

La población total es de 10,133 se excluye el área C (verde ecológica) dado que es un área protegida con acceso restringido.		
Nombre del área	Dimensión en m²	Entes por metro cuadrado
A	9686.94	1.05
B	9510.45	1.07
C	35910.50	N/A
D	8117.54	1.25
E	5686.19	1.78
F	5111.91	1.98
G	8294.75	1.22
H	5774.77	1.75
Total	88093.05 m²	

Nota: Elaboración propia a partir de la clasificación de áreas y dimensionado de (Hernández & Mata, 2010)

La lectura de la tabla indica que según sea el área en promedio es probable que haya entre 1.05 y 1.98 personas, es decir que cada metro cuadrado por zona haya una persona generando $4.04 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ de basura por día, de estos cálculos obtenemos que se necesitan alrededor de 1,457 personas para llenar un contenedor con capacidad de 0.059 m^3 (59L), 1,457 personas pueden ser encontradas en un radio de 1387.61 metros cuadrados eso indica que cada área de la Facultad tendría en promedio 7 estaciones para recolección de basura, siendo un total de 48 estaciones. (importante destacar que en este párrafo se describen cantidades promedio, en el próximo apartado se describirán cantidades específicas para cada área).

Anexo 10: Cálculo de distancias entre puntos de recogida y cantidad de puntos de recogida

Tabla 54: *Distancias entre puntos de recogida y cantidad de puntos*

Nombre del área	Dimensión en m^2	entes/ m^2	Distancia media entre puntos de recogida en m^2	Cantidad de puntos de recogida	Área cubierta en m^2
A	9686.94	1.05	1383,848571	7	9686.94
B	9510.45	1.07	1387.34705	7	9510.45
C	35910.5	N/A	N/A	N/A	35910.5
D	8117.54	1.25	1159.64851	7	8117.54
E	5686.19	1.78	812.3128571	7	5686.19
F	5111.91	1.98	730.272857	7	5111.91
G	8294.75	1.22	1185.39286	7	8294.75
H	5774.77	1.75	824.967143	7	5774.77
Total				49	88093.05

Nota: Elaboración propia a partir de la clasificación de áreas y dimensionado de (Hernández & Mata, 2010).

Como base del análisis para calcular la distancia entre los puntos de recogida se considera que hay una persona cada 5.1 metros cuadrados si se toma la dimensión total de 88093.05 metros cuadrados.

Anexo 11: Cálculo de capacidad en contenedores móviles para el subsistema de recogida.

Dado que, de los residuos sólidos generados, el plástico es el que mayor volumen representa, es el que se tomara como base para el cálculo del volumen que se necesita que los contenedores sean capaces de almacenar. Se considera además que la generación por zona es aleatoria es decir para efectos de cálculo se consideran la tasa de generación por día por contenedor para cada una de las estaciones, que es igual a 10.25 kg de plástico es decir 0.41 m³ por basurero, teniendo cada estación 5 basureros para clasificación de los desechos sólidos.

Tabla 55: *Capacidad necesaria de contenedores móviles*

Desechos generados por zona	Desechos generados por área	Cantidad de contenedores necesarios para abastecer área	Capacidad mínima de cada contenedor para abastecer la recogida	Numero de recogidas diarias
0.295 m³	2.05- 2.065 m ³	1	500L	4

Nota: Elaboración propia.

Anexo 12: Cálculo de capacidad de contenedores para estáticos.

Dado que, de los residuos sólidos generados, el plástico es el que mayor volumen representa, es el que se tomara como base para el cálculo del volumen que se necesita que los contenedores sean capaces de almacenar.

Tabla 56: *Capacidad necesaria de contenedores estáticos*

Volumen de desechos generados por día en metros cúbicos	Días máximos que no se recolectan residuos (jueves-lunes)	Volumen de desechos acumulados en metros cúbicos	Capacidad mínima de cada contenedor para abastecer la recogida
0.41 m³	5	2.05	2000L

Nota: Elaboración propia

Anexo 13: Formato de control para indicador de eficiencia de recogida.

Fecha: _____		Numero de recogida:						1	2	3	4
Código de zona	Peso en Kilogramos						Peso total	Tiempo empleado en la recogida			
	Plástico	Desechos Ordinarios	Desechos Orgánicos	Latas de Aluminio	Papel						
A01											
A02											
A03											
A04											
A05											
A06											
A07											
B01											
B02											
B03											
B04											
B05											
B06											
B07											
D01											
D02											
D03											
D04											
D05											
D06											
D07											
E01											
E02											
E03											
E04											
E05											
E06											
E07											
F01											
F02											
F03											
F04											
F05											
F06											
F07											
G01											
G02											
G03											

G04							
G05							
G06							
G07							
H01							
H02							
H03							
H04							
H05							
H06							
H07							
						Promedio	Promedio

Nota: Elaboración propia

Anexo 14: Arte para campaña de sensibilización.**Ilustración 17:Arte 1**

Ilustración 18:Arte 2

1.5 MILLONES DE ANIMALES MUEREN AL AÑO POR PLÁSTICO EN LOS OCÉANOS

REDUCE



Martin Scorsese



REUTILIZA



RECICLA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ilustración 19:Arte 3

la cantidad de calor que hemos
puesto en los océanos del
mundo en los últimos 25 años,
equivale a 3,600 millones de
explosiones de bombas
atómicas de Hiroshima



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ilustración 20:Arte 4

LA REGIÓN LATINOAMERICANA
CONTIENE UN 40% DE LAS ESPECIES
VEGETALES Y ANIMALES DEL PLANETA

CUIDALAS!!!!!!!

REDUCE



REUTILIZA



RECICLA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ilustración 21:Arte 5

LOS OCÉANOS
ABSORBEN MÁS DEL
90% DEL EXCESO DE
CALOR POR GASES
DE EFECTO
INVERNADERO

REDUCE



REUTILIZA



RECICLA



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ilustración 22:Arte 6

EL DETERIORO DEL MEDIO
AMBIENTE CAUSA 13 MILLONES
DE MUERTES ANUALES EN TODO
EL MUNDO

REDUCE



REUTILIZA



RECICLA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ilustración 23:Arte 7



Ilustración 24:Arte 8

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE POSEEN LAS MAYORES RESERVAS DE TIERRA CULTIVABLE DEL MUNDO

CUIDALAS!!!

REDUCE



REUTILIZA



RECICLA



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR