

TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental

“Diseño del plan de gestión integral de residuos sólidos de los centros de trabajo de La Uruca y oficinas centrales del edificio Autofores del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) en la Gran Área Metropolitana (GAM)”

Juan Pablo Artavia Jiménez

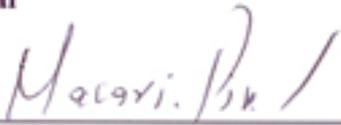
CARTAGO, Setiembre, 2015



“Diseño del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de los centros de trabajo de La Uruca y Oficinas Centrales del edificio Autofores de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) en la Gran Área Metropolitana (GAM)”

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica
como requisito parcial para optar por el título de
Ingeniero Ambiental con el Grado de Licenciatura

Miembros del Tribunal

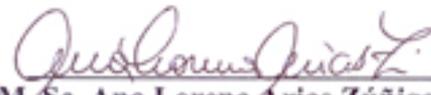

Ing. Macario Pino Gómez
Director


M.Sc. Joaquín Jiménez Antillón
Lector 1


M.Eng. Juan Carlos Salas Jiménez
Lector 2


Dr. Ing. Amb. Luis Guillermo Romero
Coordinador COTRAFIG


Dra. Floria Roa Gutiérrez
Directora Escuela de Química


M.Sc. Ana Lorena Arias Zúñiga
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

Han pasado muchos años desde que di mi primer paso a un mundo lleno de conocimiento y aprendizaje, deseando desde pequeño llegar a ser una persona que pudiera retribuirle algo al mundo.

Quiero dedicarle este logro a Dios y agradecerle también, por permitirme vivir y finalizar esta etapa, con grandes momentos de alegría, aprendizaje, fortaleza y éxito. Ha sido un camino duro, pero el objetivo se ha alcanzado.

Quiero agradecerle a mi familia, amigos y todos aquellos que han sido maestros, de diversas maneras, en mi formación como ser humano y profesional. Gracias por su apoyo incondicional y por creer siempre en mí, este logro es de ustedes también.

“El éxito es lo que nos da confianza para poner en práctica lo que el fracaso nos ha enseñado”

P. Carrasco

“Nunca mires hacia abajo a nadie a menos que le estés ayudando a levantarse”

Anónimo

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, que me abrió sus puertas para realizar este proyecto y aportar mis conocimientos como profesional. En especial, le agradezco a la comisión PGAI por confiar en mí e incorporarme dentro de su equipo de trabajo, tanto en la Práctica Profesional como en este proyecto. Su apoyo y sus consejos fueron fundamentales para alcanzar este logro.

A la Carrera de Ingeniería Ambiental por darme las herramientas y los conocimientos necesarios para forjarme como profesional, en especial a mi profesor tutor y amigo, Ing. Macario Pino Gómez; por guiarme, por creer en mí, por su paciencia y grandes consejos, le estaré eternamente agradecido

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	12
Abstract	13
1 Introducción	14
1.1 <i>Objetivos</i>	15
1.1.1 Objetivo general.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 Revisión de literatura	16
2.1 <i>Residuos</i>	16
2.1.1 Residuos Sólidos.....	16
2.1.2 Gestión de Residuos Sólidos.....	20
2.1.3 Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).....	24
2.1.4 Situación de los residuos sólidos en Costa Rica.....	26
3 Materiales y métodos	31
3.1 <i>Lugar de estudio</i>	31
3.1.1 Edificio Autofores, Monge y Anexos.....	31
3.1.2 Plantel “Carlos Segura Z”.....	32
3.2 <i>Estudio de generación y composición de residuos sólidos</i>	33
3.3 <i>Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos</i>	35
3.3.1 Formulación de la guía de operación y mantenimiento de los CAT.....	35
4 Resultados y discusión	36
4.1 <i>Gestión interna de los RS</i>	36
4.1.1 Cantidad y tipo de RS hallados en los Edificios Autofores, Monge y Anexos.....	36
4.1.2 Cantidad y tipo de RS hallados en el plantel “Carlos Segura Z”.....	52
4.2 <i>Gestión externa de los RS</i>	63
4.2.1 Almacenamiento de los RS en el edificio Anexos.....	63
4.2.2 Almacenamiento de los RS en el plantel “Carlos Segura Z”.....	64
4.3 <i>Valoración del espacio disponible en el CAT</i>	65
4.4 <i>Principales problemas encontrados en los sitios en estudio</i>	68

4.5	<i>Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos</i>	72
4.5.1	Objetivos del PGIRS.....	72
4.5.2	Diagnóstico Inicial	73
4.5.3	Diseño del Plan	76
4.5.4	Seguimiento y Monitoreo	86
4.5.5	Guía de operación y mantenimiento de los Centros de Acopio Temporal presentes en los Centros de Trabajo en estudio.....	88
5	Conclusiones y Recomendaciones	92
5.1	<i>Conclusiones</i>	92
5.2	<i>Recomendaciones</i>	93
6	Referencias	96
7	Apéndices	102
7.1	<i>Apéndice 1: Materiales y suministros requeridos para el trabajo de campo</i>	102
7.2	<i>Apéndice 2: Datos obtenidos en el pesaje efectuado en los Centros de Trabajo en estudio</i> 104	
7.3	<i>Apéndice 3: Caracterización del plástico en los Centros de Trabajo en estudio</i>	110
7.4	<i>Apéndice 4: Cálculo de las dimensiones del CAT y valoración del espacio disponible</i> ..	112
7.4.1	Edificio Autofores, Monge y Anexos	114
7.4.2	Plantel “Carlos Segura Z”	115
7.4.3	Residuos Orgánicos	116
8	Anexos	117
	Anexo 1: Formato para Programa de Gestión Integral de Residuos por parte de los generadores	117
	Anexo 2: Ficha técnica de las muestras de carcasa plástica de los hidrómetros	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclo de vida basado en la Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Adaptado de (U.S. Environmental Protection Agency, 2014)).....	19
Figura 2.2: Jerarquización del manejo de residuos sólidos. Adaptado de U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2013).....	21
Figura 2.4: Composición de los Residuos Sólidos Ordinarios en la GAM. (Adaptado de Magera (2006))	27
Figura 2.5: Pronóstico de Generación de Residuos Sólidos Ordinarios. (Tomado de CYMA (2008))	28
Figura 3.1: Ubicación del lugar de estudio en el distrito Carmen del cantón de San José, Costa Rica	32
Figura 3.2: Ubicación del lugar de estudio en el distrito Uruca del cantón de San José, Costa Rica	32
Figura 4.1: Recipientes usados para el acopio de RS en los edificios Monge, Autofores y Anexos.	37
Figura 4.2: Puesto de acopio de RS	38
Figura 4.3: Recipiente con averías de un puesto de acopio del edificio Anexos	39
Figura 4.4: Residuos almacenados en la bodega dispuesta como CAT ubicado en el edificio Anexos	40
Figura 4.5: Puesto de acopio sin identificación adecuada	41
Figura 4.6: Falta de concordancia del Código de color expuesto en los afiches con respecto al color real de cada recipiente	42
Figura 4.7: Puesto de acopio colocado en un sitio de poca visibilidad	42
Figura 4.8: Porcentajes de residuos pesados en el puesto de acopio del edificio Monge ...	44
Figura 4.9: Porcentajes de residuos pesados en los puestos de acopio del edificio Autofores	45
Figura 4.10: Porcentajes de residuos pesados en los puestos de acopio del edificio Anexos	47
Figura 4.11: Porcentajes de residuos pesados en el CAT ubicado en el edificio Anexos ..	49

Figura 4.12: Porcentajes totales de residuos pesados en el CT compuesto por los edificios Monge, Autofores y Anexos	50
Figura 4.13: Puesto de acopio del plantel "Carlos Segura Z" con el banner informativo en malas condiciones	54
Figura 4.14: Porcentajes de residuos pesados en los puestos de acopio del plantel "Carlos Segura Z"	56
Figura 4.15: Porcentajes pesados en el CAT del plantel "Carlos Segura Z"	57
Figura 4.16: Porcentajes totales de residuos pesados en el plantel "Carlos Segura Z"	58
Figura 4.17: RS especiales almacenados en el plantel "Carlos Segura Z"	60
Figura 4.18: Almacenamiento de la carcasa plástica de los hidrómetros	62
Figura 4.19: Plástico y metal almacenado en el edificio Anexos	63
Figura 4.20: CAT del plantel "Carlos Segura Z"	64
Figura 4.21: Ejemplo de residuos hallados en los puestos de acopio del edificio Autofores	69
Figura 4.22: Residuos mezclados en un recipiente de uno de los puestos de acopio del plantel "Carlos Segura Z"	70
Figura 4.23: Ejemplo de puesto de acopio con estructura metálica e identificación para cada RS ordinario	79
Figura 7.1: Balanza granataria utilizada para el pesaje de RS ordinarios en el estudio de composición y generación	102
Figura 7.2: Báscula de gancho utilizada para el pesaje de RS ordinarios en el estudio de composición y generación	102
Figura 7.3: Porcentajes totales de las categorías de plástico encontrados en los puestos de acopio de los Centros de Trabajo en estudio	111

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1: Clasificación de los residuos según su material de composición	17
Cuadro 2.2: Fuentes y tipos de residuos sólidos	20
Cuadro 2.3: Etapas de la GIRS	22
Cuadro 2.4: Factores, aspectos y actividades a considerar al desarrollar un PGIRS	24
Cuadro 2.5: Normativa ambiental de Costa Rica sobre la GIRS	30
Cuadro 4.1: Cantidad de recipientes disponibles para el acopio de RS ordinarios en el edificio Autofores, Monge y Anexos.....	36
Cuadro 4.2: Peso semanal promedio de los RS medidos en el edificio Monge (Período Marzo – Junio 2015)	43
Cuadro 4.3: Peso semanal promedio de los RS medidos en el edificio Autofores (Período Marzo – Junio 2015)	44
Cuadro 4.4: Peso semanal promedio de los RS medidos en el edificio Anexo (Período Marzo - Junio 2015)	46
Cuadro 4.5: Peso semanal promedio de los RS medidos en el CAT ubicado en el edificio Anexos (Período Marzo – Junio 2015).....	47
Cuadro 4.6: Peso total de los RS generados en el área de trabajo compuesto por los edificios Monge, Autofores, Anexos y el CAT (Período Marzo – Junio 2015).....	49
Cuadro 4.7: Proyección anual de los RS generados en los puestos de acopio de los edificios Monge, Autofores, Anexos y el CAT.	50
Cuadro 4.8: Cantidad de recipientes disponibles para el acopio de RS ordinarios en el plantel "Carlos Segura Z"	52
Cuadro 4.9: Peso semanal promedio de los RS medidos en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)	55
Cuadro 4.10: Peso semanal promedio de los RS medidos en el CAT ubicado en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015).....	56
Cuadro 4.11: Peso total de los RS generados en los puestos de acopio y CAT del plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015).....	58
Cuadro 4.12: Proyección anual de los RS generados en los puestos de acopio y el CAT del plantel "Carlos Segura Z".	59
Cuadro 4.13: Área total y volumen por compartimento del CAT	66

Cuadro 4.14: Volumen requerido por cada tipo de RS en el CAT	67
Cuadro 4.15: Generación de residuos	74
Cuadro 4.16: Identificación de debilidades y desafíos desde la jerarquización de los residuos	75
Cuadro 4.17: Programa de residuos por parte de los generadores	77
Cuadro 4.18: Programa de residuos por parte de los generadores	78
Cuadro 4.19: Código de color para la identificación de los RS ordinarios para el ICAA ..	80
Cuadro 4.20: Programa de residuos por parte de los generadores	81
Cuadro 4.21: Programa de residuos por parte de los generadores	83
Cuadro 4.22: Programa de residuos por parte de los generadores	85
Cuadro 4.23: Seguimiento y monitoreo anual	87
Cuadro 7.1: Características de la balanza granataria utilizada para el pesaje de RS ordinarios	102
Cuadro 7.2: Características de la báscula de gancho utilizada para el pesaje de RS ordinarios	103
Cuadro 7.3: Peso de los RS medidos en el edificio Monge (Período Marzo – Junio 2015)	104
Cuadro 7.4: Peso de los RS medidos en el edificio Autofores (Período Marzo – Junio 2015)	105
Cuadro 7.5: Peso de los RS medidos en el edificio Anexos (Período Marzo – Junio 2015)	106
Cuadro 7.6: Peso de los RS medidos en el CAT ubicado en el edificio Anexos (Período Marzo – Junio 2015)	107
Cuadro 7.7: Peso de los RS medidos en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)	108
Cuadro 7.8: Peso de los RS medidos en el CAT ubicado en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)	109
Cuadro 7.9: Categorías y aplicaciones del plástico	110
Cuadro 7.10: Peso de cada categoría de plástico encontrada en los puestos de acopio de los Centros de Trabajo en estudio (Período Marzo – Junio 2015)	111
Cuadro 7.11: Peso específico de los RS para cada categoría	113

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAT	Centro de Acopio Temporal
CT	Centro de Trabajo
EPA	Environmental Protection Agency
GAM	Gran Área Metropolitana
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
ICAA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
MADI	Programa de Manejo de Residuos Institucionales
ONG	Organización No Gubernamental
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PGAI	Programa de gestión Ambiental Institucional
PGIRS	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
PML	Producción Más Limpia
RS	Residuos Sólidos
SNAA	Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados
TEC	Tecnológico de Costa Rica
UNA	Universidad Nacional
UNEP	United Nations Environment Programme

RESUMEN

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, actualmente no cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos debidamente aprobado, por lo que se tienen muchos problemas en cuanto al manejo de los residuos sólidos generados en cada Centro de Trabajo (CT) de la institución. Con el objetivo de realizar el diseño de dicho Plan, se efectuó una caracterización y cuantificación de los residuos sólidos durante 3 meses. Como áreas de estudio, se eligieron dos sitios específicos: el primero conformado por los edificios Monge, Autofores y Anexos, ubicados en San José; y el plantel “Carlos Segura Z”, ubicado en La Uruca. En el primer lugar de estudio, el residuo con mayor cantidad en el período de caracterización establecido, tanto en los puestos de acopio como en la bodega utilizada como Centro de Acopio Temporal (CAT), fue el papel con 723,53 kg. Para el segundo caso de estudio, el residuo hallado en mayor cantidad, tanto en los puestos de acopio como en la bodega utilizada como CAT en el período establecido, fue el cartón con 275,63 kg. Se encontraron cantidades importantes de residuos de plástico, metal (aluminio y recipientes de conservas), tetrapack y orgánico, sin embargo sus cantidades no fueron tan representativas en comparación al papel y cartón. Se hallaron grandes cantidades de basura almacenada en los puestos de acopio, situación que se considera crítica en el estudio. Se valoró que se requieren al menos 8 m² de área para cada CAT, además, el espacio disponible de cada compartimento es apropiado para el almacenamiento de los RS, para un período de 30 días. Al finalizar el estudio, se concluyó que la población institucional no aplica buenas prácticas en el manejo de los residuos sólidos, y que se tiene mucho trabajo por realizar en cuanto a la presentación y uso de los puestos de acopio y de los CAT. Así mismo, se determinó que la implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y la incorporación de un ingeniero o gestor ambiental a la comisión Programa Gestión Ambiental Institucional (PGAI), serían las claves del éxito, para una gestión adecuada de los residuos sólidos por parte de la institución.

Palabras clave: Residuos Sólidos, Caracterización y cuantificación, Diseño del PGIRS, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

ABSTRACT

The Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers, currently does not have a Plan of Solid Waste Management duly approved, so, there are many problems in the management of solid waste generated in each work center of the institution. In order to realize this plan design, a characterization and quantification of ordinary RS for 3 months, and a study of findings in two work centers were performed. As study area, two specific sites were chosen: the first made up of Monge, Autofores and Anexos buildings, located in San Jose; and campus "Carlos Segura Z" located in Uruca. In the first study, the residue weighed in greater numbers in both collection stations and cellar used as a temporary storage center during the established period, was the paper with 723, 53 kg. For the second case of study, the residue found in greater amounts in both collection stations and cellar used as a temporary storage center during the established period, was the cardboard with 275, 63 kg. Significant amounts of waste plastic, metal, tetrapack and organic were found, but his percentages were not as representative as compared to paper and cardboard. Large amounts of waste stored in collection stations were found, which is the most critical situation evidenced in the study. At least 8 m² of area are needed for each temporary collection center, and the space available in each compartment of the temporary collection center, is suitable for storing Solid Waste in a monthly period, before collection. At the end of the study it concluded that the institutional population not apply best practices for the management of RS, and it has much work to do in terms of presentation and use of the collection stations and each temporary collection center. Likewise, it was determined that the implementation of a PGIRS and the incorporation of an enviromental enginner or a manager to the PGAI Commission, would be the key to success for proper management of solid waste from the institution.

Key words: Solid Waste, Characterization and quantification of solid waste, PGIRS Design, Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers.

1 INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos han sido históricamente un gran problema dentro del desarrollo de las ciudades a nivel mundial. Según el Banco Mundial (2013), su manejo es una cuestión de salud pública, de calidad de vida, del medio ambiente y de desarrollo económico. Conforme la población, el consumismo y la economía aumentan es necesario tener una visión compleja y multidimensional para gestionar la cantidad creciente de los residuos sólidos (Morgan, 2015). La gestión deficiente de los residuos sólidos provoca crisis y daños difíciles de mitigar, tanto para las personas como para el medio ambiente, por lo que los gobiernos, instituciones públicas y privadas, y demás organizaciones deben unir fuerzas en el desarrollo de las medidas necesarias para solventar esta problemática.

Según un estudio realizado en el año 2005, se determinó que para el año 2010, los 7 mil millones de personas en el mundo producirían más 2,5 billones de toneladas anuales, donde países de bajos recursos contribuirían a más del 50% de dicha cantidad, pero este valor se incrementaría por su crecimiento económico (Ali, Cotton, & Westlake, 2005).

De acuerdo con la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe, elaborada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), publicado en el año 2010, cada costarricense estaba produciendo en promedio 0.88 kg de residuos diarios (Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, & Terraza, 2010).

Si se multiplica este dato de generación por el número de habitantes que proyecta el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) para el año 2014 para el territorio nacional (4 713 168 habitantes), se obtendría una generación diaria estimada de 4.148 toneladas de residuos sólidos (Venegas Mata, 2014).

La situación de los residuos sólidos a nivel nacional y en instituciones como el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA), demuestra que es necesaria la optimización de los sistemas de gestión y trabajar en la concientización de sus colaboradores. Dados los problemas que pueden generarse a partir de una inapropiada gestión de residuos sólidos, países en desarrollo han identificado la necesidad de elaborar planes para dicha gestión, sin embargo, en ocasiones esto no es posible por falta de fondos o insuficiente capacidad institucional (ISWA International Solid Waste Association, 2012).

En vista de la situación anterior, se han formulado planes, programas y proyectos para el corto y mediano plazo, sin embargo, a nivel país se requiere una planeación que abarque períodos más extensos que permita la implementación óptima de las actividades de gestión de los residuos sólidos (Acurio, Rossin, Teixeira, & Zepeda, 1997). A falta de una planeación y estrategia definida para el ICAA en el tema de residuos sólidos, se determinó que la solución prioritaria era diseñar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), como herramienta que les permita solventar su problema debido al deficiente manejo de los residuos sólidos, y así disminuir su impacto al medio ambiente. Como una institución pilar en el desarrollo de Costa Rica, es necesario que sus actividades fomenten la protección y calidad del ambiente en todos sus aspectos.

Con este proyecto se pretendió facilitar un insumo de fácil aplicación para la institución, mediante el cual se pudiera capacitar y concientizar a la población institucional sobre la importancia de desarrollar una gestión integral de los residuos sólidos que se generan. Para la creación de este Plan, se realizó una caracterización de los residuos generados en dos sitios de trabajo. A partir de dicha actividad, se logró conocer los tipos y cantidades generadas en un plazo de 3 meses y por consiguiente, se logró formular una serie de programas, que tienen como propósito el mejoramiento del manejo actual de los residuos y del estado de los puestos de acopio disponibles. Además, se estableció una guía para la operación y mantenimiento de los Centros de Acopio Temporal (CAT) de la institución.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Diseñar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, para ser implementado en los Centros de trabajo de La Uruca y en oficinas centrales del Edificio Autofores del ICAA.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Determinar los tipos y cantidades de residuos sólidos encontrados en los puestos de acopio y Centros de Acopio Temporal de las áreas de trabajo en estudio.
2. Analizar el proceso de separación, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos dentro de las instalaciones de cada lugar de trabajo.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

En el siguiente capítulo, se definen los conceptos teóricos básicos, para la comprensión del tema de los residuos sólidos y su gestión. Se abordan tópicos que permiten entender el desarrollo de modelos de gestión, tecnologías y legislación, pertinentes al manejo integral de los residuos sólidos. Para una mejor comprensión, se abarcan conceptos y características de los Residuos Sólidos (RS), su gestión y aplicación de un PGIRS, además de su situación actual en Costa Rica.

2.1 RESIDUOS

Los mejores residuos son siempre aquellos que no se generan, por eso deben evitarse hasta donde sea posible. Nuestro planeta ha buscado la manera de asimilar de manera natural la gran cantidad de residuos que se generan. El ser humano en su búsqueda de desarrollo, ha provocado que el manejo de dichos residuos sea insostenible, por lo que en los últimos años los países han aumentado sus esfuerzos por obtener los métodos óptimos de gestión integral de residuos.

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) (2012), un residuo es “cualquier sólido, semisólido, líquido, material gaseoso contenido en recipientes o depósitos que sea desechado mediante abandono, sea inherentemente equivalente a un residuo, cumpla con la definición de municiones militares de desecho o sea reciclado”.

2.1.1 Residuos Sólidos

Para el año 2010, la región de América Latina y el Caribe (ALC) presentaba un 79% de su población viviendo en ciudades, lo cual incurre en una creciente cantidad de RS que deben ser recolectados, transportados, tratados y dispuestos de manera segura, con el objetivo de salvaguardar la salud de la población y al ambiente (Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, & Terraza, 2010).

Actualmente, las sociedades urbanas generan crecientes cantidades de residuos en detrimento de la calidad del medio ambiente. Los RS dentro de la sociedad son producto

natural de su cotidianeidad y su desarrollo económico. Lo ideal es preservar la calidad ambiental como un pilar de la calidad de vida.

De acuerdo con Brown Salazar *et al.* (2003), los residuos originados por las actividades efectuadas en las regiones urbanas, producen efectos indirectos por la demanda de energía y materiales, así como directos por la incorporación concentrada de materiales que deterioran las zonas periféricas.

2.1.1.1 Clasificación de los residuos sólidos

Existen diversas maneras de clasificar los RS, según sea el objetivo de estudio. La clasificación de los residuos brinda la posibilidad de conocer las tendencias de consumo de cierta gama de productos, determinar cantidades de recuperación potenciales y los métodos y tecnologías adecuados para su tratamiento.

Según el Departamento de Ambiente y Cambio Climático del gobierno de Nueva Gales Sur (2008), para una clasificación óptima, se deben considerar algunos principios básicos con el objetivo de realizar un manejo apropiado de los residuos. Por ejemplo, el panorama ideal es separar las mezclas de residuos antes de clasificarlos por cada tipo. Si la separación no es posible, entonces la mezcla se clasifica con el mayor tipo de peligrosidad presente. Además, dos o más tipos de residuos no deben mezclarse, con el fin de disminuir la concentración de contaminantes químicos. La dilución de contaminantes no se considera como un método de manejo de residuos aceptable.

Para este proyecto, se requiere clasificar los residuos de acuerdo a su composición, por lo que es necesario definir los diferentes tipos de residuos según su material, como se muestra en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Clasificación de los residuos según su material de composición

Material	Tipo de residuo
Orgánico	Son aquellos que provienen de un ser vivo. Por ejemplo: residuos de comida procesada y sin procesar, podas y recortes de jardín, madera, entre otros.
Inorgánico	Tierra, metales, piedras, hormigón, entre otros.
Incinerables	Todos aquellos que se pueden quemar de manera controlada para ser destruidos sin riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

Continuación del Cuadro 2.1

Material	Tipo de residuo
No incinerables	Son aquellos, que por su peligrosidad, combustión, toxicidad, volatilidad, no se deben incinerar. Por ejemplo: gasolina, insecticidas, entre otros.
Reciclables	Son aquellos residuos que, luego de ser usados, permiten ser reutilizados o transformados en materia prima para ser reinsertados en algún proceso productivo. Por ejemplo: papel, cartón, plástico, vidrio, entre otros.
No reciclables	Todos aquellos que por sus características o porque se encuentran contaminados no son aptos para un proceso de recuperación que garantice su reutilización o re inserción en un proceso productivo. Por ejemplo: papel y cartón sucio o engrasado, icopor (estereofón), medicamentos, productos químicos, entre otros.

(Fuente: (Salazar Falla, 2010))

Existen otras formas de clasificar los RS como lo son por su origen (domiciliar, industrial, comercial, institucional, público, entre otros); de acuerdo a su peligrosidad (tóxica, reactiva, corrosiva, radiactiva, inflamable e infecciosa); e inclusive por tipo de tratamiento al que serán sometidos (Martínez, 2005).

2.1.1.2 Ciclo de los residuos sólidos

Dentro de la GIRS, el conocimiento del ciclo de vida de un producto, desde el punto de vista de producción y consumo, es de vital importancia para su desarrollo adecuado (United Nations Environmental Programme, 2009).

En la Figura 2.1 se pueden apreciar las 5 etapas principales del ciclo de vida generalizado de un producto dentro de la GIRS. En orden, las etapas corresponden a la obtención de materia prima, manufactura, distribución, uso del producto y disposición final, donde, en esta última etapa, se proponen métodos de aprovechamiento y tratamiento de dicho producto al final de su vida útil, como lo son el reuso, reciclaje, compostaje, aprovechamiento energético o su disposición en un relleno sanitario.



Figura 2.1: Ciclo de vida basado en la Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Adaptado de (U.S. Environmental Protection Agency, 2014))

La reducción en el consumo y la inserción de materiales desechados dentro de un sistema productivo como sustituto de nueva materia prima, podría conducir a una reducción significativa de la generación de residuos al final del ciclo, con lo que se necesitarían menos esfuerzos y recursos para la disposición final de los residuos.

Resulta paradójico que dentro del sistema natural, los procesos biológicos sean cíclicos y altamente eficientes en el empleo de energía, en cambio, la mayoría de procesos productivos desarrollados, por los seres humanos son lineales y requieren consumir grandes cantidades de energía y recursos (Lund, 1996).

2.1.1.3 Fuentes de residuos sólidos

De acuerdo con Tchobanoglous, Theisen y Eliassen (1977), las fuentes de RS están, en general, relacionados con el uso de la tierra y la zonificación. El conocimiento de dichas fuentes y tipos de RS, junto con datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y operación de los elementos funcionales asociados con el manejo integral de los residuos.

En el Cuadro 2.2, se muestran los RS más comunes de acuerdo a la clasificación y características de cada tipo de fuente y sus generadores típicos.

Cuadro 2.2: Fuentes y tipos de residuos sólidos

Fuente	Generadores típicos	Residuos Sólidos
Residencial	Viviendas unifamiliares y multifamiliares.	Desechos de alimentos, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, desechos de jardín, madera, vidrio, metales, cenizas, residuos especiales (objetos voluminosos, electrónicos, electrodomésticos, baterías, aceite, neumáticos), y residuos peligrosos del hogar.
Industrial	Manufactura ligera y pesada, fabricación, obras de construcción, plantas químicas y de energía.	Residuos de limpieza, embalaje, residuos de alimentos, materiales de construcción y demolición, residuos peligrosos, cenizas, residuos especiales.
Comercial	Tiendas, hoteles, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de alimentos, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos
Institucional	Escuelas, hospitales, prisiones, instituciones gubernamentales.	Igual que el comercial.
Construcción y demolición	Nuevas obras de construcción, reparación de caminos, sitios de renovación, demolición de edificios.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, jardinería, parques, áreas recreativas, plantas de tratamiento de agua potable y residual.	Barrido de calles, adornos de árboles, desechos generales de parques, y otras áreas recreativas; lodos.
Procesos (manufactura, etc.)	Manufactura ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, plantas de energía, extracción y procesamiento de minerales.	Residuos industriales de procesos, materiales de desecho, productos fuera de especificación.
Agricultura	Cultivos, huertos, viñedos, lecherías, corrales de engorde, granjas.	Desechos de alimentos estropeados, desechos agrícolas, residuos peligrosos (pesticidas).

(Fuente: (Hoornweg & Thomas, 1999))

2.1.2 Gestión de Residuos Sólidos

Aproximadamente el 75% de la población mundial, reside en ciudades con tendencia al crecimiento, lo que repercute en el aumento de los RS; siendo estos uno de los factores que tienen un mayor impacto en el deterioro del medio ambiente (Fernández Colomina & Sánchez Osuna, 2007).

No existe un único método para gestionar adecuadamente todos los flujos de residuos (U.S. Environmental Protection Agency, 2013). Organizaciones como la EPA, han definido la jerarquización de los RS como estrategia para optimizar el manejo de los mismos. Dicha jerarquía hace hincapié en considerar distintas maneras de manejar los RS, estableciendo una preferencia mayor por la reducción y reutilización, seguido del reciclaje de RS y la

recuperación energética de los residuos y, finalmente, la aplicación de técnicas apropiadas de tratamiento y disposición final como método de menor preferencia, como se muestra en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Jerarquización del manejo de residuos sólidos. Adaptado de U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2013)

Según los mismos autores, el principal gasto en la gestión de los residuos sólidos se da en la recolección y transporte, pero con una mayor mecanización y dada la necesidad de la disposición adecuada de los mismos, los costos de dicha disposición serían más elevados. De igual manera, coinciden en que la práctica actual de los países de bajos ingresos es el vertido incontrolado y que podría tomar alrededor de 20 años o más, para tener una disposición sanitaria de los RS.

La GIRS, incluye varias etapas en las cuales, dependiendo de las condiciones de dichos residuos, estos podrían ser reciclados y aprovechados o, tendrían que enfrentar un tratamiento determinado para poder tener una disposición final adecuada.

En el Cuadro 2.3, se explican los conceptos básicos y aspectos a considerar para el desarrollo óptimo de cada etapa de la GIRS.

Cuadro 2.3: Etapas de la GIRS

Etapas	Descripción	Aspectos a considerar
Separación y manipulación de residuos en origen	La manipulación y la separación de residuos involucran las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que éstos sean colocados en contenedores de almacenamiento para su posterior recolección. (Rivera Valdés, 2003)	La separación en el origen es importante ya que no sólo se revalorizan los materiales recuperables, sino los recursos utilizados en su producción. (Quispe, 2010) El acto de separar los residuos en la fuente permite una mejor minimización de los residuos, utilización de los recursos y eliminación de residuos peligrosos. (Jun, Zhang, Yue, & Di, 2011)
Almacenamiento	En esta etapa los residuos se disponen temporalmente a la espera de su recolección, donde lo ideal es que los residuos se almacenen clasificados y en recipientes apropiados, por lo que esta etapa debe ser de corta duración para así reducir su exposición. (Rivera Valdés, 2003)	Para el almacenamiento interno de residuos, debe contarse con un sitio de almacenamiento central, y en caso de ser necesario, con sitios de almacenamiento intermedios, donde estos últimos se justifican cuando la organización presenta áreas grandes de generación o cuando se ubican en diferentes pisos de la edificación. (Universidad Pontificia Bolivariana, 2008) El almacenamiento es uno de los signos más visibles del éxito o fracaso de los sistemas de gestión de residuos sólidos. (United Nations Environment Programme, 2005)
Recolección	Se basa en la recolección de residuos sólidos y de materiales reciclables, sin embargo, su elemento funcional incluye el transporte de estos materiales al lugar donde se vacía el vehículo de recolección. (Rivera Valdés, 2003)	La frecuencia de recolección de los residuos sólidos ordinarios se define en función del clima del lugar donde se realiza la producción de los residuos sólidos. (Unidad de Planeación Minero Energética, 1998) En climas calientes, se recomienda recoger los residuos al menos dos veces por semana para controlar la aparición de vectores; además de considerar los olores causados por la descomposición y las cantidades acumuladas. (Caribbean Youth Environment Network (CYEN), (s.f.))
Separación y procesamiento	Esta etapa involucra la recuperación de materiales separados, la separación, el procesamiento de los componentes de los residuos sólidos, y la transformación del residuo sólido, que se produce principalmente en localizaciones fuera de la fuente de generación de residuos. (Rivera Valdés, 2003)	La separación de los diferentes elementos que se encuentran en los residuos sólidos es esencial para permitir la recuperación de materiales útiles, minimizando la cantidad de material enviado al relleno y permitiendo que los materiales reciclables puedan encontrar un nuevo uso. (Capel, (s.f.))

Continuación de Cuadro 2.3

Etapas	Descripción	Aspectos a considerar
Transferencia y transporte	Este elemento funcional comprende dos pasos: primero la transferencia de residuos desde un vehículo de recolección pequeño hasta un equipo de transporte más grande; luego, el transporte subsiguiente de los residuos, normalmente a través de grandes distancias, a un lugar de procesamiento o evacuación. (Rivera Valdés, 2003)	La gestión del transporte y transferencia de residuos sólidos es más difícil y compleja en un entorno urbano, debido a que la generación de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales-industriales y los materiales reciclables se lleva a cabo en todos los hogares, cada comercio e instalación industrial; así como en las calles y parques, donde los patrones de generación de residuos se han vuelto más difusos y la cantidad total de aumento de residuos, la logística de recogida y traslado se vuelven más complejos. (Ghiasinejad & Abdul, 2007)
Tratamiento	El tratamiento tiene como fin reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos generados que van para disposición final. (Rivera Valdés, 2003)	El tratamiento de los residuos sólidos incluye procesos físicos, químicos, biológicos y térmicos y, a su vez, distintos métodos y tecnologías, tales como la incineración con aprovechamiento de energía, biotransformación en compostaje y la producción de combustible auxiliar, reciclaje de los materiales para la reutilización de materia prima, etc; considerando que decidir entre un procedimiento u otro, o su combinación, supone considerar las limitaciones de cada uno, las condiciones socioeconómicas y los beneficios ambientales. (Gaggero & Ordoñez, (s.f.))
Disposición final	Esta es la última etapa en el manejo de los residuos, la cual consiste en el confinamiento definitivo de ellos en un lugar determinado. (Rivera Valdés, 2003)	La eliminación segura y fiable a largo plazo de los residuos sólidos es un elemento importante de la GIRS. Históricamente, los vertederos han sido el método más económico y ambientalmente aceptable para la disposición de residuos sólidos en la mayoría de los países; de igual forma, la incineración es el método de conversión térmica más aprovechado, donde se puede reducir el volumen original de la fracción combustible de los RS en aproximadamente 80 a 90 por ciento y, la recuperación de energía en forma de calor es otro atractivo característica del sistema de incineración; mientras, que para los materiales orgánicos biodegradables se someten a descomposición para la obtención de un material conocido como compost. (Guangyu, 2009)

2.1.3 Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

Un PGIRS es un paquete que consta de un sistema de gestión que incluye políticas (normativas, fiscales, etc), tecnologías (equipo básico y aspectos operacionales) y medidas voluntarias (sensibilización, reglamentos autónomos) (Prakash Chandak, 2009).

La autora sugiere que un sistema de gestión debe cubrir todos los aspectos del manejo de residuos, desde la generación hasta su recolección, transferencia, transporte, clasificación, tratamiento y disposición. Igualmente, considera que los datos e información sobre la caracterización de residuos y cuantificación, además del asesoramiento en la cuantificación y en la evaluación del sistema de gestión de RS actual, proporcionan la base necesaria para el desarrollo de un sistema de gestión específico.

El manejo inadecuado de los RS es una preocupación que crece cada día en los países en desarrollo, por lo que una gestión adecuada requiere la construcción y el establecimiento de instalaciones y maquinaria, con base en un plan de gestión adecuado (Shimura, Yokota, & Nitta, 2001).

En el Cuadro 2.4 se presentan los factores principales para el desarrollo adecuado del PGIRS, contemplando cada aspecto a considerar y las actividades más importantes a realizar.

Cuadro 2.4: Factores, aspectos y actividades a considerar al desarrollar un PGIRS

Factores	Aspectos a considerar	Actividades
Institucional (leyes y procedimientos)	¿Existen leyes y políticas adecuadas que permitan la implementación adecuada de un PGIRS?	<ul style="list-style-type: none">• Establecer una política nacional y leyes conformes al manejo de residuos sólidos y sus prácticas.• Identificar los roles y responsabilidades de las diferentes unidades del gobierno.• Asegurar que los gobiernos locales tengan la autoridad y recursos para implementar un PGIRS.

Continuación del Cuadro 2.4

Factores	Aspectos a considerar	Actividades
Social (costumbres, religión y educación)	¿Qué tipo de residuos se generan en la comunidad y cómo son gestionados?	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la participación ciudadana para obtener en todas las fases de planificación de la gestión para obtener conciencia de la comunidad y aceptación.
Financiero (financiamiento)	¿Dónde se puede obtener financiamiento para crear un sistema de gestión de residuos sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar fuentes de financiamiento como ingresos generales o tarifas a los usuarios, sector privado, gobierno, subvenciones de organismos internacionales y préstamos.
Económico (costos y creación de empleo)	¿Cuál es el costo de implementar varias actividades de gestión de residuos?	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular la inversión de capital inicial y a largo plazo, además de los costos de operación y mantenimiento asociados a las actividades de gestión de residuos. • Evaluar la posibilidad de pago de los usuarios por el servicio. • Evaluar las actividades basadas en la eficacia dentro del manejo de residuos y potencial de creación de empleo.
Técnico (locación y equipamiento)	¿Dónde se construiría un sitio de recolección y disposición de residuos y cuál equipo se necesitaría?	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir factores geológicos, distancias de transporte, proyección de generación de residuos sólidos y consideraciones de ubicación y diseño. • Determinar equipo necesario y formación académica requerida para realizar las tareas de gestión de residuos sólidos.
Ambiental (recursos naturales y salud pública)	¿El desarrollo de actividades de gestión de residuos sólidos afectaría al medio ambiente?	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los procedimientos para la conservación de las aguas subterráneas y agua potable. • Supervisar el cumplimiento de las normas nacionales para garantizar la salud pública.

Fuente: (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2002)

Un PGIRS debe contemplar medidas que permitan la gestión de RS de manera eficaz y eficiente, además que logre promover el desarrollo económico, la protección del medio

ambiente, la salud pública y la seguridad; y que permita un uso más práctico y beneficioso de los valores materiales y energéticos de los RS (HDR Engineering, Inc., 2010).

De igual forma, el PGIRS requiere una escritura que sea entendible para toda la organización, con el objetivo que todas las personas involucradas logren realizar las tareas requeridas y que se alcancen las metas planteadas.

2.1.4 Situación de los residuos sólidos en Costa Rica

Costa Rica ha buscado el mejoramiento de la gestión de RS en los últimos 25 años, con el fin de disminuir el impacto que estos generan al ambiente y de fortalecer la imagen de un país amigable con el ambiente.

Según el Programa de Competitividad y Medio Ambiente (CYMA) (2008), el país contó, en el año 1991, con el Plan Nacional de Manejo de Desechos de Costa Rica. Este no fue implementado ya que carecía de participación de ciertos sectores involucrados y ámbitos políticos.

Este programa afirma que con el paso de los años, la situación de la GIRS ha mejorado considerablemente con la participación del sector privado, Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y el sector académico. De igual forma, considera que los residuos han evolucionado en términos de cantidad, composición y complejidad, donde para el año 2006, se generaban 2,7 veces más residuos sólidos ordinarios que la cantidad proyectada para ese año, en el año 1990.

Como se mencionó anteriormente, cada costarricense estaba produciendo en promedio 0.88 kg de residuos diarios.

De acuerdo con Magera (2006), de los residuos generados en la Gran Área Metropolitana (GAM), aproximadamente el 55% de los residuos ordinarios son orgánicos y alrededor de un 38% son materiales valorizables como papel, cartón, plástico, metal y vidrio, como se muestra en la Figura 2.3.

Los porcentajes demuestran que se cuenta con aproximadamente 93% de RS ordinarios recuperables, que son generados en la GAM, por lo que se cuenta con suficiente material aprovechable para su re inserción en diversos procesos productivos.

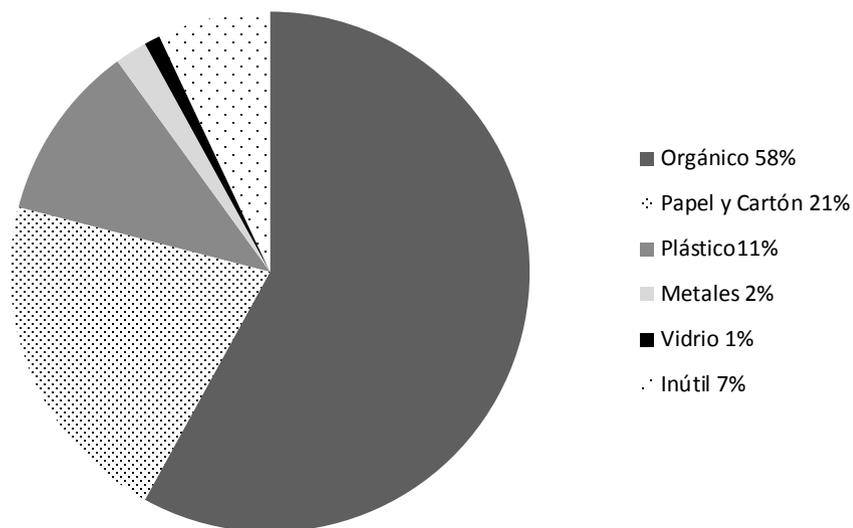


Figura 2.3: Composición de los Residuos Sólidos Ordinarios en la GAM. (Adaptado de Magera (2006))

Según lo indica el CYMA (2008) y una investigación conjunta realizada por el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional (UNA) (2013), en el país existen 36 vertederos y 8 rellenos sanitarios que siguen la legislación vigente: de éstos últimos, 6 se encuentran dentro de la GAM y 2 fuera de dicha zona; sin embargo, la vida útil de algunos de estos sitios está llegando a su fin. También se manejan problemas con la rectoría de la GIRS en el país, ya que no está claramente definida.

A nivel nacional sólo en el 2014, se generaron 4 mil toneladas diarias de RS Ordinarios, de los cuales un 75% fue dispuesto en rellenos sanitarios, mientras el restante 25% se dispuso en vertederos, ríos y lotes baldíos; además, con respecto al avance del cumplimiento de la Ley 8839 en el nivel local, 64 cantones (72%) cuentan con PGIRS y 47 (54%) cuentan con oficinas de gestión ambiental. Igualmente, 19 gobiernos locales (23%) realizan alguna separación de residuos para posterior recuperación y reciclaje (Central America Data, 2015). De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se presenta la necesidad de tomar una acción inmediata, para remediar el impacto que se da en el país por la deficiente gestión de los RS generados. Para efectuar dicha acción, se requiere conocer todos los aspectos que permitan generar una línea base, con la cual se pueda revertir el manejo deficiente hacia una gestión óptima y oportuna.

Uno de los tópicos más importantes a considerar es conocer la cantidad de residuos que se producen en el país en el presente año, y a futuro, con el objetivo de plantear las alternativas requeridas para desarrollar un manejo adecuado de los residuos.

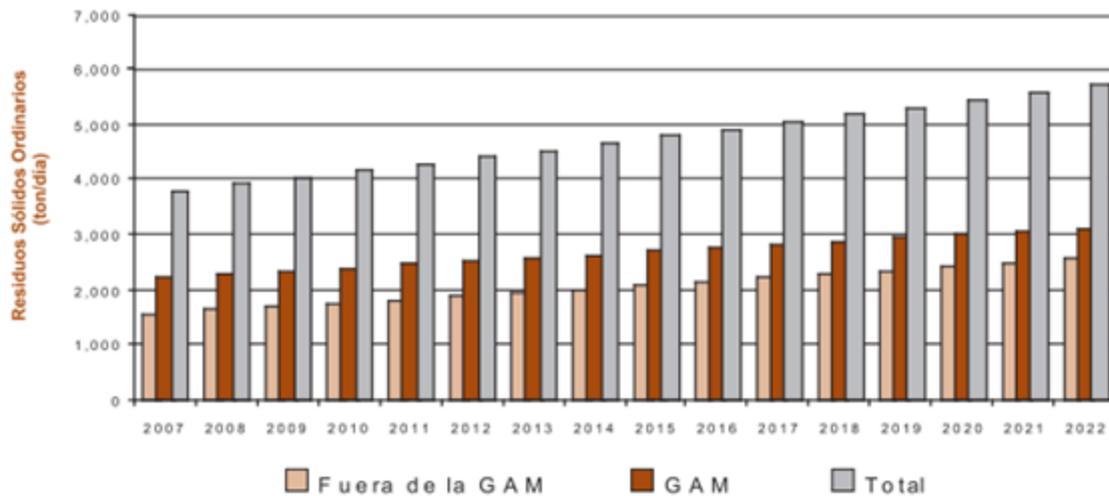


Figura 2.4: Pronóstico de Generación de Residuos Sólidos Ordinarios. (Tomado de CYMA (2008))

De acuerdo con la Figura 2.4, para el año 2015, Costa Rica está generando aproximadamente 5.000 toneladas diarias de residuos, lo cual implica que se deben tener métodos óptimos para que la gestión de los residuos sea la más apropiada.

Según lo indica Soto (2013), en Costa Rica se mantiene la tendencia de usar los rellenos sanitarios y botaderos para la disposición de los RS, donde los rellenos se consideran como una alternativa viable tanto a nivel económico como ambiental, mientras que esta actividad se desarrolle bajo condiciones controladas y se realice una correcta fiscalización.

Nuestro país requiere un cambio en la ideología sobre lo que representa el manejo de los residuos sólidos. De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda (2011) realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), de las 1.211.964 viviendas encuestadas sobre el manejo de los residuos sólidos, el 16,64% está botando sus residuos en huecos, lotes baldíos, ríos y quebradas, o los quema (Instituto Costarricense de Turismo (ICT), 2013).

Muchos aún consideran que disponer sus residuos en cualquier sitio no conlleva a ningún impacto hacia el medio ambiente, y otros, estiman que los rellenos sanitarios pueden abarcar cantidades infinitas de residuos, por lo que realizar una práctica como el reciclaje y la recuperación de materiales es completamente innecesario.

Parte de esta situación tiene como causa la cultura nacional. Se requiere trabajar aún más en el tema de sensibilización y concientización, con el objetivo que la población recapacite y se dé cuenta, de los beneficios que conlleva la gestión integral de los residuos sólidos.

2.1.4.1 Legislación Nacional sobre residuos sólidos

Costa Rica ha establecido una amplia normativa relacionada con la temática de residuos sólidos, cuya finalidad ha sido favorecer una gestión adecuada de los mismos, que propicie el desarrollo sostenible del país y por ende el mejoramiento de su calidad ambiental y social; sin embargo, dicha normativa se ha caracterizado por ser muy dispersa, y por no incorporar aspectos de importancia para la gestión integrada de dichos residuos (Bustillos Lemaire, 2010).

La situación descrita cambia radicalmente al aprobarse leyes como, la Ley para la Gestión Integral de los Residuos (Ley N° 8839), la cual implica un cambio de paradigma en cuanto al manejo de los residuos en Costa Rica, ya que brinda la oportunidad de realizar una gestión de los residuos que responda a una estrategia coherente, articulada, compuesta por herramientas novedosas y diversas, que posibilite realmente un manejo sostenible de los mismos.

Dentro de legislación de Costa Rica, se han establecido leyes, decretos, e inclusive adoptado convenios internacionales, con la finalidad de fortalecer y respaldar la GIRS. Es necesario mantener bajo vigilancia el cumplimiento del marco legal, para evitar la violación de la normativa ambiental y mantener la integridad del medio ambiente con respecto a los residuos sólidos.

A continuación se muestra, en el Cuadro 2.5, el listado de leyes, decretos y convenios internacionales aplicados a la GIRS. Esta normativa es de gran importancia ya que fortalece el cumplimiento y funcionamiento óptimo de la gestión de los RS.

Cuadro 2.5: Normativa ambiental de Costa Rica sobre la GIRS

Tipo de normativa	Descripción
Leyes	Código Municipal. Ley N° 7794 (1998)
	Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839 (2010)
	Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 (1995)
	Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 (1992)
	Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 (1998)
	Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Decreto Ejecutivo N° 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT (2001)
	Ley de Tránsito por Vías Públicas y Terrestres N° 7331 (1993)
	Ley de Construcciones N° 833 (1949)
	Código Penal
	Reglamentos y Decretos Ejecutivos
Reglamento sobre el manejo de basuras. Decreto Ejecutivo N° 19049-S (1989)	
Decreto Ejecutivo N° 33477-S (2007)	
Aprobación y declaratoria de interés público y nacional del Plan de Residuos Sólidos-Costa Rica (PRESOL). Decreto Ejecutivo N° 34647-S-MINAE (2008)	
Reglamento sobre la gestión de los desechos infecto-contagiosos que se generen en establecimientos que presten atención a la salud y afines. Decreto Ejecutivo N° 30965-S (2003)	
Reglamento sobre el manejo y control de gallinaza y pollinaza. Decreto Ejecutivo N° 29145-MAG-S-MINAE (2000)	
Reglamento de prohibición de importación de llantas usadas. Decreto Ejecutivo N° 24824-S (1995)	
Reglamento sobre Llantas de Desecho N° 33745-S (2007)	
Reglamento sobre Higiene Industrial. Decreto Ejecutivo N° 11492-SPPS (1980)	
Reglamento de Registro Sanitario de Establecimientos Regulados por el Ministerio de Salud. Decreto Ejecutivo N° 32161-S (2004)	
Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento del Ministerio de Salud. Decreto Ejecutivo N° 34728-S (2008)	
Reglamento sobre importación de materias primas, procesamiento, control de calidad, almacenamiento, uso, manejo seguro y disposición de desechos de bolsas tratadas con insecticida para uso agrícola. Decreto Ejecutivo N° 24456-MAG (1995)	
Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos. Decreto Ejecutivo N° 24715-MOPT-MEIC-S (1995)	
Reglamento para el Manejo de Productos Peligrosos. Decreto Ejecutivo N° 28930-S (2000)	
Decreto Ejecutivo N° 18887-S	
Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 37567	

Fuente: (Bustillos Lemaire, 2010)

3 MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se realizará una breve descripción de los sitios de estudio, además de mostrar la metodología empleada para la obtención de los resultados requeridos para el desarrollo de este proyecto.

3.1 LUGAR DE ESTUDIO

El ICAA cuenta con un sistema de regionalización, el cual se estableció para tener un mejor funcionamiento de sus dependencias a lo largo del país. Cada región está compuesta por diversos Centros de trabajo como planteles de operación y mantenimiento, planteles de potabilización y tratamiento de aguas residuales, agencias de servicios y oficinas administrativas, por lo que la institución decidió conformar comisiones Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) para cada región del país. En lo que respecta a la Gran Área Metropolitana (GAM), se designó la comisión en el año 2012, ya que la región está integrada por más de 50 Centros de trabajo, se optó por iniciar en los tres Centros de trabajo de mayor trascendencia debido a las múltiples actividades que se realizan en dichos sitios. Para este proyecto, se eligió trabajar en dos de los sitios mencionados: el edificio Autofores y el plantel “Carlos Segura Z”.

3.1.1 Edificio Autofores, Monge y Anexos

Este se encuentra en el centro de San José, sobre la avenida 10 y las calles 7 y 9. En este centro se realizan actividades administrativas, de logística; y en menor cantidad, operativas. Está conformado por tres edificios: el principal conocido como Autofores, y otros dos de menor tamaño conocidos como: edificio Anexos y edificio Monge. Cuenta con 458 empleados y el horario de trabajo va de las 7:45 am a las 3:45 pm. En la Figura 3.1 se presenta la localización de cada edificio.

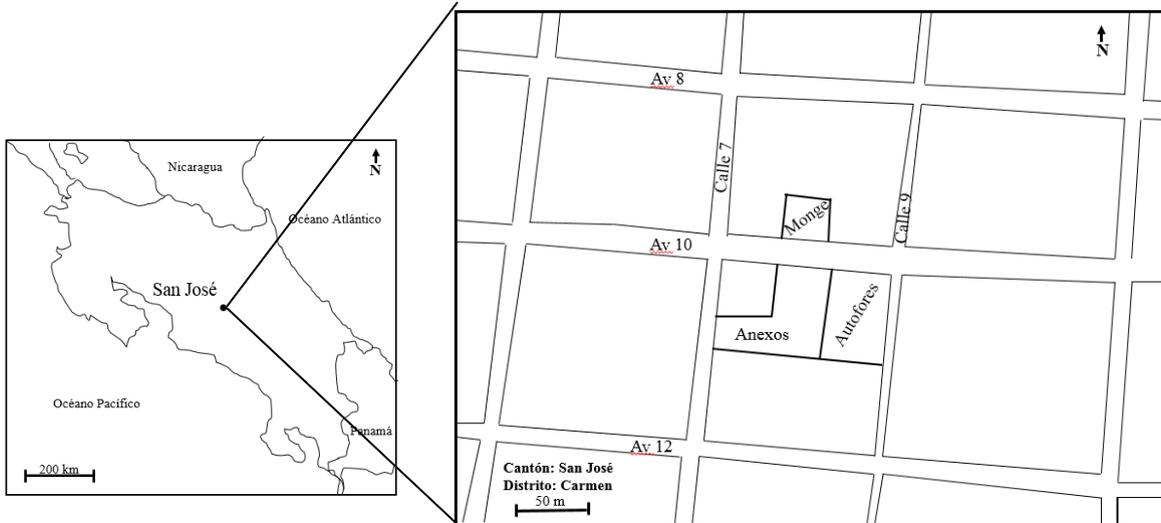


Figura 3.1: Ubicación del lugar de estudio en el distrito Carmen del cantón de San José, Costa Rica

3.1.2 Plantel “Carlos Segura Z”

Ubicado en el distrito de La Uruca, este plantel tiene bajo su cargo actividades como el chequeo y control de hidrómetros, control del servicio de agua potable, alcantarillado sanitario, bombeo, control de vehículos y maquinaria pesada institucional, para ciertas zonas de la GAM. Cuenta con 361 empleados y el horario de trabajo va de las 7:45 am a las 3:45 pm. En la Figura 3.2 se presenta la localización de este plantel.

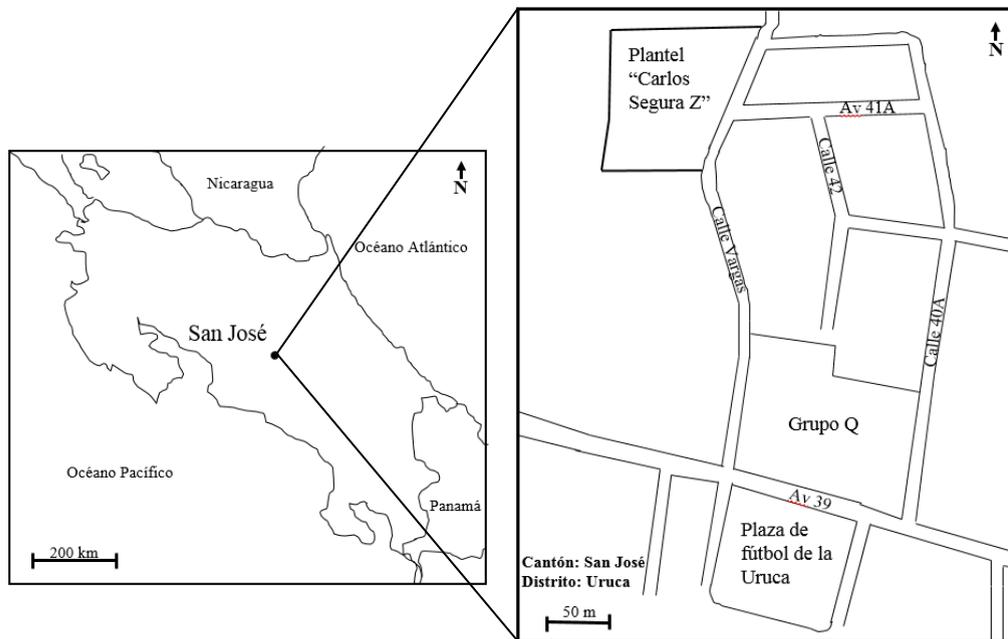


Figura 3.2: Ubicación del lugar de estudio en el distrito Uruca del cantón de San José, Costa Rica

3.2 ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para un estudio óptimo de la generación y composición de residuos sólidos, se adoptó ciertos componentes de la metodología aprobada por la Ley N° 8839, denominada: *Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*” (Venegas & Janssen, 2012). Lo anterior se realizó para brindar un sustento técnico y de normativa al procedimiento realizado.

El estudio de generación y composición contó con el apoyo de la Comisión PGAI tanto, para San José centro como, para La Uruca; en lo que corresponde a la logística y permisos respectivos para efectuar el procedimiento.

Inicialmente se realizaron conversaciones con varios miembros del personal de cada CT, en las cuales se evidenció la cultura de la institución con respecto a la gestión de RS. Además de estas consideraciones, se tomó en cuenta la observación de los aspectos más relevantes de diferentes ambientes y actividades, como lo son el ambiente físico (espacio físico destinado para edificios y zonas verdes, características de los sitios de acopio de los RS, situaciones de olores y vectores en los recipientes de recolección de residuos), ambiente social (comportamiento de la población sobre la gestión de los RS), acciones y otros aspectos de importancia (actividades realizadas por los misceláneos que recogen las bolsas de los recipientes de RS, y por los responsables de fiscalizar la gestión adecuada de los RS). Se determinó un período de pesaje semanal, durante 3 meses, dado que la acumulación de los RS ordinarios es más rápida, caso contrario a los residuos especiales. Se optó por realizar el pesaje el día jueves en Autofores, y el día viernes en el plantel de La Uruca, ya que el tamaño de los sitios en estudio y la cantidad de recipientes de RS, impidieron que se lograra aplicar el pesaje de ambos sitios en un solo día. Los días mencionados fueron seleccionados debido a que generalmente, son los días que se tienen establecidos para la recolección de los residuos por parte de las empresas encargadas de su gestión externa.

La ruta del estudio de generación y composición se inició en cada puesto designado por la comisión PGAI como punto de recolección de RS, además, se efectuó un conteo de la cantidad recipientes disponibles para el acopio de RS y una medición de sus respectivas dimensiones para conocer su capacidad de almacenamiento. Primeramente, se efectuó una revisión de cada recipiente con el objetivo de determinar si contenía los RS acordes a su rotulación, y si éstos se encontraban en condiciones aptas para almacenar RS. Una vez

realizada esta observación, se retiraron todos aquellos RS, que por sus características del material o por su condición, sólo podían catalogarse como basura. Ya con los materiales disponibles a recuperar, se acondicionaron aquellos que lo requirieran como por ejemplo, lavar, secar y aplastar botellas de plástico o envases de aluminio. Finalmente, se determinó el peso de cada material, con la báscula o la balanza granataria dependiendo de la cantidad de RS, y se anotó cada resultado en un cuadro establecido en la bitácora. En cuanto a los centros de acopio temporal, se usó únicamente la báscula de gancho debido a que las bolsas y embalajes eran de gran peso.

Al final de cada pesaje, tanto en los recipientes pequeños como en los centros de acopio temporal, se marcaron las bolsas con el objetivo de evitar la duplicación de pesaje y generar así, un sesgo que restara credibilidad al procedimiento realizado.

Obtenidos los pesos de los RS encontrados en los puestos de acopio durante los 3 meses, se calculó la cantidad de RS generados, tanto por tipo como en total. Se usó la cantidad total de RS para obtener la generación per cápita por cada CT, y las cantidades totales por cada tipo de RS se utilizaron para obtener el promedio mensual generado y una proyección anual de las cantidades de RS, con las que tendría que gestionar cada CT en estudio.

Además, se utilizó el software Minitab para el cálculo de estadística básica como valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar de los valores obtenidos en los pesajes de cada tipo de RS.

Fue necesaria la utilización de una báscula de gancho, balanza granataria, bolsas plásticas (para jardín) para recolectar los RS no recuperables (basura) presente en los contenedores de reciclaje para su pesaje, cinta adhesiva de color para marcar las bolsas ya pesadas, marcadores y lapiceros, bitácora de trabajo y equipo de protección: gabacha, lentes, guantes de látex. Las fotografías de los materiales y suministros requeridos para la realización del trabajo de campo, se muestran en el Apéndice 1.

Como evaluación del área que requiere cada CAT para su colocación en las instalaciones de los CT y del espacio que tiene cada compartimento para el almacenamiento de cada tipo de RS, se realizaron las mediciones respectivas del CAT, y se realizaron cálculos de área total de la estructura y el volumen de cada compartimento.

3.3 PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para la elaboración del PGIRS se usó como referencia la Ley N°8839. La estructura utilizada para el Plan se efectuó con base en el Anexo II del Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 37567, el cual se muestra en el Anexo 1.

Una vez finalizado el estudio de generación y composición de RS, se redactó el PGIRS en el cual se evidencian los principales desafíos a los que se enfrenta la institución actualmente y los lineamientos necesarios para la implementación óptima del PGIRS.

3.3.1 Formulación de la guía de operación y mantenimiento de los CAT

La Guía se realizó con el propósito de ser un producto anexo al PGIRS. Luego de observar y determinar los principales desafíos con el CAT, se optó por generar un documento con indicaciones de operación y mantenimiento, de fácil entendimiento y aplicación por parte de las personas encargadas de manejar los RS que llegan al CAT.

En cuanto a la operación, se consideró la cantidad de compartimentos para la disposición de los residuos, sus dimensiones, ubicación, diseño constructivo y sistema de seguridad. Para el mantenimiento, fue necesario tomar en cuenta el diseño constructivo, material que se dispone por compartimento, equipo a utilizar para un mantenimiento adecuado y los períodos de limpieza.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 GESTIÓN INTERNA DE LOS RS

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de la caracterización cuantitativa y cualitativa realizada en el CT compuesto por los edificios Monge, Autofores y Anexos en San José y en el plantel “Carlos Segura Z” de La Uruca, que demuestran la situación de la gestión de los RS del ICAA en la GAM.

4.1.1 Cantidad y tipo de RS hallados en los Edificios Autofores, Monge y Anexos

Para el almacenamiento de los RS generados, la comisión PGAI conformó puestos de acopio con diferentes recipientes, para una gestión ordenada y eficiente de dichos residuos, como se aprecia en el Cuadro 4.1, donde se observa, una alta cantidad de recipientes instalados, para el acopio de metal, plástico, papel y cartón. En el caso de los RS orgánicos y electrónicos, cuentan únicamente con 3 y 1 recipiente respectivamente, para todo el CT.

Cuadro 4.1: Cantidad de recipientes disponibles para el acopio de RS ordinarios en el edificio Autofores, Monge y Anexos

Tipo de recipiente	Ubicación	RS ordinario que almacena	Cantidad
Plástico	Edificio Monge	Metal (aluminio y conservas)	1
Plástico	Edificio Monge	Plástico	1
Plástico	Edificio Monge	Papel-Cartón	1
Plástico	Edificio Monge	Orgánico	1
Plástico	Edificio Autofores	Metal (aluminio y conservas)	6
Plástico	Edificio Autofores	Plástico	6
Plástico	Edificio Autofores	Papel-Cartón	6
Plástico	Edificio Autofores	Orgánico	2
Plástico	Edificio Anexo	Metal (aluminio y conservas)	3
Plástico	Edificio Anexo	Plástico	3
Plástico	Edificio Anexo	Papel-Cartón	3
Plástico	Edificio Anexo	Orgánico	1

Continuación del Cuadro 4.1

Tipo de recipiente	Ubicación	RS ordinario que almacena	Cantidad
Estañón	Edificio Anexo	Aluminio-Hojalata	1
Estañón	Edificio Anexo	Plástico	1
Estañón	Edificio Anexo	Papel	1
Estañón	Edificio Anexo	Cartón	1
Estañón	Edificio Anexo	Electrónicos	1

En la Figura 4.1 se muestran los recipientes metálicos (estañones) y de PVC, usados para el acopio de RS en los edificios Monge, Autofores y Anexos. En lo que respecta a los recipientes plásticos, su capacidad aproximada de almacenamiento es de 0,062 m³; para los estañones, su capacidad aproximada de almacenamiento es de 0,25 m³, de acuerdo a la medición realizada de las dimensiones de cada tipo de recipiente.



Figura 4.1: Recipientes usados para el acopio de RS en los edificios Monge, Autofores y Anexos.

De acuerdo a como se encontraron agrupados los recipientes mostrados, el sitio en estudio cuenta con un total de 11 puestos de acopio de RS. En su mayoría, los puestos de acopio se hallaron conformados por 3 recipientes: acopio de plástico, metal (aluminio y latas de conservas) y papel-cartón, como se muestra en la Figura 4.2.



Figura 4.2: Puesto de acopio de RS

En el caso de los recipientes para RS orgánicos, únicamente 4 puestos de acopio contaban dicho recipiente, lo que permitió determinar que en este CT no se genera tanta cantidad de residuos de esta clase. Sin embargo, se observó que tanto el personal como visitantes consumen frutas y otros alimentos en las zonas de espera o en los comedores institucionales que al no tener un recipiente para residuos orgánicos se están depositando los restos y sobras en otros recipientes, por lo que sería necesario incorporar más recipientes para residuos orgánicos en los restantes puestos de acopio.

Cabe destacar, que en algunas de las visitas para el pesaje de los RS, se encontraron residuos de tetrapack y vidrio, sin embargo, no se cuenta con recipientes para su acopio. De hecho, parte de la población institucional se acercó, para realizar la consulta sobre dichos residuos para encontrar alguna solución al respecto, ya que consideran necesaria la ubicación de estos recipientes en los centros de acopio.

Sobre la distribución de los puestos de acopio, el edificio Monge cuenta con un único puesto ubicado al ingreso del recinto. Para el edificio Autofores se cuenta con un puesto por piso y otro ubicado en el puesto de vigilancia localizado al costado Este del edificio, para un total de 6 puestos. Finalmente, el edificio Anexo cuenta con los restantes 4 puestos, siendo uno de estos el de estaciones de mayor capacidad.

Se revisó el estado de los puestos de acopio, donde se encontró que la mayoría de los recipientes plásticos se encuentran en óptimas condiciones para el almacenamiento de los RS, sin embargo, se encontraron algunos recipientes que no cuentan con la tapa giratoria, ya que está averiada o en el fondo del recipiente. Además, algunos recipientes plásticos presentan grietas en su zona lateral o inferior como se muestra en la Figura 4.3.



Figura 4.3: Recipiente con averías de un puesto de acopio del edificio Anexos

En el caso de este CT, sólo se ubicó un puesto con estañones dispuestos como recipientes de acopio de RS, los cuales se encuentran en condiciones adecuadas para su utilización.

Para los recipientes de acopio de metal (color amarillo) y plástico (color azul), se observó que se emplea una bolsa acorde a su color, en cambio, para los restantes recipientes como los de acopio de residuos orgánicos (gris claro) y papel-cartón (gris oscuro), se utilizan bolsas negras y en ocasiones verdes. En cambio, para los estañones se usan bolsas transparentes, de mayor resistencia que las de los recipientes plásticos.

En lo que respecta a la situación anterior, se ha considerado que lo ideal sería implementar bolsas transparentes para todos los recipientes, con el objetivo de observar todos los residuos que van dentro de las bolsas, ya que el uso de una bolsa de color imposibilita conocer el contenido que ésta tiene y en la mayoría de ocasiones, las bolsas son enviadas en condiciones inapropiadas al CAT, como se muestra en la Figura 4.4.



Figura 4.4: Residuos almacenados en la bodega dispuesta como CAT ubicado en el edificio Anexos

Lo anterior ha implicado que la persona encargada de la gestión del material que ingresa a dicha instalación, tenga que emplear tiempo extra en la separación de los residuos aprovechables o inclusive, el desecho total de la bolsa ya que todo lo que está en su interior se encuentra contaminado.

Se logró evidenciar que uno de los problemas más críticos de los puestos de acopio es la deficiente identificación que poseen, ya que carecen de rotulación apropiada para la población institucional. Ningún sitio cuenta con un rótulo visible que indique de manera general, que dicho sitio es un puesto de acopio de RS, como se observa en la Figura 4.5.



Figura 4.5: Puesto de acopio sin identificación adecuada

Además, la comisión optó por colocar afiches informativos con respecto a la gestión de los RS, sin embargo, el código de color de identificación de los recipientes para el acopio de los mismos, publicado en dichos afiches (Figura 4.6), no coincide con los recipientes que se están utilizando actualmente o, indica un color de identificación para residuos como el tetrapack y el vidrio, a pesar de no contar con recipientes disponibles para ambos. En el caso particular de los estañones, cuentan con una etiqueta puesta por una empresa que tenía un convenio con el ICAA, para la gestión de RS especiales, sin embargo, dicha etiqueta tampoco diferencia adecuadamente los colores de identificación para el acopio de cada tipo de RS.

Como se observa en la Figura 4.6, se indica que el plástico se identifica con el color amarillo, pero su recipiente es de color azul; el papel y cartón se identifican con el color negro, pero su recipiente es de color gris, y finalmente, el metal se identifica con el color rojo, pero su recipiente es de color amarillo.



Figura 4.6: Falta de concordancia del Código de color expuesto en los afiches con respecto al color real de cada recipiente

Otra situación preocupante observada fue la ubicación de los puestos de acopio, donde la mayoría, se encontró en sitios prácticamente ocultos o alejados, como esquinas al final de los pasillos e inclusive, detrás de estructuras como columnas como se muestra en la Figura 4.7.

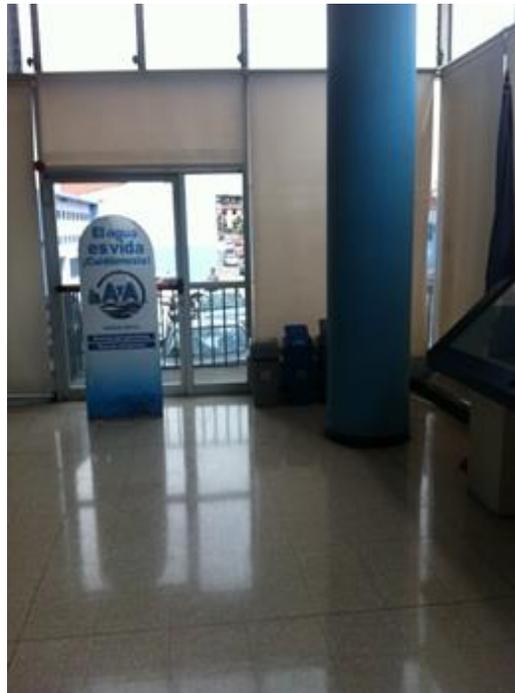


Figura 4.7: Puesto de acopio colocado en un sitio de poca visibilidad

4.1.1.1 Generación de RS

En el CT laboran 458 personas, dato brindado por el departamento de Capital Humano, se alcanzó a determinar una generación per cápita de RS de 0,039 kg/persona/día, de los residuos que son depositados en los puestos de acopio.

De acuerdo al objetivo que tiene el proyecto de diseñar un PGIRS, la información referente a la cantidad de los RS generados proporciona una valiosa información al plan, ya que se sabría la cantidad de RS a manejar y poder determinar los recursos necesarios y metodologías apropiadas para aplicar una gestión integral para los RS.

4.1.1.2 Composición de los RS

Aplicando la metodología de clasificar los RS según su tipo, se determinó la composición para esta área en estudio. Se aplicó esta metodología para determinar los patrones de generación a lo largo de 3 meses. Para una mejor visualización de los resultados obtenidos, se muestra la caracterización para el edificio Monge en el Cuadro 4.2, para el edificio Autofores en el Cuadro 4.3, para el edificio Anexos en el Cuadro 4.4, y para la bodega utilizada como CAT en el Cuadro 4.5. Los valores obtenidos en cada pesaje se muestran en el Apéndice 2.

Cuadro 4.2: Peso semanal promedio de los RS medidos en el edificio Monge (Período Marzo – Junio 2015)

Peso de RS (kg)				
	Orgánico	Metal	Plástico	Basura
Valor mínimo	0	0	0	0
Valor máximo	0,1062	0,4856	0,4036	1,50
Promedio semanal	0,0207 ± 0,0331	0,13 ± 0,17	0,12 ± 0,13	0,44 ± 0,42
Total generado (kg)	0,2479	1,60	1,46	5,31

Con respecto a la caracterización realizada en el edificio Monge, como se muestra en el Cuadro 4.2, se encontraron cantidades considerablemente bajas, dado que el edificio cuenta únicamente con un puesto de acopio. La cantidad de basura hallada en los recipientes del acopio es muy alta en comparación a los demás residuos, dado que durante el pesaje, los recipientes contenían residuos no recuperables como servilletas o conos de papel para beber

agua. Igualmente, se hallaron residuos dentro de su recipiente respectivo, pero que estaban contaminados por una disposición incorrecta de los mismos, generalmente con restos de alimentos ya en descomposición u otras sustancias.

En la Figura 4.8 se muestran las proporciones obtenidas por cada tipo de residuo pesado para el edificio Monge.

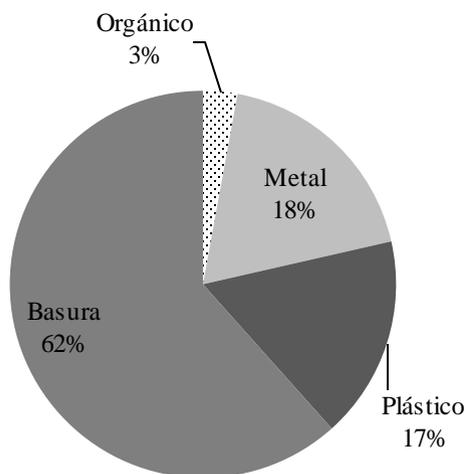


Figura 4.8: Porcentajes de residuos pesados en el puesto de acopio del edificio Monge

Para el edificio Monge, según la Figura 4.8, el principal residuo generado fue basura, seguido del metal, plástico y finalmente el residuo orgánico. El porcentaje tan alto de basura evidencia la falta de conciencia sobre el uso de los recipientes del puesto de acopio.

Cabe destacar que en la zona donde se encuentra el puesto no hay un recipiente designado para la basura, lo que fomenta a que las personas que pasan por el sitio, depositen residuos no recuperables en cada uno de los recipientes.

Cuadro 4.3: Peso semanal promedio de los RS medidos en el edificio Autofores (Período Marzo – Junio 2015)

Peso de RS (kg)						
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Orgánico	Basura
Valor mínimo	0	0	0,01	0,0874	0	0
Valor máximo	8,34	6,07	0,69	2,4974	0,1248	0,95
Promedio semanal	4,07 ± 2,70	1,55 ± 1,65	0,19 ± 0,22	0,94 ± 0,67	0,0127 ± 0,0357	0,28 ± 0,29
Total generado (kg)	48,89	18,56	2,25	11,24	0,1526	3,35

En el caso de Autofores, según el Cuadro 4.3, el papel fue el residuo encontrado en mayor cantidad debido a que es el edificio con más oficinas y actividades administrativas. Cabe destacar que la cantidad de papel pesado corresponde únicamente a lo que fue depositado por las personas al pasar por el puesto, ya fuera periódicos, documentos pequeños o impresiones fallidas de los puestos de impresión colocados en algunos pasillos del edificio. Con respecto al cartón, este corresponde a cajas que contenían las resmas de papel u otros artículos de oficina. El problema con este residuo se presentó por ser depositado a un lado del puesto de acopio, ya que las cajas no caben en el recipiente designado para el acopio del papel. Únicamente caben pequeños trozos del mismo y el resto, era apilado, lo que ocasiona que el puesto de acopio sea desordenado y genere malestar en el personal.

En el caso del plástico, se hallaron principalmente botellas de refresco, agua u otros alimentos como yogurt.

En la Figura 4.9 se muestran las proporciones obtenidas por cada tipo de residuo pesado en el edificio Autofores, donde se observa que el residuo encontrado en mayor porcentaje es el papel, seguido del cartón y el plástico. En cuanto a la basura, es el 4% de los residuos pesados, lo que evidencia que existe un mal manejo de los recipientes de los puestos de acopio.

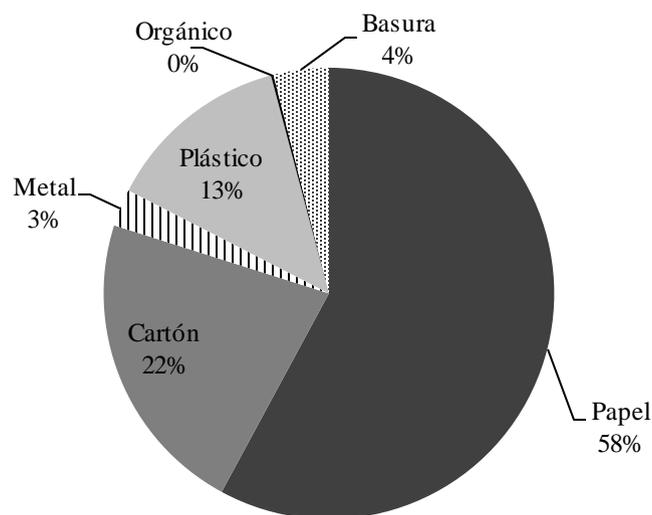


Figura 4.9: Porcentajes de residuos pesados en los puestos de acopio del edificio Autofores

En lo que respecta al residuo orgánico, este tiende a 0% ya que las cantidades son muy pequeñas en comparación a los demás RS pesados, y a pesar del consumo de frutas y

alimentos por parte del personal, la mayoría de residuos y sobras se depositan junto con la basura y no en su respectivo recipiente, como se muestra en la Figura 4.9.

Cuadro 4.4: Peso semanal promedio de los RS medidos en el edificio Anexo (Período Marzo - Junio 2015)

Peso de RS (kg)							
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Electrónicos*	Orgánico	Basura
Valor mínimo	0	0	0,0132	0,2094	0	0	0
Valor máximo	17,00	5,52	4,19	3,9244	26,5	0,5756	7,45
Promedio	4,94 ±	2,28 ±	1,18 ±	1,15 ±	6,58 ± 9,07	0,08 ± 0,17	1,62 ±
semanal	5,32	1,97	1,45	1,21			2,04
Total generado (kg)	59,34	27,42	14,14	13,77	79,00	0,9764	19,46

*: Residuo Especial

En lo que respecta al edificio Anexos, según el Cuadro 4.4, se hallaron cantidades considerables de cada categoría de RS. Particularmente, uno de los RS encontrados en mayor cantidad fueron los electrónicos, pero estos están categorizados como especiales.

Este residuo se pesó ya que se tenía un estañón para su acopio junto a los demás recipientes, el cual fue colocado por la comisión PGAI debido a que en este edificio se encuentra el departamento de Tecnologías de Información. Este departamento se encarga de la revisión y mantenimiento del equipo de cómputo, impresoras, entre otros; por lo que la cantidad de residuos como cartuchos, kits de limpieza o accesorios, se generan en cantidades apreciables.

En cuanto al resto de residuos, se presentó un patrón similar al del edificio Autofores. El papel estaba conformado principalmente por periódicos, documentos pequeños o impresiones fallidas. El cartón provenía de cajas grandes de almacenamiento de artículos de limpieza, resmas de papel y artículos de oficina.

Con respecto al plástico, se encontró principalmente botellas de refresco, agua o yogurt, galones de jabón o desinfectante, y bolsas. El metal estaba conformado principalmente por latas de refresco y latas de alimentos.

El edificio cuenta con algunos recipientes para el depósito de basura, sin embargo, este residuo se encontró mayormente en el puesto de acopio conformado por estañones. Al igual que en los puestos de los otros edificios, se halló grandes cantidades de servilletas usadas y

conos para beber agua, recipientes plásticos y de aluminio con restos de alimentos en descomposición.

En la Figura 4.10, se muestran las proporciones obtenidas por cada tipo de residuo pesado en el edificio Anexos.

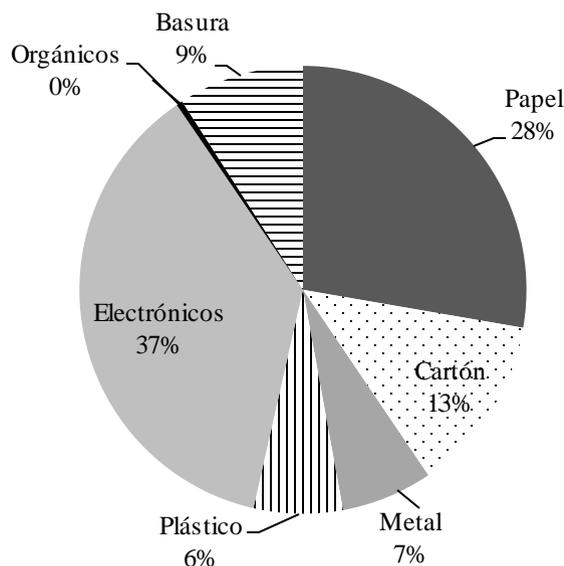


Figura 4.10: Porcentajes de residuos pesados en los puestos de acopio del edificio Anexos

Para el edificio Anexos, según la Figura 4.10, el principal residuo generado fue electrónico, seguido del papel. Los demás porcentajes como cartón, metal, plástico y basura, son bajos comparados con los dos anteriores, a pesar de haber encontrado cantidades considerables de dichos residuos.

Cuadro 4.5: Peso semanal promedio de los RS medidos en el CAT ubicado en el edificio Anexos (Período Marzo – Junio 2015)

Peso de RS (kg)		
	Papel	Cartón
Valor mínimo	7,50	7,00
Valor máximo	231,80	44,10
Promedio semanal	51,27 ± 65,80	12,35 ± 13,70
Total generado (kg)	615,30	148,20

En lo que se refiere al CAT, la bodega ha sido útil para el almacenamiento de papel y cartón, como se observa en el Cuadro 4.5. A diferencia de los RS encontrados en cada puesto de

acopio en cada edificio, las bolsas que ingresan a dicha bodega contienen residuos generados a lo interno de cada oficina.

Como política se ha implementado que cada trabajador tenga una caja de cartón individual para el depósito de papel, y cada cierto tiempo se realiza la recolección de dicho material y su posterior envío a la bodega.

Debido a la gran cantidad de procesos administrativos en los 3 edificios, se suele generar grandes cantidades de residuos de papel. Como parte del protocolo institucional, se deben generar de 2 a 3 copias por documento dependiendo del proceso que se esté gestando.

Aquellos documentos que sean oficiales deben ser almacenados por una cantidad determinada de años, y cuando se cumple ese período, todo ese papel tiene que ser desechado.

El problema observado con la bodega dispuesta como CAT es que no tiene la capacidad suficiente para recibir tanto material, además que este debe ser separado en diferentes clases de papel de acuerdo a los requerimientos que impone la empresa Kimberly Clark, para su recepción.

Otra situación que generó problema durante el período de pesaje fue el acceso al material para su pesaje, ya que si el encargado no se encontraba en el edificio, no había acceso a la bodega. Igualmente, si el material no se encontraba debidamente separado y sin basura, este no podía ser cuantificado.

Dada esta situación, de las 12 semanas propuestas para realizar el pesaje, únicamente se logró la cuantificación en 5 de ellas. A pesar de esto, se logró el pesaje de importantes cantidades de ambos residuos, siendo el papel el material que se recibió en mayor porcentaje, como se muestra en la Figura 4.11.

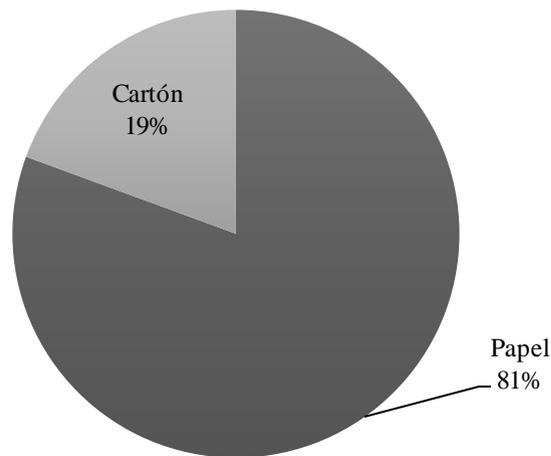


Figura 4.11: Porcentajes de residuos pesados en el CAT ubicado en el edificio Anexos

Luego de efectuar los análisis de los puestos de acopio de cada edificio y del CAT ubicado en el edificio Anexos, se calculó la totalidad de cada RS pesado durante el período establecido de 3 meses.

Cuadro 4.6: Peso total de los RS generados en el área de trabajo compuesto por los edificios Monge, Autofores, Anexos y el CAT (Período Marzo – Junio 2015)

Peso real de Residuos Sólidos (kg)						
Papel	Cartón	Metal	Plástico	Electrónicos	Orgánicos	Basura
723,53 ±	194,18 ±	17,99 ±	26,47 ±	79,00 ± 30,51	1,3769 ±	28,12 ±
109,59	51,78	12,18	7,71		0,6891	13,71

La cantidad total de residuos, según el Cuadro 4.6, encontrados en los puestos de acopio durante el período establecido, fue de 1070,67 kg.

Se evidenció claramente que el papel es el residuo de mayor generación en el CT, seguido del cartón. Se obtuvo cantidades importantes de cada categoría de residuo, sin embargo en comparación con el papel, sus porcentajes son muy bajos.

Únicamente el residuo orgánico no representó una cantidad considerable, por lo que su porcentaje tendió a 0%, como se observa en la Figura 4.12. Esta situación se presentó ya que a pesar que el personal tiene un considerable consumo de frutas y alimentos dentro de las instalaciones del CT, la mayoría de los residuos orgánicos generados son depositados en

la basura y no en su recipiente correspondiente, por lo que al revisar cada puesto de acopio, la cantidad hallada de residuos orgánicos fue mínima.

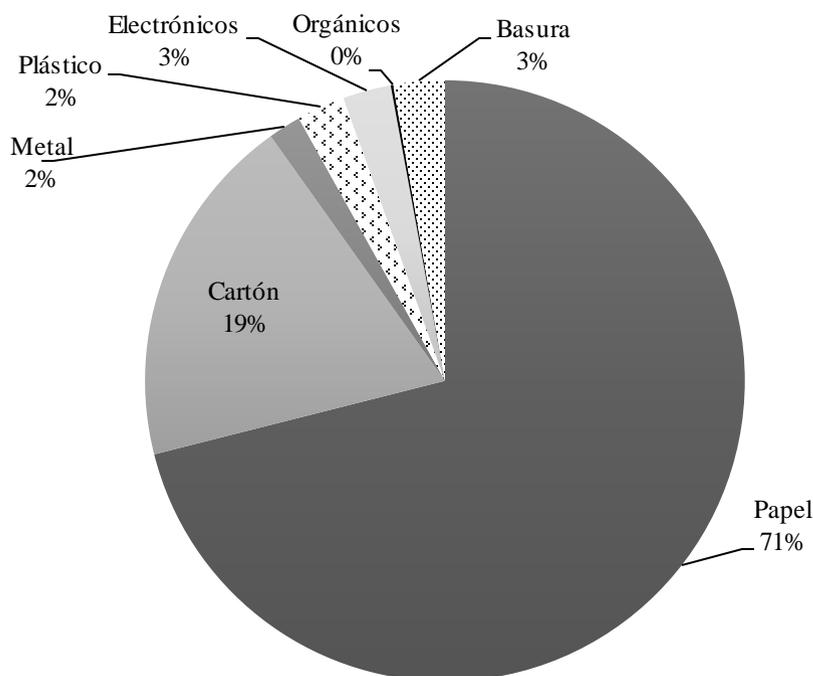


Figura 4.12: Porcentajes totales de residuos pesados en el CT compuesto por los edificios Monge, Autofores y Anexos

En el Cuadro 4.7, se observa el promedio mensual y anual de generación de cada residuo, con el propósito de determinar una proyección anual de la cantidad de residuos generados en los puestos de acopio de cada edificio.

Cuadro 4.7: Proyección anual de los RS generados en los puestos de acopio de los edificios Monge, Autofores, Anexos y el CAT.

Peso real de Residuos Sólidos (kg)							
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Electrónicos	Orgánico	Basura
Promedio mensual	241,15 ± 36,53	64,73 ± 17,26	6,00 ± 4,06	8,82 ± 2,57	26,33 ± 10,17	0,4590 ± 0,2297	9,37 ± 4,57
Promedio anual	2893,80 ± 438,36	776,76 ± 207,12	72,00 ± 48,72	105,84 ± 30,84	315,96 ± 122,04	5,5080 ± 2,7564	112,44 ± 54,84

En el Cuadro 4.7, se presenta la proyección realizada, dando como resultado un total de 3 toneladas aproximadamente de residuos de papel. En cuanto al resto de residuos, cartón, plástico y el caso especial de los electrónicos, se presentarían cantidades importantes, para lo cual se debe disponer de las condiciones apropiadas para gestionar dichos residuos.

El residuo que requiere mayor atención es la basura encontrada en los puestos de acopio, de tal manera que se obtenga la mayor reducción posible, y así evitar su presencia en los puestos de acopio.

4.1.2 Cantidad y tipo de RS hallados en el plantel “Carlos Segura Z”

Dadas las condiciones de operación de este plantel, en donde se da un gran flujo de personal durante el día debido a la modalidad de trabajo que se realiza, la comisión PGAI optó por la ubicación de puestos de acopio con diferentes recipientes, para una gestión ordenada y eficiente de los residuos generados en este CT, como se muestra en el Cuadro 4.8.

Como se observa en dicho cuadro, el sitio en estudio cuenta con un total de 5 puestos de acopio de RS compuestos por recipientes, destinados en su mayoría, para el acopio de metal, plástico, papel y cartón. En el caso del tetrapack se cuenta únicamente con 2 recipientes, para todo el CT. El residuo orgánico no cuenta con recipientes para su acopio, a pesar de ser un tipo de residuo encontrado comúnmente, dado el consumo de frutas u otros alimentos entre los miembros del CT.

Cuadro 4.8: Cantidad de recipientes disponibles para el acopio de RS ordinarios en el plantel "Carlos Segura Z"

Tipo de recipiente	Ubicación	RS ordinario que almacena	Cantidad
Plástico	Bombeo	Metal (aluminio y conservas)	1
Plástico	Bombeo	Plástico	1
Plástico	Bombeo	Papel-Cartón	1
Plástico	Alcantarillado Sanitario	Metal (aluminio y conservas)	1
Plástico	Alcantarillado Sanitario	Plástico	1
Plástico	Alcantarillado Sanitario	Papel-Cartón	1
Plástico	Enfermería	Metal (aluminio y conservas)	1
Plástico	Enfermería	Plástico	1
Plástico	Enfermería	Papel-Cartón	1
Estañón	Transportes	Papel	1
Estañón	Transportes	Plástico	1
Estañón	Transportes	Tetrapack	1
Estañón	Transportes	Aluminio-Hojalata	1
Estañón	Baños para cuadrillas	Papel	1
Estañón	Baños para cuadrillas	Plástico	1
Estañón	Baños para cuadrillas	Tetrapack	1
Estañón	Baños para cuadrillas	Aluminio-Hojalata	1

Dado que se usan los mismos tipos de recipientes para el acopio de RS que se encuentran en el otro sitio en estudio, la capacidad de almacenamiento aproximada de los recipientes plásticos es de 0,062 m³; para los estañones, su capacidad de almacenamiento aproximada es de 0,25 m³, de acuerdo a la medición realizada de las dimensiones de cada tipo de recipiente.

El plantel no cuenta con recipientes para el acopio de vidrio, lo cual requiere solución ya que en ciertas rutinas de pesaje, se halló este tipo de residuo dispuesto en alguno de los recipientes de acopio.

Sobre la distribución de los puestos de acopio, dado que el plantel cuenta con diversos espacios comunes entre los edificios, se colocaron dichos puestos en aquellas zonas con mayor tránsito, como pasillos o contiguo a los edificios mencionados en el cuadro 4.8. Únicamente el edificio de Alcantarillado Sanitario cuenta con un puesto dentro de sus instalaciones.

Se revisó el estado de los puestos de acopio, donde se encontró que la totalidad de los recipientes están en condiciones para el almacenamiento de los RS, sin embargo, se debe mantener vigilancia sobre los estañones ya que algunos presentan deterioro por herrumbre.

En cuanto a las bolsas utilizadas en los recipientes, todos los recipientes plásticos cuentan con bolsa de color negro, caso contrario a los puestos del otro sitio en estudio, y los estañones cuentan con bolsa transparente, de mayor resistencia que las de los recipientes plásticos. Por lo anterior, se ha considerado que lo ideal sería implementar bolsas transparentes para todos los recipientes, con el objetivo de observar todos los residuos que van dentro de las mismas.

Se logró evidenciar el problema crítico de la deficiente identificación de los puestos de acopio, ya que no cuentan con identificación apropiada, de tal forma que la población institucional esté claramente ilustrada. Ningún sitio cuenta con un rótulo visible que indique de manera general, que dicho sitio es un puesto de acopio de RS.

La comisión optó por colocar afiches informativos sobre gestión de RS, e inclusive se instaló un banner sobre el puesto de acopio ubicado en el sector de los baños para cuadrillas, sin embargo, este se encontró bastante deteriorado y mal colocado, como se muestra en la Figura 4.13.



Figura 4.13: Puesto de acopio del plantel "Carlos Segura Z" con el banner informativo en malas condiciones

Con respecto a los colores definidos en los afiches o en las etiquetas para la identificación de cada recipiente, no hay coincidencia con el color que poseen dichos recipientes.

4.1.2.1 Generación de los RS

De acuerdo a los valores obtenidos en los pesajes, y dado que el plantel cuenta con 361 trabajadores, dato brindado por el departamento de Capital Humano, se determinó una generación per cápita de RS de 0,020 kg/persona/día. Al igual que en el otro sitio en estudio, el plantel no cuenta con información específica sobre la cantidad de RS que se recolectan.

4.1.2.2 Composición de los RS

Aplicando la metodología de clasificación de los RS según tipo, se determinó la composición específica para este CT.

Se aplicó esta metodología para determinar los patrones de generación a lo largo de 3 meses, donde fue necesaria la utilización de la báscula de gancho y la balanza granataria para la determinación del peso real de cada residuo; en el caso de la báscula para las bolsas con mayor cantidad de RS y la balanza granataria, para residuos encontrados en menores cantidades.

Los resultados de los pesajes para el plantel “Carlos Segura Z”, se muestran en el Cuadro 4.9. Los valores obtenidos en cada pesaje se muestran en el Apéndice 2.

Cuadro 4.9: Peso semanal promedio de los RS medidos en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)

Peso de RS (kg)						
	Papel	Cartón	Plástico	Metal	Tetrapack	Basura
Valor mínimo	0,3122	0	0,117	0	0	0
Valor máximo	65,51	0,5726	3,2427	0,5234	0,9584	6,61
Promedio semanal	13,15 ± 18,10	0,10 ± 0,17	1,61 ± 0,94	0,14 ± 0,15	0,23 ± 0,34	1,86 ± 1,90
Total generado (kg)	157,77	1,23	19,32	1,65	2,7155	22,32

De acuerdo a los resultados obtenidos, según Cuadro 4.9, el RS hallado en mayor cantidad fue el papel, seguido del plástico. Entre los principales tipos de plástico se encontró botellas de refresco, recipientes de detergentes y de jabón de baño.

La situación preocupante es la cantidad de basura encontrada en los puestos de acopio, lo que demuestra la falta de conciencia sobre la gestión de los residuos.

Entre los tipos de basura se encontró recipientes plásticos, de aluminio y tetrapack con residuos en descomposición, escombros y trozos de tubería PVC, colillas de cigarro y papel toalla de aseo personal. Además, se encontró un recipiente para el acopio de tetrapack, sin embargo, no cuenta con ningún recipiente para la recepción de residuos orgánicos.

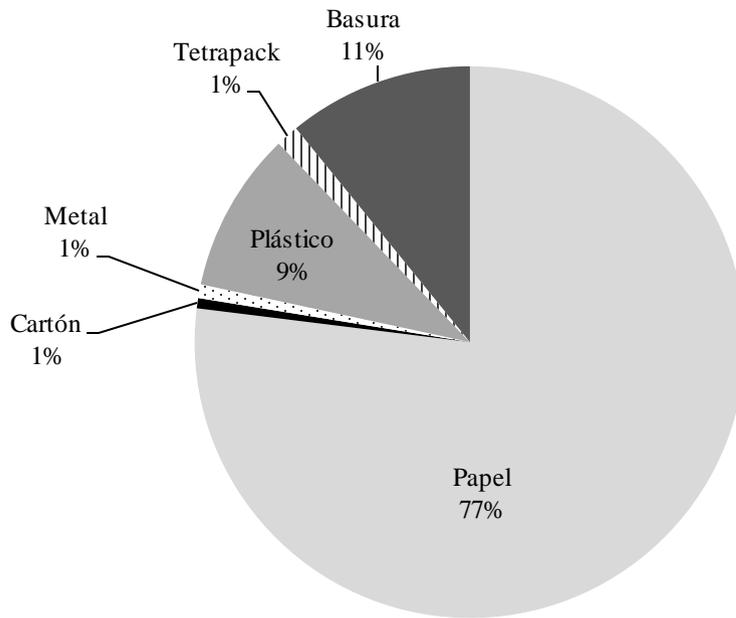


Figura 4.14: Porcentajes de residuos pesados en los puestos de acopio del plantel "Carlos Segura Z"

En la Figura 4.14, se muestran los porcentajes obtenidos donde el papel es el material de mayor presencia en los puestos de acopio. En cuanto a los demás residuos, a pesar de haber pesado cantidades importantes, sus porcentajes son considerados muy bajos en comparación al porcentaje del papel.

En el Cuadro 4.10, se muestran los residuos hallados en el CAT de este plantel, donde se evidencia que el RS encontrado en mayor cantidad fue el cartón. En este caso en particular la cantidad de papel almacenado en el CAT es relativamente poca, a pesar de las actividades administrativas que se efectúan en este plantel que generalmente requieren 2 o más copias por trámite.

Cuadro 4.10: Peso semanal promedio de los RS medidos en el CAT ubicado en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)

	Peso de RS (kg)	
	Papel	Cartón
Valor mínimo	0	0
Valor máximo	8,20	111.50
Promedio semanal	0,68 ± 2,37	22,87 ± 42,71
Total generado (kg)	8,20	274,40

Según la Figura 4.15, el CAT de este plantel se aprovecha casi de manera única para el cartón. Este cartón provino de las bodegas del plantel, principalmente por la adquisición de equipo y maquinaria como hidrómetros, accesorios y repuestos.

A diferencia de los RS encontrados en cada puesto de acopio en cada edificio, las bolsas que ingresan a los compartimentos, contienen residuos generados a lo interno de cada oficina. Por ejemplo, se halló más cantidad de papel en los puestos de acopio ya que el personal tiende a sacar el papel y disponerlos en su respectivo recipiente, en cambio, el cartón va directo al CAT para su almacenamiento. Dada esa situación, el papel fue el RS encontrado en mayor cantidad en los puestos de acopio y el cartón en el CAT.

El material almacenado en este Centro es gestionado con la colaboración del personal de aseo. Se coordinó el acomodo del material almacenado en el momento que se observara que los compartimentos estuvieran llenos, sin embargo, el problema es que se usó los 3 compartimentos únicamente para la recepción del cartón.

Para acomodar el material, se aplicó el amarre de las partes más grandes de cartón, para la conformación de pacas; mientras que los trozos pequeños, se acumularon en bolsas.

En cuanto al papel, no se cuenta con personal que realice la separación establecida por la empresa Kimberly Clark, para la recepción del material, por lo que la prioridad parece estar definida en el cartón por tener un manejo más simple.

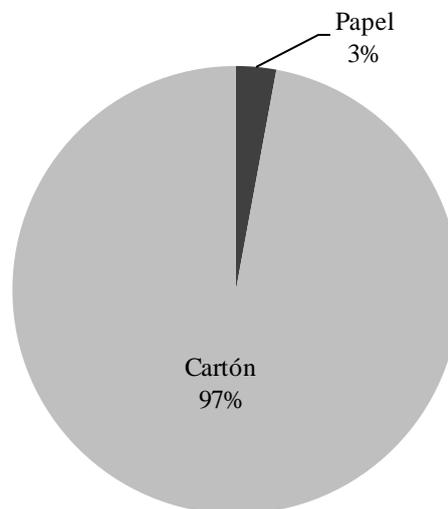


Figura 4.15: Porcentajes pesados en el CAT del plantel "Carlos Segura Z"

Luego de efectuar los análisis de los puestos de acopio y del CAT, se calculó la totalidad de cada RS pesado durante el período definido de 3 meses.

Cuadro 4.11: Peso total de los RS generados en los puestos de acopio y CAT del plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)

Peso real de Residuos Sólidos (kg)					
Papel	Cartón	Metal	Plástico	Tetrapack	Basura
165,97 ± 109,53	275,63 ± 262,98	1,65 ± 1,32	19,32 ± 9,03	2,7155 ± 1,8978	22,32 ± 11,67

En el Cuadro 4.11, se muestra que la cantidad total de residuos, encontrados en los puestos de acopio y en el CAT, fue de 487,60 kg para un periodo de 3 meses.

Según la Figura 4.16, se evidenció claramente que el cartón es el residuo de mayor generación en el CT, seguido del papel. Se obtuvo cantidades importantes de cada categoría de residuo, sin embargo en comparación con el papel y cartón, sus porcentajes son muy bajos.

Únicamente el metal no representó una cantidad considerable, por lo que su porcentaje tendió a 0%.

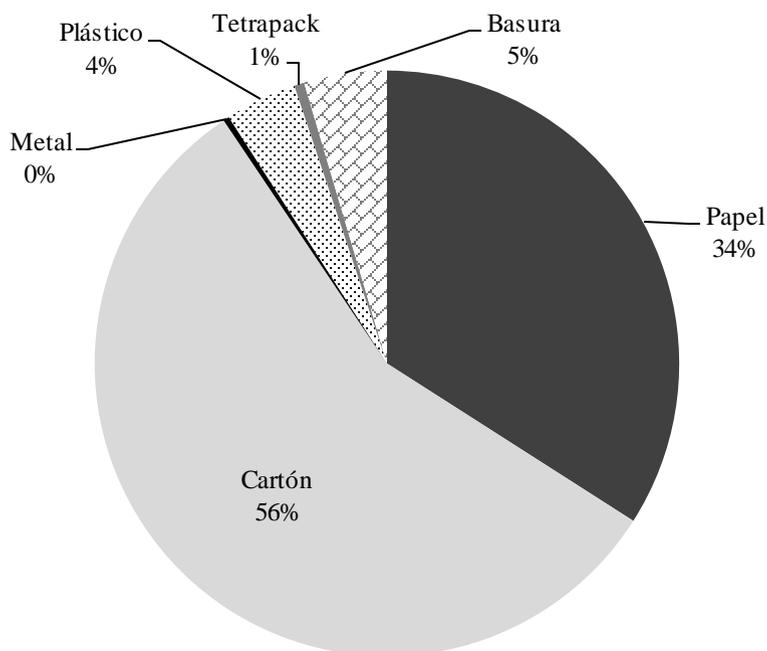


Figura 4.16: Porcentajes totales de residuos pesados en el plantel "Carlos Segura Z"

Se calculó el promedio mensual y anual de generación de cada residuo con el propósito de, al igual que en el otro CT, determinar una proyección anual de la cantidad de residuos que se encontrarían en los puestos de acopio.

Cuadro 4.12: Proyección anual de los RS generados en los puestos de acopio y el CAT del plantel "Carlos Segura Z".

Peso real de Residuos Sólidos (kg)						
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Tetrapack	Basura
Promedio	55,34 ±	91,88 ±	0,55 ±	6,44 ±	0,9052 ±	7,44 ±
mensual	36,51	87,66	0,44	3,01	0,6326	3,89
Promedio anual	664,08 ±	1102,56 ±	6,60 ±	77,28 ±	10,8624 ±	89,28 ±
	438,12	1051,92	5,28	36,12	7,5912	46,68

De acuerdo a la proyección realizada, según el Cuadro 4.12, se presenta la cantidad de RS proyectados donde se obtiene una tonelada de cartón y un poco más de media tonelada de papel en los puestos de acopio. En cuanto al plástico se tiene una cantidad importante y sería necesario contar con las condiciones apropiadas para gestionar dichos residuos.

El residuo que requiere mayor atención es la basura encontrada en los puestos de acopio, con el objetivo de reducir al máximo posible, su presencia en los puestos de acopio.

Dado que un residuo como el plástico, presenta varias categorías, se decidió mostrar los resultados generales sobre su caracterización en las secciones anteriores, sin embargo, se muestran los resultados para cada categoría de plástico pesada, para ambos CT en el período de 3 meses. Los resultados se muestran en la sección 7.4.

4.1.2.3 Situación de los RS especiales en el plantel "Carlos Segura Z"

Como parte de la inspección inicial, se encontraron varios tipos de RS especiales almacenados en sus instalaciones.

Se cuenta con un taller mecánico automotriz, en el cual se efectúan reparaciones menores a los vehículos institucionales. Una vez cambiadas las piezas necesarias, se almacenan para reportarlas en un informe respectivo donde se indican las modificaciones realizadas y se da la liberación de las mismas como activos de la institución, con el propósito de licitarlas como chatarra. Generalmente son piezas de hierro, aluminio, acero, cobre o caucho.

Existe un almacén de materiales en el cual se conservan suministros necesarios para las actividades operativas de plantel. En la parte posterior de esta instalación, se ha utilizado un espacio para el almacenamiento de grandes cantidades de RS especiales. Dichos residuos fueron hallados en una esquina, apilados en desorden impidiendo el tránsito libre del pasillo, como se muestra en la Figura 4.17.

Entre los diferentes residuos hallados están:

- Equipo de seguridad (guantes, cintas reflectoras, lentes de seguridad)
- Botas de hule
- Capas
- Herramientas (palas, picos)
- Hornos microondas
- Ventiladores
- Megáfonos
- Equipo de oficina
- Ferroso



Figura 4.17: RS especiales almacenados en el plantel "Carlos Segura Z"

Se hallaron baterías de vehículos y de maquinaria pesada, las cuales han finalizado su vida útil. Al igual que los RS mencionados anteriormente, dichas baterías no cuentan con las medidas de seguridad adecuadas para su almacenamiento, lo que podría incurrir en el daño de las instalaciones y de la salud de los trabajadores, debido a algún accidente.

Uno de los residuos especiales más críticos son los hidrómetros. Se cuenta con un taller en donde se les da un tratamiento especializado, donde se reciben las piezas que requieren mantenimiento y se evalúa si pueden ser utilizadas de nuevo o si deben ser desechados.

Aquellos hidrómetros que son considerados como desecho son desmantelados, separando la parte interna, generalmente de cobre, de la carcasa externa. Esta fue analizada por el profesor M.Eng. Juan Carlos Salas Jiménez, donde el resultado obtenido fue que la carcasa está compuesta por materiales como vidrio y PVC, y dadas sus características, su recuperación es prácticamente nula. La ficha técnica de las muestras analizadas se presenta en el Anexo 2.

Actualmente, las carcasas se almacenan en contenedores y sacos, a la espera de ser correctamente acondicionados para su posterior envío al relleno sanitario, como se observa en la Figura 4.18. Se han buscado alternativas para su tratamiento, principalmente la remoción del logo de la institución, pero su costo es elevado por lo que no se ha realizado nada hasta el momento.

La situación es altamente problemática ya que el espacio es insuficiente para almacenar más unidades y su ubicación podría generar problemas al libre tránsito dentro del plantel. Actualmente, las unidades llegan a diario al plantel debido a los cambios de hidrómetros que se están realizando en toda la GAM. Lo crítico de la situación es que la cantidad de unidades recibidas asciende a las 60.000 anualmente.



Figura 4.18: Almacenamiento de la carcasa plástica de los hidrómetros

Como remediación ante la situación de los residuos especiales, se han propuesto medidas inmediatas como la instalación de una estructura en el almacén en el cual se puedan colocar los residuos de manera ordenada y así evitar la obstrucción del pasillo.

Además, adecuar el sitio de almacenamiento de las baterías con las medidas de seguridad requeridas para evitar accidentes, y en cuanto a los hidrómetros, pagar por la destrucción de los mismos y así poder enviarlos al relleno sanitario de forma segura.

Igualmente, sería importante considerar la adquisición de hidrómetros que estén compuestos por materiales que puedan ser recuperados y aprovechados, y definir en el proceso licitatorio para su compra, las condiciones necesarias para que el suministrador de las unidades, se encargue de la gestión externa de los hidrómetros una vez finalizada su vida útil.

Dado que no se ha logrado una gestión externa estable y definida para los RS especiales, recientemente, el ICAA y el TEC han establecido un convenio para la recolección de dichos residuos, lo cual beneficiaría a la institución con respecto a la gestión de sus residuos, evitando así problemas por sobreacumulación de los mismos en sitios no acondicionados.

4.2 GESTIÓN EXTERNA DE LOS RS

4.2.1 Almacenamiento de los RS en el edificio Anexos

En cuanto al CAT, el sitio en estudio cuenta con una bodega dentro del edificio Anexo para el almacenamiento de papel y cartón únicamente, materiales que son enviados a la Kimberly Clark, como parte del convenio vigente entre el ICAA y dicha empresa.

Con respecto al plástico y metal, no se tiene un sitio específico para almacenarlos, como se observa en la Figura 4.19. Generalmente, se aprovecha cualquier espacio disponible para su almacenamiento, mientras la Municipalidad de San José llega a retirar dichos materiales.

El transporte interno de los RS hacia dicha bodega, es realizado por el personal de aseo usando un montacargas manual o cargando las bolsas de residuos, entre una o más personas dependiendo del peso de la misma.



Figura 4.19: Plástico y metal almacenado en el edificio Anexos

Con respecto a los períodos de recolección establecidos con las empresas de gestión externa, se evidenció que el CT ha manejado eficientemente la recolección del cartón y papel, con la empresa Kimberly Clark, debido a que tiene a una persona encargada del control sobre

dichos residuos. Caso contrario sucede con el plástico y el metal, en donde la existencia de un convenio frágil con la Municipalidad de San José ha generado la inestabilidad en la recolección de dichos materiales, además que no se cuenta con una persona que gestione dichos materiales como sucede con el papel y cartón.

Esta situación demuestra que a pesar de la existencia de la comisión PGAI, se requiere dentro de la institución, un equipo de trabajo que colabore con la gestión de los RS generados y así, desarrollar el programa de manejo de RS de forma integral.

4.2.2 Almacenamiento de los RS en el plantel "Carlos Segura Z"

En cuanto al CAT, este plantel cuenta con un contenedor con 3 compartimentos habilitados para el almacenamiento de RS, previo a su recolección como se muestra en la Figura 4.20. La situación observada es que se usa únicamente para el almacenamiento de papel y cartón, para facilitar el envío a la Kimberly Clark, ya que los compartimentos no cuentan con la debida rotulación de cuál RS se debe almacenar. En cuanto a los demás RS generados como plástico, metal y tetrapack, no se cuenta con un sitio, para su almacenamiento previo a la recolección por parte de la Municipalidad de San José.



Figura 4.20: CAT del plantel "Carlos Segura Z"

Esta situación compromete la integridad de los residuos mencionados, y evidencia que a pesar de contar con el CAT, no se tiene conciencia sobre cómo optimizar su uso y aprovechar la facilidad de almacenamiento que éste ofrece.

Con respecto a los períodos de recolección establecidos con las empresas de gestión externa, se evidenció que el plantel ha trabajado por mantener al día los envíos del cartón y papel a las oficinas centrales en Pavas, para su posterior recolección por parte de la empresa Kimberly Clark. Caso contrario sucede con el plástico, metal y tetrapack, en donde la existencia de un convenio frágil con la Municipalidad de San José, ha generado la inestabilidad en la recolección de dichos materiales en donde, ya avanzadas las visitas para el pesaje de RS, se encontraron bolsas ya demarcadas desde los primeros pesajes.

Esta situación demostró que hace falta fortalecer el convenio existente con la Municipalidad de San José o bien, buscar algún tipo de convenio con empresas que se encarguen eficientemente de la recolección de estos residuos.

El transporte interno de los residuos sólidos hacia dicha bodega, es realizado por el personal de aseo usando un montacargas manual o cargando las bolsas de residuos, entre una o más personas dependiendo del peso de la misma.

4.3 VALORACIÓN DEL ESPACIO DISPONIBLE EN EL CAT

Como parte del trabajo de campo, se optó por valorar las dimensiones de cada compartimento del CAT del plantel “Carlos Segura Z”, con el propósito de determinar si se lograría almacenar lo que se acopie en un mes por cada tipo de residuo. Se ha planteado que la recolección de los RS valorizables por parte de las empresas debidamente certificadas como gestoras de RS, con las cuales se tiene convenio vigente, sea mensual.

Actualmente, sólo el plantel “Carlos Segura Z” cuenta con una estructura de almacenamiento final de los RS valorizables previo a su recolección. Dicha estructura es de metal y cuenta con tres compartimentos idénticos, los cuales tienen piso de malla y cada puerta cuenta con su picaporte en buenas condiciones. El objetivo es construir una estructura idéntica, que sea común para los edificios Monge, Autofores y Anexos.

Algunas de las condiciones del CT previamente mencionadas son erróneas ya que, por ejemplo, el piso debe ser duro para soportar el peso de los materiales almacenados y evitar el ingreso de agua, sustancias o animales que puedan dañar el material acopiado.

Además, se debe contar con ventilación e iluminación natural, sin embargo, al ser una estructura tan cerrada, la única iluminación que tiene es cuando se abre la puerta y la ventilación es poca ya que el único espacio habilitado es una cavidad en cada puerta.

Este CAT no cuenta con la debida identificación para cada RS ordinario, no hay rótulo o identificación por color.

Cabe destacar que la bodega construida como CAT, ubicada en el edificio Anexos la cual es usada también para el edificio Monge y Autofores, es únicamente una medida auxiliar mientras se construye la estructura para el almacenamiento de los RS valorizables.

Se midió las dimensiones de la estructura para conocer el espacio requerido para su ubicación tanto en el plantel como en un sitio común para los edificios Monge, Autofores y Anexos. Además, se midió uno de los compartimentos de la estructura ubicada en el plantel “Carlos Segura Z”, para calcular el volumen disponible para el acopio de los residuos generados. Dichos resultados se muestran el Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13: Área total y volumen por compartimento del CAT

Área total (m²)	Volumen por compartimento (m³)
7,695	4,104

Según el Cuadro 4.13, se requieren al menos unos 8 m² para ubicar la estructura de acopio temporal de RS, en un sitio óptimo para su funcionamiento. Debe considerarse que la altura de la estructura no bloquee alguna ventana o acceso.

La actual ubicación de esta estructura dentro del plantel “Carlos Segura Z” es idónea, ya que cuenta con acceso libre para el acopio de los RS, no impide el libre tránsito por la calle, las puertas de cada compartimento se pueden abrir con total amplitud y, no se bloquea ninguna ventana o acceso con respecto a su altura.

En lo que respecta al sitio común para los edificios Monge, Autofores y Anexos, se ha contemplado utilizar un espacio en el parqueo externo del edificio Anexos, ya que cuenta con las dimensiones necesarias para ubicar la estructura para el acopio de RS, y que se pueda utilizar óptimamente.

Una vez calculado el volumen disponible del compartimento, mostrado en el Cuadro 4.13, se tomó el promedio mensual calculado para cada residuo en ambos Centros de Trabajo, y con el valor de la densidad de cada material se obtuvo el volumen requerido de cada tipo de RS, como se muestra en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14: Volumen requerido por cada tipo de RS en el CAT

Volumen requerido por cada tipo de RS (m³)					
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Tetrapack
Edificios Monge, Autofores y Anexos	2,71	0,73	0,04	0,14	-
Plantel "Carlos Segura Z"	0,62	1,03	0,003	0,09	0,02

De acuerdo al Cuadro 4.14, el espacio de cada compartimento para el almacenamiento de los RS valorizables es suficiente para un período mensual. Al ser 3 compartimentos, se sugiere que se utilice uno para el papel, otro para el cartón, y el tercero para el plástico, metal (aluminio y conservas) y, algún otro residuo como tetrapack y vidrio. Este último compartimento se asignaría para los 3 residuos mencionados para no subutilizar el espacio, manteniendo cada tipo de residuo en su bolsa independiente.

Conforme a los resultados obtenidos para cada categoría de residuo, el espacio disponible para el almacenamiento de los residuos valorizables es apto. Los cálculos realizados se muestran en el Apéndice 4.

En cuanto a los residuos orgánicos, se plantea que la recolección sea semanal para evitar la aparición de vectores que puedan afectar las condiciones del residuo y del sitio de almacenamiento y se recomienda la implementación del compostaje como tratamiento de dichos residuos. Dicho tratamiento es a pequeña escala, y se puede colocar en un sitio cercano de donde se generan los residuos, además de ser gestionado y controlado por los propios generadores.

A partir del compostaje se obtienen ventajas como el cierre del ciclo de la materia orgánica, la recuperación y reciclaje de recursos naturales, la reducción de la cantidad de residuos sólidos urbanos destinados a vertedero e incineración, evitando así problemas de contaminación de suelos por lixiviados orgánicos y emisiones provenientes de la descomposición en vertederos y la quema en incineradoras, y finalmente, el compost

favorece la productividad de la tierra sin contaminarla con químicos dañinos para los ecosistemas (Amigos de la Tierra, 2011).

4.4 PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LOS SITIOS EN ESTUDIO

En lo que respecta al CT conformado por los edificios Monge, Autofores y Anexos, la realidad que más inquietó fue la cultura hallada en la población institucional sobre la gestión de los RS. Se logró observar que gran parte del problema recae en el desconocimiento de buenas prácticas de manejo de RS y en la falta de conciencia sobre el impacto que genera una gestión incorrecta de dichos residuos.

Se evidenció el mal uso que se le da a cada recipiente de acopio de residuos, donde a pesar de la rotulación que posee cada uno, los residuos encontrados en su interior generalmente no correspondían al título indicado. Generalmente, se encontró residuos mezclados en los recipientes o con residuos no aprovechables, lo que incurrió en la contaminación de aquellos RS que si tenían potencial de aprovechamiento.

Igualmente, se halló gran cantidad de RS que se depositan ya contaminados como por ejemplo, bolsas de plástico con restos de frutas, grasa o líquidos; botellas de plástico con restos de yogurt o refresco, latas con restos de refresco o alimentos, como se puede observar en la Figura 4.21. Para estos casos, se evaluó cada residuo, y se recuperó la mayor cantidad posible mediante su limpieza.

Actualmente, el ICAA no cuenta con registros de la generación de RS, lo cual revela una de las falencias más importantes sobre esta temática, al no tener conocimiento sobre las cantidades generadas en una de las instituciones más importantes del país.

Este CT, no cuenta con información específica sobre la cantidad de RS que se recolectan, únicamente, el encargado de gestionar el papel y cartón maneja un aproximado de 10 a 15 kg por bolsa con papel, y de 8 a 12 kg por bolsa con cartón como un promedio mensual, sin embargo no es exacto.



Figura 4.21: Ejemplo de residuos hallados en los puestos de acopio del edificio Autofores

En cuanto al plantel “Carlos Segura Z”, se logró observar que hay gran desconocimiento sobre buenas prácticas de manejo de RS, además no se posee una conciencia sobre el impacto que genera una gestión incorrecta de dichos residuos.

Se evidenció el uso incorrecto de los recipientes de acopio de residuos, donde a pesar de la rotulación que posee cada uno, los residuos encontrados en su interior pertenecían a otro recipiente en la mayoría de los casos.

Habitualmente, se encontró residuos mezclados en los recipientes provocando la contaminación de aquellos RS que potencialmente pueden ser aprovechados, como se observa en la Figura 4.22.

De igual manera, se halló gran cantidad de RS que se depositaban ya contaminados como por ejemplo, restos de frutas en bolsas de plástico, restos de yogurt o refresco en las botellas de plástico, latas con restos de refresco o alimentos e inclusive, recipientes de tetrapack con residuos ya descompuestos. Para estos casos, se evaluó cada residuo, y se recuperó la mayor cantidad posible mediante su limpieza.



Figura 4.22: Residuos mezclados en un recipiente de uno de los puestos de acopio del plantel "Carlos Segura Z"

Con respecto a la situación encontrada en ambos CT, se ha logrado determinar que la institución no ha conseguido gestionar adecuadamente los RS que se generan, a pesar de los múltiples esfuerzos de la comisión PGAI. Dicha comisión ha concentrado sus esfuerzos en enviar un mensaje que sensibilice a la población institucional sobre el tema de los RS y su impacto en el ambiente, sin embargo, el mensaje no ha sido efectivo.

Actualmente, se observa más difícil el lograr la aplicación de un PGIRS, debido a la falta de aspectos de gran trascendencia como instalaciones, equipo y recurso humano capacitado. A pesar que ambas áreas en estudio se encuentran bajo una misma jurisdicción, cuentan con condiciones muy distintas para el manejo de los residuos. Se requiere que exista una comunicación efectiva de parte de la institución a todos sus complejos laborales, con el propósito de equilibrar la gestión de los residuos en cada sitio.

Es necesario adoptar medidas inmediatas para contrarrestar la problemática existente con los RS, tanto valorizables, orgánicos, basura como los especiales, y velar por la disminución del impacto ambiental que actualmente existe. La conformación de convenios estables con empresas gestoras de RS, es fundamental para que se le brinde el debido tratamiento a los RS.

Debido a esta situación, se diseñó un PGIRS para la institución, ya que se ha considerado como una necesidad, con el propósito de definir una metodología en la cual se gestionen los

residuos sólidos generados de una manera óptima y así mitigar la problemática que actualmente existe.

De igual forma, la conformación de una guía de operación y mantenimiento para cada CAT se ha definido como necesidad dado que no existe un protocolo establecido para su control y manejo, dando pie a su subutilización.

Esta guía permite definir una estructura estable dentro del proceso de almacenamiento de los residuos sólidos previo a su gestión externa, asegurando así, la integridad de los materiales acopiados, disminuyendo la posibilidad de pérdida de los mismos por malas condiciones de almacenamiento. Se optimizaría el uso del espacio en cada CT y se aprovecharía al máximo el CAT

Se requiere una mayor cooperación de parte de la Administración Superior y Jefaturas pertinentes, para alcanzar la inclusión y compromiso de los trabajadores de la institución, la adquisición del equipo requerido, la incorporación de algún especialista en el tema de los RS y todos aquellos recursos necesarios para desarrollar un programa GIRS óptimo.

4.5 PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para el ICAA se diseñó un PGIRS sustentado en 5 programas diferentes que logren satisfacer las necesidades actuales de la institución con respecto al manejo de RS. Para la realización de este plan, se aplicaron principios de desarrollo sostenible, educación ambiental y producción más limpia.

Se ha propuesto un plan básico el cual permita ser entendido por todas las personas involucradas, aquellos que conocen sobre manejo de residuos sólidos y aquellos que son nuevos en el tema. La base del plan se ha enfocado primordialmente en la separación de los residuos en la fuente, distinguiendo así los residuos reciclables de los no reciclables.

En la búsqueda del fortalecimiento de dicho plan, se ha priorizado en la educación sobre la cultura del manejo correcto de los residuos, además, de proponer períodos de recolección a lo interno de los Centros de Trabajo y aquellos que realizan las empresas gestoras de RS con las cuales se mantienen convenios. Igualmente, se ha planteado el aprovechamiento real de los Centros de Acopio Temporales que se ubican en cada CT.

Con la implementación de este plan, se busca la sensibilización y educación de la institución con respecto a este tema y que, en un futuro, dicho plan sea implementado en todos los Centros de Trabajo del ICAA e inclusive, pueda ser reproducido por otras instituciones y organizaciones del país.

4.5.1 Objetivos del PGIRS

4.5.1.1 *Objetivo General*

Establecer estrategias que eduquen y concienticen la población institucional sobre la gestión integral de los residuos sólidos.

4.5.1.2 *Objetivos Específicos*

- Involucrar a la población institucional en la implementación del plan mediante campañas de información y sensibilización.
- Priorizar el aprovechamiento de los residuos sólidos.

- Capacitar al personal institucional y de aseo para alcanzar la implementación óptima del PGIRS.
- Mejorar el sistema de recolección de los residuos sólidos.
- Fortalecer los convenios existentes entre la institución y empresas gestoras de RS para la recolección y gestión externa de los residuos sólidos.

4.5.2 Diagnóstico Inicial

Para la elaboración del PGRS se usó como referencia la Ley N°8839. La estructura utilizada para el Plan se efectuó con base en el Anexo II del Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 37567, donde inicialmente se realiza un esquema específico de los RS generados, tipos y cantidades, transporte y disposición final actual de los mismos.

Dicho esquema se muestra en el Cuadro 4.15, el cual se establece como línea base, para generar un plan de acción a realizar en el ICAA.

Este PGIRS aplica para los dos Centros de Trabajo en estudio, por lo que el reporte de la cantidad para cada tipo de residuo es la sumatoria entre ambos sitios. El objetivo es reproducir el Plan e implementarlo en todos los Centros de Trabajo de la institución en todo el país, refiérase agencias, planteles y centros administrativos.

En el Cuadro 4.16 se efectuó la identificación de debilidades y desafíos actuales que enfrenta la institución en materia de RS, en cuanto a la jerarquización de los residuos con el propósito de definir la estrategia con base en los desafíos propuestos.

Cuadro 4.15: Generación de residuos

Tipos de residuos ¹	Fuente de los residuos	Cantidad (kg)	Condiciones de almacenamiento	Condiciones de transporte	Destino de los residuos ²	Tipo de registros empleados para el control del destino de los residuos
Ordinarios	Actividades administrativas, compra de suministros y equipo, consumo de alimentos y uso de recursos.	1479,27 (Corresponde a RS valorizables, orgánicos y basura)	Se almacenan en recipientes de puestos de acopio de acuerdo a cada tipo de residuo. Además se usa un CAT por CT para el almacenamiento final de los RS.	El transporte interno es realizado por el personal de limpieza contratado por la institución. A nivel externo, RS como el papel y cartón son enviados a las oficinas centrales del ICAA en Pavas para su posterior gestión externa. Los RS como plástico, metal, tetrapack, especiales y basura, son recogidos directamente en cada CT.	Se tiene convenio con la empresa Kimberly Clark para la gestión del papel y cartón. El plástico, tetrapack, metal y basura, es gestionado por la Municipalidad correspondiente geográficamente.	No se cuenta con ningún documento en donde se evidencie el tratamiento o el destino de los residuos.
Especiales	Desechos de herramientas, equipo de trabajo y piezas ferrosas, extracción de la carcasa plástica de hidrómetros, cambio de baterías de automóviles y maquinaria pesada.	79,00 (Corresponde únicamente a residuos electrónicos. No hay reporte de la cantidad de los demás RS especiales indicados).	Se utiliza un espacio dentro del almacén del plantel “Carlos Segura Z”, sin embargo, se almacena de forma descontrolada y desordenada.	Actualmente, no cuentan con tratamiento o gestión externa por parte de alguna institución u organización.		
Peligrosos	No se tiene reporte de residuos peligrosos en los sitios en estudio.	-	-	-	-	-

¹: Por tipo de residuos se refiere a ordinarios, especiales y peligrosos.

²: En caso de que se cuente con documentación, se debe adjuntar la documentación que comprueba el destino de los residuos que se detallan.

Cuadro 4.16: Identificación de debilidades y desafíos desde la jerarquización de los residuos

Tipo de residuo	Jerarquía de los residuos	Debilidades actuales	Desafíos
Ordinarios	Prevención en la fuente	No se practica una óptima separación de RS. Falta de capacitación al personal de la institución sobre la gestión de RS ordinarios.	Capacitar al personal en cuanto al manejo de los RS y su jerarquización.
	Minimización en la generación	Se adquieren suministros y equipo de oficina con diversos empaques. El personal compra continuamente alimentos y cosas personales con diversas envolturas.	Reutilizar aquellos empaques y envolturas aprovechables y disponer adecuadamente aquellos que no se puedan reciclar o reutilizar.
	Reutilización de los residuos	No todos los generadores reutilizan RS como el papel, cartón o plástico en sus labores. Falta de conciencia al desechar materiales en buen estado.	Promover la reutilización de materiales como papel, cartón y plástico (botellas) e insumos que se encuentren en buen estado.
	Tratamiento	Deficiente tratamiento de los RS para almacenarlos en los puestos de acopio.	Incentivar la separación de RS en la fuente y su acondicionamiento adecuado previo a su acopio en los puestos establecidos.
	Disposición final	Muchos RS se almacenan mezclados con basura y en malas condiciones.	Acondicionar los CAT para el almacenamiento correcto de los RS previo a su gestión externa.
Especiales	Prevención en la fuente	Falta de capacitación al personal de la institución sobre la gestión de RS especiales. Ausencia de recipientes para el depósito de los RS especiales generados.	Capacitar al personal en cuanto al manejo de los RS especiales y adquirir recipientes aptos para el depósito de este tipo de residuos.
	Minimización en la generación	Los generadores no tienen los conocimientos técnicos para desarrollar la minimización en la generación de RS especiales. Se desechan constantemente residuos como tarimas, material ferroso, equipo y suministros de trabajo, baterías de automóviles y maquinaria pesada.	Promover la concientización sobre el impacto de los residuos especiales, con el propósito de minimizar su generación.
	Reutilización de los residuos	No se aplican prácticas de reutilización para este tipo de RS.	Incentivar proyectos de aprovechamiento de este tipo de residuos como el embellecimiento de las instalaciones de cada CT.
	Tratamiento	No se brinda tratamiento a este tipo de residuos.	Identificar gestores externos que puedan brindar el debido tratamiento a los residuos especiales generados en cada sitio.
	Disposición final	El almacenamiento no cuenta con las condiciones adecuadas.	Establecer y acondicionar un sitio para el almacenamiento de los RS previo a su gestión externa. Solicitar un documento de seguimiento del tratamiento brindado por los gestores externos.

Nota: No se consideró RS peligrosos ya que en los CT en estudio, no se ha reportado generación de este tipo de residuos.

4.5.3 Diseño del Plan

El diseño del PGIRS necesita definir metas e indicadores de cumplimiento con el objetivo de poder corroborar el alcance logrado de cada punto propuesto. Se requiere la asignación de tareas y actividades a todos los miembros de la institución para asegurar una colaboración general con miras al desarrollo óptimo del Plan.

Dicho Plan se muestra en el Cuadro 4.17, el cual deberá ser evaluado inicialmente por la Comisión PGAI en colaboración con el Departamento de Gestión Ambiental de la institución y luego, buscar la aprobación de la Administración Superior, ya que se requieren recursos como capital humano y económico para su implementación.

La situación idónea sería que el proyecto se apruebe en el presente año e iniciar su implementación en partir de enero del año 2016. A partir de ese momento, se realizarían los monitoreos y controles de cumplimiento con el propósito de lograr los objetivos propuestos al finalizar dicho año. Con esto, para el año 2017 se tendrían los logros de las metas planteadas, y disponer registros, documentos y evidencias que demuestren los resultados obtenidos.

4.5.3.1 Programas de residuos por parte de los generadores

El contenido del PGIRS se basa en la conformación de 5 programas para el cumplimiento del manejo adecuado de los residuos sólidos:

1. Programa de capacitación y concientización sobre la GIRS.
2. Programa de separación en la fuente y acopio de los residuos sólidos.
3. Programa de recolección de los residuos sólidos.
4. Programa de almacenamiento final.
5. Programa de gestión externa de los residuos sólidos.

4.5.3.1.1 Programa 1: Capacitación y concientización sobre la GIRS.

Cuadro 4.17: Programa de residuos por parte de los generadores

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad	Recursos	Responsable
Realización de campañas de información y talleres sobre el PGIRS y los aspectos relevantes sobre la gestión adecuada de los residuos sólidos	Capacitar al personal institucional, incluido el personal de aseo, sobre el PGIRS y efectuar talleres de enseñanza de separación en la fuente, recolección, tratamiento y almacenamiento de los residuos.	Capacitar al 100% del personal de cada CT en un período de 3 meses, a partir del inicio de aplicación del PGIRS.	Cantidad de personas capacitadas / Cantidad del personal institucional y personal de aseo.	En el taller se explicará el PGIRS diseñado para los CT y las acciones por realizar para su implementación. Se explicarán conceptos básicos de la GIRS y se efectuará una evaluación de los conceptos adquiridos.	Material didáctico Hojas Lápices lapiceros Impresora Tinta	o Comisión PGAI
Impulsar la participación del personal de aseo en la optimización del proceso de recolección de los RS de los CT.	Realizar un taller participativo donde se explique el mecanismo óptimo de recolección de los RS, además de los horarios y rutas de recolección previstas.	Capacitar al 100% del personal de cada CT en un período de 1 mes, a partir del inicio de aplicación del PGIRS.	Cantidad de personas capacitadas / Cantidad total de personal de aseo.	Se evaluará el método y frecuencia de recolección, además de las rutas aplicadas anterior al taller. Se discutirán sugerencias para el mejoramiento del proceso de recolección.	Hojas Lápices lapiceros	o Comisión PGAI
Campaña de divulgación y concientización.	Concientizar al personal institucional acerca de la necesidad de mantener un manejo adecuado de los RS dentro de la institución y mantener informada a la población sobre la GIRS.	Lograr un 100% de participación del personal en las actividades lúdicas. Adquirir una pizarra por departamento donde se coloque información alusiva a la GIRS. Reducir en un 10% los RS no aprovechables en el primer año de implementado el Plan	Cantidad de actividades realizadas / Cantidad de actividades planificadas. Cantidad de elementos informativos expuestos / Cantidad de elementos informativos planificados.	Se realizarán charlas y actividades lúdicas que permitan a los participantes aprender sobre la importancia de un GIRS. Se involucrará a la población en el proceso de caracterización de los residuos y se expondrán banners, afiches y pizarras informativas sobre la GIRS.	Material didáctico Dinero para la compra de pizarras.	Comisión PGAI
Divulgación de los logros y avances del PGIRS.	Demostrar al personal los logros alcanzados y fortalecer el compromiso hacia el cumplimiento del PGIRS.	Informe trimestral con los avances logrados con la implementación del PGIRS (Se envía por medio electrónico).	Cantidad de elementos informativos expuestos / Cantidad de elementos informativos planificados.	Se mostrará mediante afiches y pizarras informativas los logros alcanzados durante la implementación del PGIRS.	No aplica	Comisión PGAI

4.5.3.1.2 Programa 2: Separación en la fuente y acopio de los residuos sólidos.

Cuadro 4.18: Programa de residuos por parte de los generadores.

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad	Recursos	Responsable
Realización de campañas de información sobre la separación en la fuente y su importancia dentro del PGIRS.	<p>Promover la clasificación de los RS generados.</p> <p>Educar sobre la importancia de separar los RS en la fuente, para evitar la mezcla de los que son reciclables con los que deben disponerse como basura.</p> <p>Reducir la cantidad de RS, con potencial de recuperación, enviados a la basura por encontrarse contaminados.</p>	<p>Enviar al 100% del personal de cada CT, por vía electrónica, información alusiva a la importancia de la separación de RS en la fuente.</p>	Cantidad de banners colocados / Cantidad de puestos de acopio existentes en los CT.	<p>Se elaborarán banners con información sobre la clasificación correcta de los RS y una guía básica de manipulación de los residuos en la fuente.</p> <p>Estos banners serán colocados sobre cada puesto de acopio existente en los CT.</p> <p>Se han elegido los banners como medio de información para crear puestos de acopio más llamativos para la población institucional.</p>	Material didáctico	Comisión PGAI
Revisión de los puestos de acopio de cada CT.	<p>Inspeccionar los puestos de acopio existentes para evaluar el estado actual de los recipientes.</p> <p>Considerar la eliminación o incorporación de recipientes dentro de la conformación de cada puesto de acopio.</p>	Reporte mensual sobre el estado de los puestos de acopio.	Puestos de acopio inspeccionados / Cantidad total de puestos de acopio.	<p>Se efectuará una visita por cada puesto de acopio y se hará un chequeo de las condiciones físicas de cada recipiente de almacenamiento temporal de RS.</p> <p>Se considerará la eliminación o incorporación de ciertos recipientes para el acopio de los residuos, de acuerdo con los tipos y cantidades de RS generados en cada CT.</p>	Cámara fotográfica Hojas Impresora Tinta	Comisión PGAI

Se mantendrán los dos tipos de recipientes para el almacenamiento temporal de los RS: plásticos y estañones. En el caso de los recipientes plásticos, estos deben ser de plástico rígido, liso y lavable, y para los estañones, se deben limpiar y prevenir la presencia de corrosión en los mismos.

Se recomienda usar bolsas transparentes para tener la posibilidad de observar los residuos almacenados en cada recipiente y mantener cada puesto de acopio en las condiciones sanitarias adecuadas para evitar problemas de vectores o de salud.

4.5.3.1.2.1 Identificación y embellecimiento de los puestos de acopio

Como parte del programa 2, se considera indispensable la realización de una propuesta donde se establezca un sistema de identificación más llamativo para cada puesto de acopio en los CT.

En la Figura 4.23, se muestra un ejemplo de un puesto de acopio que conste de una estructura metálica para la instalación de los recipientes. Dicha estructura tendría como propósito la inmovilización de los recipientes, para que estos no puedan ser ubicados en algún sitio distinto del designado para el puesto de acopio o separados del mismo.

Además, permitiría establecer un mayor orden con respecto a la disposición de cada residuo y sería más llamativo para la población institucional.

En la parte superior de la estructura, se encontraría un espacio sobre el cual se colocaría cada rótulo correspondiente a cada tipo de residuo. Cada rótulo contaría con el nombre del tipo del residuo con su color de acuerdo al código establecido para una mejor identificación.



Figura 4.23: Ejemplo de puesto de acopio con estructura metálica e identificación para cada RS ordinario

Aprovechando los colores de los recipientes que se encuentran en los centros de acopio, y adicionando otros recipientes necesarios, se ha optado por definir un Código de color a nivel institucional para identificar cada tipo de residuo, como se muestra en el Cuadro 4.19.

Cuadro 4.19: Código de color para la identificación de los RS ordinarios para el ICAA

Tipo de residuo	Color de identificación
Papel-Cartón	Gris oscuro
Orgánico	Gris claro
Plástico	Azul
Aluminio	Amarillo
Vidrio	Rojo
Basura	Blanco

Cabe destacar que en lo que corresponde al RS tetrapack, se podría disponer dentro del recipiente de plástico, como se ha establecido en el TEC por parte del MADI, ahorrando así la instalación de un recipiente más.

Con la incorporación de un Código de color para la identificación de los RS, se permite realizar de manera asertiva cualquier campaña de comunicación sobre la disposición de los residuos y los centros de acopio disponibles para dicha acción.

De igual manera, los afiches y pizarras informativas donde se coloque información alusiva a la GIRS, se podría indicar el Código establecido, con el propósito de educar a las personas sobre cada recipiente debidamente identificado.

Como parte de la propuesta de identificación y embellecimiento de los puestos de acopio, se ha considerado la colocación de banners alusivos a cada tipo de RS que se acopia, donde se indique qué tipos de residuos se reciben, en qué condiciones y cuáles son aquellos residuos que no se reciben.

Sobre los estañones que se utilizan actualmente, podrían pintarse de acuerdo al Código establecido y mantenerse en los sitios en donde los han requerido en los últimos años, y al igual que en el caso de los puestos de acopio, rotular cada estañón y acondicionarlos para que sean llamativos para la población institucional y se utilicen correctamente.

Finalmente, es requerido que cada puesto se coloque en un sitio visible y acondicionado para brindarle a los recipientes el debido mantenimiento, evitando así la proliferación de vectores.

4.5.3.1.3 Programa 3: Recolección de los residuos sólidos.

Cuadro 4.20: Programa de residuos por parte de los generadores

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad	Recursos	Responsable
Definición de los períodos de recolección de los RS generados.	Establecer los horarios de recolección y frecuencia, dentro de los CT.	Calendario con las fechas y períodos de recolección de RS en los CT.	Cantidad de CT con planificación de recolección / Cantidad total de CT.	Se hará una planificación de los horarios de recolección y de los períodos, tanto para los RS ordinarios como para los especiales. Dicha planificación debe considerar las condiciones de cada CT y el personal disponible para la ejecución de las labores de recolección.	No aplica	Comisión PGAI
Definición del personal y equipo necesario para efectuar la recolección de RS.	Determinar la cantidad de personas necesarias para realizar el proceso de recolección de RS en cada CT. Solicitar el equipo necesario para efectuar la recolección de RS en condiciones apropiadas.	Conformación del equipo de trabajo de recolección de RS en los CT.	Cantidad de personal disponible para efectuar las labores de recolección / Equipo adquirido para las labores de recolección.	La comisión PGAI definirá la cantidad de personal que requieren para la recolección de los RS. Se tendrá que tomar la decisión de replantear el contrato con la empresa de aseo y establecer un artículo donde se oficialice que el personal de aseo es el encargado de la recolección o, si se requiere de la contratación de un grupo de trabajo que efectúe dicha labor.	Capital humano Recurso económico	Comisión PGAI Departamento de Recursos Humanos

La recolección de los RS por parte del personal de aseo, presenta una situación que el contrato no menciona la responsabilidad por este personal de la recolección de los RS, sin embargo, lo han estado haciendo. El personal de aseo está contratado para realizar la limpieza de las oficinas y edificios de cada CT, sin embargo, han colaborado con la recolección de los RS bajo la solicitud de los miembros de la comisión de PGAI.

Para evitar problemas con la institución o con la empresa de aseo, se ha propuesto la reformulación del contrato y establecer una cláusula donde se incorpore dentro de las responsabilidades del personal, la recolección de los RS. Mediante esta acción se conformaría, oficialmente, el personal encargado de la recolección.

Con respecto al equipo necesario para la recolección de RS, se considera la incorporación de equipo de seguridad y montacargas manuales para el transporte de los residuos recolectados. La solicitud se enfoca en que dicho equipo pertenezca a la comisión PGAI.

4.5.3.1.4 Programa 4: Almacenamiento final.

Cuadro 4.21: Programa de residuos por parte de los generadores

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad	Recursos	Responsable
Inspección de los CAT de cada CT.	Determinar si la estructura construida para el almacenamiento final de los RS, cumple con las condiciones técnicas y operativas.	Reporte mensual sobre el estado de los CAT.	Reporte de las inspecciones a cada CAT. Mejoras realizadas en cada CAT.	Se inspeccionará cada CAT y se evaluarán sus condiciones (estructura, cantidad y dimensiones de los compartimentos, funcionalidad en cuanto a operación y limpieza). Se valorará la realización de las mejoras necesarias para optimizar cada Centro.	Cámara fotográfica Hojas Impresora Tinta	Comisión PGAI

4.5.3.1.4.1 Requerimientos de diseño de un CAT

Para la construcción de un CAT, se requiere considerar ciertos parámetros para el almacenamiento de los RS. Dichos parámetros son necesarios para que el Centro opere óptimamente y se permita también, brindarle el mantenimiento adecuado para evitar el daño de la estructura y del material que se almacena en cada compartimento.

Para esta clase de Centros de acopio donde únicamente se da el almacenamiento de los residuos previo a su recolección para su gestión externa, se han definido ciertos criterios para un acopio adecuado de los residuos. Dichos criterios se presentan a continuación:

- Debe estar debidamente techado.
- Contar con piso duro que soporte el peso de los residuos que se almacenen en cada compartimento.
- Tiene que contar con ventilación e iluminación natural.
- Cada compartimento debe tener el espacio necesario para el almacenamiento de cada tipo de RS.
- La estructura debe ser de un material resistente a inclemencias climáticas y que pueda recibir limpieza y mantenimiento periódicamente.
- Debe contar con un sistema de seguridad apropiado, para evitar la colocación de residuos no valorizables o la sustracción de residuos acopiados.

4.5.3.1.5 Programa 5: Gestión externa de los residuos sólidos.

Cuadro 4.22: Programa de residuos por parte de los generadores

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad	Recursos	Responsable
Revisar los convenios y alianzas estratégicas que tiene actualmente el ICAA para el aprovechamiento de los residuos sólidos.	Consolidar los convenios existentes y procurar que se aprovechen las mayor cantidad y tipos de residuos sólidos posible.	Seleccionar los Gestores autorizados por el Ministerio de Salud para la recolección periódica de los RS generados. Informe con los convenios oficiales entre el ICAA y Gestores externos, donde se indique qué RS gestionan, costo y periodicidad de la recolección.	Convenios revisados / Convenios existentes.	Se hará una revisión de cada convenio que se mantenga activo entre el ICAA y otras organizaciones, para verificar que se está cumpliendo con lo establecido. Además, se evaluará la posibilidad de prolongar los convenios o si es necesario buscar nuevas opciones más favorables para la institución.	Impresora Tinta Hojas Vehículo	Comisión PGAI
Promoción del establecimiento de convenios a futuro.	Mantener identificados las posibles organizaciones o instituciones que podrían aliarse al ICAA para aprovechar los RS generados.	Informe con los convenios alternativos entre el ICAA y Gestores externos, donde se indique qué RS gestionan, costo y periodicidad de la recolección. (En caso de que los Gestores actuales no cumplan con sus responsabilidades).	Cantidad de convenios identificados / Cantidad de convenios posibles.	Mantener identificados las posibles organizaciones o instituciones que podrían aliarse al ICAA para aprovechar los RS generados.	Impresora Tinta Hojas Vehículo	Comisión PGAI

4.5.4 Seguimiento y Monitoreo

Con el propósito de mantener un control efectivo sobre el desarrollo e implementación del Programa de residuos por parte de los generadores, se requiere establecer un plan de monitoreo de las actividades y metas propuestas en dicho programa.

Como se muestra en el Cuadro 4.23, este plan permite la comprobación de los avances logrados en los períodos establecidos y conocer la condición actual de cada actividad establecida.

Posterior a que se logre la aprobación oficial de la implementación del PGIRS en la institución, por parte de la Administración Superior, se requiere informar del desarrollo de las diferentes actividades y alertar, a aquellas partes que no estén comprometidas con el cumplimiento de las metas, con el objetivo de sensibilizar y concientizar sobre la necesidad e importancia de implementar de manera óptima lo propuesto en el PGIRS.

Cuadro 4.23: Seguimiento y monitoreo anual

Actividad	Línea base	Meta	Indicador	Estado actual de la actividad	Observaciones
Realizar la compra de recipientes para el acopio de RS y la estructura para la conformación de los puestos de acopio.	Conformar un puesto de acopio nuevo en cada CT cada dos meses.	Puestos de acopio en el 100% de los departamentos de los CT.	Cantidad de puestos de acopio nuevos / Cantidad de departamentos en cada CT.		
Promover el uso correcto de los puestos de acopio.	Reducir la cantidad de RS aprovechables contaminados de basura depositada en los recipientes de cada puesto de acopio, en un 10%.	Separar adecuadamente los RS en el 100% de los puestos de acopio.	Cantidad de recipientes con RS debidamente separados / Cantidad de puestos de acopio.		
Talleres sobre la GIRS, jerarquización de los RS y su importancia.	Capacitar un 15% del personal de cada CT al mes. Reducir los RS generados en un 20%.	Capacitar al 100% del personal en el tema de jerarquización de los RS. Reducir al máximo posible la cantidad de RS generados en los CT.	Hojas de asistencia a los talleres. Cantidad de RS menos por año.		
Charlas sobre el manejo adecuado de los RS especiales.	Capacitar un 15% del personal de cada CT al mes.	Capacitar al 100% del personal sobre el manejo de los RS especiales.	Hojas de asistencia a las charlas.		
Verificar el estado de los puestos de acopio y de los CAT.	Cambiar los recipientes en mal estado y realizar las reparaciones que requiera cada CAT.	Establecer condiciones idóneas para el acopio y almacenamiento de los RS.	Recipientes nuevos / Recipientes dañados. Reparaciones realizadas en los CAT.		
Definición de los equipos de trabajo y períodos para la recolección de RS.	Conformar al menos un equipo de trabajo permanente para la recolección de RS en los CT, con sus respectivos períodos, en los primeros dos meses luego de iniciar la implementación del PGIRS.	Contar con equipo de trabajo para la recolección de RS definido, con sus períodos establecidos, para cada CT.	Listado de personas que integran cada equipo de trabajo. Calendario con los períodos de recolección definidos.		
Realizar una visita a las empresas gestoras de los RS para verificar su funcionamiento.	Enviar los RS correspondientes en los plazos y condiciones acordadas. Confirmar que el tratamiento y disposición final efectuados a los RS son los adecuados.	Desarrollar convenios sólidos y definidos con las empresas gestoras de RS.	Evidencia fotográfica de la empresa y funcionamiento. Copia de los permisos brindados por el Ministerio de Salud.		
Generar un compendio con los documentos relacionados a la GIRS.	Recopilar los documentos obtenidos en el año.	Generar un informe anual donde se muestren los documentos recopilados como evidencia de los avances obtenidos desde el inicio de la implementación del PGIRS.	Informe anual de PGIRS.		

4.5.5 Guía de operación y mantenimiento de los Centros de Acopio Temporal presentes en los Centros de Trabajo en estudio

Para el funcionamiento óptimo de cada CAT y los puestos de acopio de RS, es necesario contar con una guía en la cual se describan las medidas de operación y mantenimiento.

Esta guía explica detalladamente las normas a seguir para el aprovechamiento del centro y de los puestos de acopio.

4.5.5.1.1 Operación

4.5.5.1.1.1 Funcionamiento de los puestos de acopio

- Definir una ruta y un período determinado para la revisión del estado de cada puesto de acopio.
- Revisar las condiciones de cada recipiente y buscar fallas existentes como la falta de la tapa del recipiente o alguna grieta.
- Observar los residuos almacenados y verificar si los mismos se encuentran en su recipiente correspondiente.
- Verificar las características de los residuos acopiados y determinar si verdaderamente son aprovechables. En el caso de que algún RS aprovechable presente alguna condición de suciedad, presencia de líquido excedente u otra característica que limite el aprovechamiento del residuo, se debe acondicionar adecuadamente dicho residuo.
- Extraer del recipiente todos aquellos residuos que no pertenezcan al recipiente correspondiente o aquellos residuos que deben ser desechados.
- Anotar todas las observaciones realizadas en la bitácora, especificando el puesto revisado, además del día y la hora de la revisión.

4.5.5.1.1.2 Recepción de residuos

- Revisar qué tipo de RS ordinario es y en qué condiciones se está recibiendo. En caso que se observe algún residuo que no corresponde a la bolsa en revisión, se debe extraer dicho residuo y colocarlo en la bolsa adecuada o, desecharlo si fuese necesario.

- Anotar de cuál puesto de acopio proviene dicho residuo en un libro de registro.
- En caso que el residuo se encuentre en condiciones no recuperables, la bolsa deberá depositarse en el contenedor de basura y emitir una nota sobre la calidad de los residuos recibidos con respecto a su sitio de procedencia.

4.5.5.1.1.3 Clasificación de los residuos

- Inicialmente, se debe revisar que se cuente con las condiciones necesarias para realizar la clasificación de los RS: mesa para selección de residuos, bolsas, amarres y equipo de seguridad.
- Colocar la bolsa de residuos sobre la mesa disponible para la selección de los residuos.
- Clasificar cada residuo de acuerdo a los requerimientos establecidos por las instituciones de gestión externa.
- Disponer en una bolsa aparte aquellos residuos que no se consideren aptos para su recuperación.

4.5.5.1.1.4 Disposición y pesaje de los residuos

- Colocar los residuos como el papel, aluminio, plástico y tetrapack en bolsas y cerrarlas adecuadamente para evitar la pérdida de residuos.
- En el caso del cartón, se amarrará en pacas que sean manejables.
- Una vez listas las bolsas y las pacas con los materiales seleccionados, se efectúa el pesaje correspondiente y se anota el resultado en el libro de registro.
- Colocar las bolsas en el compartimento correspondiente, debidamente rotulado e identificado, y acomodar los residuos para optimizar el aprovechamiento del espacio.
- Se cierra cada compartimento con picaporte y candado para evitar la colocación de residuos no valorizables o la sustracción de residuos acopiados.

4.5.5.1.1.5 Despacho de materiales

- Una vez que se tengan los materiales listos para su gestión externa, se realizan las acciones para su salida de las instalaciones.

- En cuanto al papel y cartón, se efectúa el envío respectivo a las oficinas centrales del ICAA en Pavas, para su posterior envío a la empresa Kimberly Clark.
- Con respecto al resto de materiales valorizables como plástico, tetrapack, metal (aluminio y conservas), se coordina con la Municipalidad correspondiente o empresa gestora para su respectivo retiro de las instalaciones.
- En cuanto a los períodos de despacho de materiales, se ha considerado revisar el CAT a los 15 días luego de la última recolección para observar la cantidad de material almacenado y determinar si es necesaria su recolección, principalmente en el caso del papel y cartón. Si en dicho período el CAT no está lleno, se da un tiempo máximo de un mes para la recolección y almacenamiento de materiales valorizables, para su posterior despacho.

4.5.5.1.2 Mantenimiento

4.5.5.1.2.1 Puestos de acopio

- Realizar revisiones periódicas para verificar el estado de cada recipiente.
- Inspeccionar el piso y paredes en busca de averías, grietas o presencia de herrumbre en el caso de los estañones.
- De encontrar alguna avería, se anota en el libro de registro y se reporta para tomar las medidas correspondientes.
- Revisar el estado de la bolsa plástica y cambiarla de ser necesario.
- La limpieza se debe realizar periódicamente para evitar daños en la estructura, contaminación del material almacenado y la aparición de vectores.

4.5.5.1.2.2 CAT

- Realizar revisiones periódicas para verificar el estado de la estructura.
- Inspeccionar el piso, paredes y techo en busca de averías o grietas.
- Examinar el sistema de seguridad y probar el buen funcionamiento del picaporte y candados en uso.
- De encontrar alguna avería, se anota en el libro de registro y se reporta para realizar las reparaciones correspondientes.

- La limpieza se debe realizar periódicamente para evitar daños en la estructura, contaminación del material almacenado y la aparición de vectores.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se cuenta con una cantidad de recipientes apropiada para el acopio de los residuos, de acuerdo con la cantidad de RS generados en los Centros de trabajo en estudio, sin embargo, se deben adquirir recipientes para residuos orgánicos, tetrapack y vidrio.
- Únicamente, la bodega establecida como CAT ubicado en el edificio Anexos cuenta con personal encargado para la separación del material recibido, sin embargo, no es suficiente.
- El material que se almacena en el CAT del plantel “Carlos Segura Z”, es acondicionado por el personal de aseo para su posterior recolección, pero no realizan separación de dicho material.
- Los puestos de acopio carecen de una identificación definida y atractiva para la población institucional, además que algunos puestos se hallaron colocados en sitios de poca visibilidad o acceso, lo que impide su óptima utilización.
- El almacenamiento final de RS como plástico, metal y tetrapack se da en cualquier sitio que consideren disponible, lo que genera desorden y podría incurrir en el daño de los materiales, por lo tanto su pérdida.
- Con respecto al área que ocupa cada estructura para el acopio temporal de los RS ordinarios, se requiere al menos 8 m² para la colocación de dicha estructura. En el caso del plantel “Carlos Segura Z”, la ubicación actual del CAT es idónea, mientras que, para el área de trabajo conformada por los edificios Monge, Autofores y Anexos, la estructura debe colocarse en un sitio en común y con las condiciones aptas como lo es el parqueo externo del edificio Anexos.
- Con respecto al espacio disponible en cada compartimento de la estructura para el acopio temporal de los RS valorizables, el cálculo realizado demostró que el espacio disponible es suficiente para el almacenamiento mensual de los RS y al final de dicho período, realizar su recolección para la gestión externa de los RS.
- Los períodos de recolección de los RS por parte de las empresas encargadas de gestionarlos son indefinidos, lo que incurre en la sobreacumulación de los residuos, provocando desorden dentro de las instalaciones.

- Es necesaria la implementación de un PGIRS que defina los parámetros y condiciones necesarias para una gestión correcta de los residuos sólidos generados.
- La formulación del PGIRS para el ICAA, se efectuó bajo los lineamientos de la legislación nacional vigente, a falta únicamente de la aprobación para la implementación del mismo.
- El CAT es subutilizado por el almacenamiento único de papel y cartón en sus compartimentos.
- Residuos como el plástico, tetrapack y metal, no cuentan con un sitio definido para su almacenamiento previo a la recolección de parte de la institución de gestión externa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Velar por el cumplimiento de las prácticas de reducción, minimización y aprovechamiento de residuos y, ejecutar actividades que permitan evidenciar el compromiso institucional con la protección del ambiente y el cumplimiento de la legislación nacional en materia de residuos sólidos.
- Utilizar como insumo este documento dentro del programa GIRS, valorando los hallazgos, caracterización y cuantificación de los RS, además del diseño y guía propuesta con miras a progresar en el desarrollo de dicho programa.
- Comprometer a todo el personal en el cumplimiento del programa GIRS y entregar algún tipo de reconocimiento a aquellos que logren desarrollar lo que se establece en dicho programa.
- Buscar la obtención de un mayor apoyo para la Comisión PGAI de parte de la Administración Superior y de las respectivas Jefaturas, con el fin de adquirir mayor credibilidad y colaboración dentro de la institución para lograr una gestión de residuos más efectiva.
- Mantener la participación de la Comisión PGAI en las actividades que se realizan durante el año, como la semana de Salud Ocupacional, celebración del Día del Agua, competencias recreativas, entre otros, para dar información a la población institucional sobre el programa GIRS y el desarrollo de sus actividades.

- Incorporar a un especialista en el tema como integrante de la Comisión para el fortalecimiento del programa GIRS y la coordinación del PGAI dentro de la institución.
- Considerar la factibilidad de realizar una modificación en procesos administrativos, como lo es la incorporación del Sistema de Documentación Integrado (SDI), para evitar la impresión de documentos y sus múltiples copias, con el propósito de optimizar el ahorro y aprovechamiento de un recurso como el papel.
- Considerar la importancia sobre la realización de compras sustentables de equipos y materiales, con el fin de favorecer el desarrollo de los procesos operativos y administrativos, mejorando así la gestión de los materiales y equipos adquiridos, una vez que finaliza su vida útil.
- Aumentar las campañas de concientización y capacitación sobre el manejo óptimo de RS a la población institucional.
- Involucrar al personal de cada área de trabajo en actividades de manejo de RS, como la revisión de los residuos contenidos en cada recipiente o la separación en cada CAT, para promover una mayor sensibilización en el tema.
- Evitar la sobreacumulación de los RS en los puestos de acopio y CAT.
- Implementar las medidas necesarias para acondicionar adecuadamente el sitio de almacenamiento de RS especiales en el plantel “Carlos Segura Z”.
- Mejorar la calidad visual de los puestos de acopio, en lo que respecta a la rotulación debida de cada recipiente, la incorporación de banners y afiches informativos en buen estado y con el Código de color acorde al de cada recipiente.
- Solicitar la adquisición de recipientes para el acopio de residuos orgánicos, tetrapack y vidrio en las áreas de trabajo en estudio.
- Considerar el uso de composteras en los Centros de Trabajo para el tratamiento de los RS orgánicos.
- Definir períodos de recolección de RS de los puestos de acopio y su envío a los CAT para su almacenamiento previo a su recolección por parte de las organizaciones gestoras con las cuales se mantiene convenio vigente.

- Revisar los convenios actuales que tiene el ICAA con las empresas gestoras de RS, tanto valorizables como especiales, y concretar plazos definidos para la recolección de cada material acopiado.
- Agilizar el proceso de construcción de la estructura que servirá como acopio temporal de los RS generados en los edificios Monge, Autofores y Anexos, con el propósito de solucionar la situación de falta de sitio para almacenar el plástico y metal (aluminio) y, definir un lugar para el almacenamiento de papel y cartón.

6 REFERENCIAS

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P., & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Marta Miyahiro y Consuelo Tonato.
- Ali, M., Cotton, A., & Westlake, K. (2005). *Waste Disposal in Developing Countries*. Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Leicestershire, UK. Obtenido de <http://www.lboro.ac.uk/well/resources/fact-sheets/fact-sheets-htm/waste.htm>
- Amigos de la Tierra. (6 de Octubre de 2011). *Las Ventajas del Compostaje*. Obtenido de Sitio Web Amigos de la Tierra: https://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/Informe_compost_web_con_tabla_buena-1.pdf
- Banco Mundial. (21 de Diciembre de 2013). *Solid Waste Management*. Obtenido de World Bank Urban Development: <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>
- Brown Salazar, D., Umaña, G., Gil Larroj, J., Salazar Ortiz, C., Stanley Cáceres, M., & Bessasel, M. (2003). *Guía para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. Programa Ambiental Regional para Centroamérica, El Salvador. Obtenido de <http://www.redrrss.pe/material/20090129005237.pdf>
- Bustillos Lemaire, R. (2010). *Compendio de Legislación Ambiental*. San José: FUNDECOR. Obtenido de <http://www.ifam.go.cr/PaginaIFAM/docs/PRODUCTOS%20FOMUDE%202006-2011/R3-Productos/P26%20Compendio%20de%20Legislaci%C3%B3n%20Ambiental/Compendio%20Legislaci%C3%B3n%20Ambiental.pdf>
- Capel, C. ((s.f.)). *Waste Sorting-A look at the separation and sorting techniques in today's european market*. Obtenido de Waste Management World: <http://www.waste-management-world.com/articles/print/volume-9/issue-4/features/waste-sorting-a-look-at-the-separation-and-sorting-techniques-in-todayrsquos-european-market.html>

- Caribbean Youth Environment Network (CYEN). ((s.f.)). *Solid waste management*. Obtenido de <http://www.cyen.org/innovaeditor/assets/Solid%20waste%20management.pdf>
- Central America Data. (13 de Marzo de 2015). *Basura en Costa Rica: Otra comisión*. Obtenido de Central América Data: Información de Negocios: http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Basura_en_Costa_Rica_Otra_comisin
- Department of Environment and Climate Change NSW. (2008). *Waste Classification Guidelines Part 1: Classifying Waste*. Sydney. Obtenido de <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/waste/09281classifywaste.pdf>
- Fernández Colomina, A., & Sánchez Osuna, M. (2007). *Guía para la Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos*. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Vienna.
- Gaggero, E., & Ordoñez, M. ((s.f.)). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires: Adela Ruiz. Obtenido de http://www.opds.gba.gov.ar/uploaded/File/residuos_03_10.pdf
- Ghiasinejad, H., & Abduli, S. (2007). Technical and Economical Selection of Optimum Transfer-Transport Method in Solid Waste Management in Metropolitan Cities. *International Journal of Environmental Research*, 179-187. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?er07023>
- Guangyu, Y. (2009). Disposal of Solid Wastes. En UNESCO-EOLSS, *Point Sources of Pollution: Local effects and control* (Vol. I). China: Qian Yi. Obtenido de <http://www.eolss.net/sample-chapters/c09/E4-11-03-03.pdf>
- HDR Engineering, Inc. (2010). *Solid Waste Management Plan*. Rapid City, South Dakota. Obtenido de http://www.rcgov.org/pdfs/Public-Works/Solid%20Waste/Final_Solid_Waste_Mangement_Plan.pdf
- Hornweg, D., & Thomas, L. (1999). *What a waste: Solid waste Management in Asia*. Washington, D.C. Obtenido de <http://web.mit.edu/urbanupgrading/urbanenvironment/resources/references/pdfs/WhatAWasteAsia.pdf>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2010). *Reseña histórica del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*. Centro de Documentación

- e Información, San José. Obtenido de <https://www.aya.go.cr/Administracion/DocumentosBoletines/Docs/230910011929 RESENAHISTORICADEAYA.pdf>
- Instituto Costarricense de Turismo (ICT). (2013). *El manejo de los residuos sólidos en Costa Rica*. Obtenido de Sitio Web [visitcostarica: http://www.visitcostarica.com/ict/pdf/JacintoMEM_web.pdf](http://www.visitcostarica.com/ict/pdf/JacintoMEM_web.pdf)
- ISWA International Solid Waste Association. (2012). *Solid Waste: guidelines for successful planning*. Sao Paulo. Obtenido de file:///D:/Usuarios/Cesi/Downloads/SOLID_WASTE_03.pdf
- Jiménez Cavallini, S. (2013). *Evaluación de los impactos ambientales generados por sitios de disposición final de residuos en Costa Rica*. Obtenido de Sitio Web del Ministerio de Salud: <http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/component/content/article?id=617>
- Jun, T., Zhang, W., Yue, C., & Di, F. (2011). Municipal solid waste source-separated collection in China: A comparative analysis. *Elsevier*, 1673-1682. doi:10.1016/j.wasman.2011.03.014
- Lund, H. (1996). *Manual McGraw-Hill de Reciclaje*. España: S.A. McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Magera, M. (2006). *Reciclaje y Emprendimiento en la Gestión de Residuos Sólidos en Costa Rica. El Diagnóstico de la Basura*. San José: CYMA. Obtenido de <http://ley8839.go.cr/blog/documentos/informes/reciclaje-emprendimineto-girs.pdf>
- Martínez, J. (2005). *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Peligrosos*. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Montevideo. Obtenido de http://archive.basel.int/centers/proj_activ/stp_projects/08-02.pdf
- Morgan, K. (23 de Junio de 2015). *No quick fixes for world's solid waste management crisis*. Obtenido de ELSEVIER: <http://www.elsevier.com/atlas/story/planet/no-quick-fixes-for-worlds-solid-waste-management-crisis>
- Prakash Chandak, S. (2009). *Integrated Solid Waste Management*. United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Japón. Obtenido de http://www.unep.org/urban_environment/PDFs/ISWMNairobiOverview.pdf

- Programa de Competitividad y Medio Ambiente (CYMA). (2008). *Plan de Residuos Sólidos Costa Rica (PRESOL). Plan de Acción*. San José: CYMA. Obtenido de <http://www.digeca.go.cr/documentos/residuos%20solidos/2-PRESOL-plan-de-accion.pdf>
- Protection of Environment, 27 U.S.C. § 261.2 (2012).
- Quispe, C. (2010). *Residuos Sólidos Urbanos: Una guía práctica para la separación en origen en el partido de la Plata*. Buenos Aires: Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/guia_practica_para_la_separacion_de_residuos_en_el_partido_de_la_plata.pdf
- RECYTRANS . (18 de Junio de 2013). *¿Cómo se recicla el plástico?* Obtenido de RECYTRANS: <http://www.recytrans.com/blog/como-se-recicla-el-plastico/>
- Rivera Flores, J. (30 de Noviembre de 2010). *Polímeros Materiales de Ingeniería*. Obtenido de Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán: http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com_content&view=article&id=594:polimeros-materiales-de-ingenieria&catid=27:articulos&Itemid=288
- Rivera Valdés, S. (2003). *Gestión de Residuos Sólidos: Técnica, salud, ambiente y competencia*. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/04-5022.pdf>
- Salazar Falla, M. (2010). *Formulación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos del centro comercial San Pedro de la ciudad de Neiva Huila*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Shimura, S., Yokota, I., & Nitta, Y. (2001). Research for MSW flow analysis in developing nations. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 3, 48-59.
- Soto Córdoba, S. (2013). *Décimo noveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: A dos años de la Ley GIR*. San José.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Eliassen, R. (1977). *Solid wastes: engineering principles and management issues*. New York: McGraw-Hill.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos: Principios de Ingeniería y Administración*. Obtenido de BVSDE Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/desecho2.pdf>

- Tello Espinoza, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe*. Organización Panamericana de la Salud (OPS).
Obtenido de http://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=1701%3AInforme-regional-del-proyecto-quevaluacion-regional-del-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-en-alc-2010q&Itemid=361
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2002). *What is Integrated Solid Waste Management?* Estados Unidos. Obtenido de <http://www.epa.gov/climatechange/wycd/waste/downloads/overview.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2013). *Non-Hazardous Waste Management Hierarchy*. Estados Unidos. Obtenido de <http://www.epa.gov/waste/nonhaz/municipal/hierarchy.htm>
- U.S. Environmental Protection Agency. (28 de Agosto de 2014). *Climate Change and Waste*. Obtenido de U.S. Environmental Protection Agency: <http://epa.gov/climatechange/climate-change-waste/>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (1998). *Guía Ambiental para Proyectos Carboeléctricos*. Santa Fe de Bogotá, D.C.: Ministerio del Medio Ambiente.
Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/plantas/contenido/medidas.htm#225
- United Nations Environment Programme. (2005). *Solid Waste Management*. Obtenido de <http://www.unep.org/ietc/Portals/136/SWM-Vol1-Part1-Chapters4.pdf>
- United Nations Environmental Programme. (2009). *Developing Integrated Solid Waste Management Plan Training Manual Volume 2 Assessment of Current Waste Management System and Gaps therein*. Osaka/Shiga, Japón.
- Universidad Pontificia Bolivariana. (2008). *Guía para el Manejo Integral de Residuos*. Medellín, Colombia. Obtenido de <http://www.metropol.gov.co/institucional/Documents1/Ambiental/Residuos%20S%C3%B3lidos/Gu%C3%ADa%20para%20el%20Manejo%20Integral%20de%20Residuos%20-%20Subsector%20de%20centros%20comerciales.pdf>

- Venegas Mata, E. (2014). *Competitividad local y generación de residuos sólidos en Costa Rica*. Centro de Gestión Tecnológica e Informática (CEGESTI), Costa Rica. Obtenido de http://municipal.cegesti.org/articulos/articulo_01_100914.pdf
- Venegas, E., & Janssen, J. (2012). *Guía de interpretación de la metodología para la realización de estudios de generación y composición de residuos ordinarios*. Obtenido de Sitio Web Ley 8839: http://ley8839.go.cr/blog/wp-content/uploads/2012/04/8839_generacion_composicion.pdf

7 APÉNDICES

7.1 APÉNDICE 1: MATERIALES Y SUMINISTROS REQUERIDOS PARA EL TRABAJO DE CAMPO

Para la ejecución del trabajo de campo se hizo uso de los siguientes insumos:

- Balanza granataria



Figura 7.1: Balanza granataria utilizada para el pesaje de RS ordinarios en el estudio de composición y generación

Cuadro 7.1: Características de la balanza granataria utilizada para el pesaje de RS ordinarios

Marca	Modelo	Capacidad	Incertidumbre	Temperatura
Ohaus Navigator XT	NVT3201/1	3200 g	$\pm 0,2$ g	10°C/40°C

- Báscula de gancho



Figura 7.2: Báscula de gancho utilizada para el pesaje de RS ordinarios en el estudio de composición y generación

Cuadro 7.2: Características de la báscula de gancho utilizada para el pesaje de RS ordinarios

Marca	Capacidad	Incertidumbre
Ballar	200 kg	± 0,25 kg

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que al realizar ciertas mediciones con dos equipos distintos, fue necesario aplicar una fórmula para el cálculo de una incertidumbre promedio para reportar los resultados de una forma acertada.

Dicha fórmula se expone de la siguiente manera:

$$Vts \times \sqrt{\left(\frac{I \text{ inst1}}{Vinst1}\right)^2 + \left(\frac{I \text{ inst2}}{Vinst2}\right)^2}$$

donde,

Vts: Valor total sumado

I: Incertidumbre de cada instrumento

V: Valor reportado por cada instrumento

- Bolsas de basura (para jardín) para recolectar los RS no recuperables (basura) presente en los contenedores de reciclaje para su pesaje.
- Cinta adhesiva de color para marcar las bolsas ya pesadas.
- Marcadores y lapiceros.
- Bitácora de trabajo.
- Equipo de protección: gabacha, lentes, guantes de látex.

7.2 APÉNDICE 2: DATOS OBTENIDOS EN EL PESAJE EFECTUADO EN LOS CENTROS DE TRABAJO EN ESTUDIO

Cuadro 7.3: Peso de los RS medidos en el edificio Monge (Período Marzo – Junio 2015)

Período de pesaje	Peso de los Residuos Sólidos (kg)			
	Orgánico	Metal	Plástico	Basura
Semana 1	0	0,20	0,10	1,50
Semana 2	0	0,3508	0,3374	0,9000
Semana 3	0,0478	0,4856	0,4036	0,1868
Semana 4	0	0,3744	0,0268	0
Semana 5	0,0402	0,0146	0,1758	0,1694
Semana 6	0,0101	0,0692	0,0626	0,5360
Semana 7	0	0,0146	0,0374	0,4728
Semana 8	0,1062	0	0	0,3920
Semana 9	0	0,0158	0	0,5446
Semana 10	0	0,0228	0,0496	0,4152
Semana 11	0,0436	0,0268	0,1158	0,0684
Semana 12	0	0,0274	0,1524	0,1244
Total (kg)	0,2479	1,60	1,46	5,31

Cuadro 7.4: Peso de los RS medidos en el edificio Autofores (Período Marzo – Junio 2015)

Período de pesaje	Peso de los Residuos Sólidos (kg)					
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Orgánico	Basura
Semana 1	0	0	0,35	0,45	0	0,30
Semana 2	6,41	1,9662	0,5128	1,9256	0	0,9492
Semana 3	0,7194	0	0,6908	2,4974	0,1248	0,2950
Semana 4	5,7448	1,3098	0,0544	0,9144	0,0124	0
Semana 5	5,1377	6,07	0,1736	0,4078	0	0,0172
Semana 6	4,1242	1,9920	0,0512	0,4208	0	0,0672
Semana 7	3,4583	1,8746	0,0450	0,7712	0	0,0326
Semana 8	8,34	2,4970	0,1194	0,7786	0,0150	0,3678
Semana 9	4,93	1,0710	0,0118	0,0874	0	0,2794
Semana 10	0,0970	0,3392	0,0564	1,0412	0	0,1360
Semana 11	3,1730	1,0168	0,1052	0,8514	0,0004	0,6938
Semana 12	6,76	0,4208	0,0776	1,0958	0	0,2088
Total (kg)	48,89	18,56	2,25	11,24	0,1526	3,35

Cuadro 7.5: Peso de los RS medidos en el edificio Anexos (Período Marzo – Junio 2015)

Período de pesaje	Peso de Residuos Sólidos (kg)						
	Papel	Cartón	Metal	Plástico	Electrónicos*	Orgánicos	Basura
Semana 1	0,20	2,00	4,00	0,44	26,50	0	1,00
Semana 2	2,7790	2,00	4,19	0,8546	0	0	0,7018
Semana 3	0,1732	0	0,2502	3,4506	6,00	0	0,5068
Semana 4	0	0	0,2824	0,4426	0	0	1,5132
Semana 5	0,2996	4,00	1,61	0,9521	21,00	0	0
Semana 6	6,00	3,94	0,1272	0,6254	4,50	0	0
Semana 7	8,00	0	0,1280	0,4916	0	0,5756	0,3426
Semana 8	8,28	4,57	0,8144	0,8330	9,00	0	2,2945
Semana 9	17,00	5,52	1,0788	0,2094	0	0,1234	7,45
Semana 10	10,52	0,7692	1,2402	3,9244	12,00	0,2192	0,9268
Semana 11	0,7272	3,6186	0,0132	0,9264	0	0	2,7288
Semana 12	5,26	1,0000	0,4018	0,6204	0	0,0582	1,9990
Total (kg)	59,34	27,42	14,14	13,77	79,00	0,9764	19,46

*: Residuo Especial

Cuadro 7.6: Peso de los RS medidos en el CAT ubicado en el edificio Anexos (Período Marzo – Junio 2015)

Período de pesaje	Peso de Residuos Sólidos (kg)	
	Papel	Cartón
Semana 1	136,50	34,50
Semana 2	7,50	7,00
Semana 3	NR	NR
Semana 4	30,50	34,60
Semana 5	231,80	44,10
Semana 6	NR	NR
Semana 7	NR	NR
Semana 8	NR	NR
Semana 9	NR	NR
Semana 10	NR	NR
Semana 11	NR	NR
Semana 12	209,00	28,00
Total (kg)	615,30	148,20

Cuadro 7.7: Peso de los RS medidos en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)

Período de pesaje	Peso de los Residuos Sólidos (kg)					
	Papel	Cartón	Plástico	Metal	Tetrapack	Basura
Semana 1	0,40	0,10	2,55	0,05	0	2,70
Semana 2	3,79	0	1,6736	0,5234	0,0906	2,5154
Semana 3	12,22	0	1,0116	0,3518	0,8834	0
Semana 4	9,27	0,5726	1,2728	0,1044	0,2488	2,4710
Semana 5	21,77	0	0,9332	0,0262	0,1330	0
Semana 6	0,3122	0,0740	0,1170	0,0597	0,0437	0
Semana 7	65,51	0	1,6444	0,0920	0	2,58
Semana 8	0,3312	0	0,7013	0	0	0,8540
Semana 9	16,27	0,0558	3,2427	0,1110	0,0156	2,7236
Semana 10	0,7563	0,1740	2,5616	0	0,2762	1,7838
Semana 11	17,50	0	2,6060	0,1928	0,0658	6,61
Semana 12	9,70	0,2576	1,0056	0,1346	0,9584	0,08
Total (kg)	157,77	1,23	19,32	1,65	2,7155	22,32

Cuadro 7.8: Peso de los RS medidos en el CAT ubicado en el plantel "Carlos Segura Z" (Período Marzo – Junio 2015)

Período de pesaje	Peso de Residuos Sólidos (kg)	
	Papel	Cartón
Semana 1	0	0
Semana 2	0	0
Semana 3	0	0
Semana 4	0	0
Semana 5	8,20	99,40
Semana 6	0	0
Semana 7	0	0
Semana 8	0	0
Semana 9	0	111,5
Semana 10	0	0
Semana 11	0	63,5
Semana 12	0	0
Total (kg)	8,20	274,40

7.3 APÉNDICE 3: CARACTERIZACIÓN DEL PLÁSTICO EN LOS CENTROS DE TRABAJO EN ESTUDIO

De acuerdo a las diversas categorías que existen de plástico, se decidió efectuar la caracterización de este residuo sólido acorde a cada tipo.

Primeramente, se dará una inducción sobre cada categoría del plástico y conocer sus principales características y ejemplos, como se muestra en el Cuadro 7.9.

Cuadro 7.9: Categorías y aplicaciones del plástico

Categoría	Abreviatura y símbolo	Aplicaciones
Poliétileno tereftalato	PET 	Botellas, envasado de productos alimenticios, refuerzos neumáticos de autos.
Poliétileno de alta densidad	HDPE 	Botellas para productos alimenticios, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes, láminas y tuberías.
Policloruro de vinilo	PVC 	Marcos de ventanas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario.
Poliétileno de baja densidad	LDPE 	Film adhesivo, bolsas, revestimientos de cubos, tuberías para riego.
Polipropileno	PP 	Envases para productos alimenticios, cajas, tapones, piezas de autos, alfombras y componentes eléctricos.
Poliestireno	PS 	Botellas, vasos de yogures, recubrimientos.
Otros	OTHER 	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques

Fuente: ((RECYTRANS , 2013); (Rivera Flores, 2010))

Se efectuó el pesaje respectivo de cada categoría de plástico encontrada en los puestos de acopio de cada CT en estudio, como se observa en el Cuadro 7.10.

Cuadro 7.10: Peso de cada categoría de plástico encontrada en los puestos de acopio de los Centros de Trabajo en estudio (Período Marzo – Junio 2015)

Categoría de plástico	Peso (kg)
PET	30,16
HDPE	12,18
PVC	0,38
LDPE	2,63
PP	0,17
PS	0,23
Otro	0,04

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos en la caracterización, se pesó una cantidad total de 45,79 kg entre los Centros de Trabajo en estudio.

Según la Figura 7.3, las categorías mayor proporción fueron PET, HDPE y LDPE. En lo que respecta al resto de categorías, no se encontraron cantidades importantes por lo que sus porcentajes reportados son bajos o inclusive tienden a 0%.

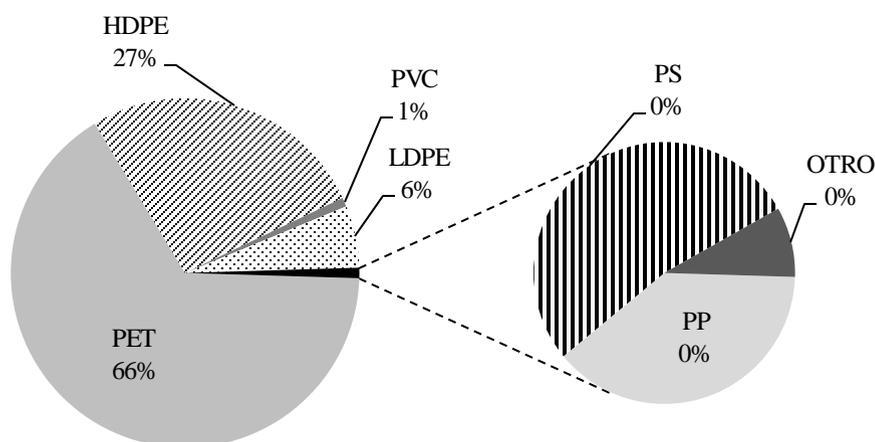


Figura 7.3: Porcentajes totales de las categorías de plástico encontrados en los puestos de acopio de los Centros de Trabajo en estudio

Los principales productos encontrados en los puestos de acopio fueron botellas de refresco o agua de diferente volumen, recipientes de detergente y jabón de baño, y bolsas para usos varios.

7.4 APÉNDICE 4: CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL CAT Y VALORACIÓN DEL ESPACIO DISPONIBLE

Se midió las dimensiones de la estructura para conocer el espacio requerido para su ubicación tanto en el plantel “Carlos Segura Z” como en un sitio común para los edificios Monge, Autofores y Anexos. Dichas dimensiones son las siguientes:

- 4,05 m de largo
- 1,90 m de ancho
- 2,00 m de altura (considerando 0,40 m de altura de los compartimentos con respecto al suelo)

Se aplicó la fórmula para el cálculo de área, obteniendo el siguiente resultado:

$$A = a \times l$$

donde:

A: Área

a: ancho

l: largo

$$A = 1,90m \times 4,05m$$

$$A = 7,695 m^2$$

Seguidamente, se midió uno de los compartimentos de la estructura ubicada en el plantel “Carlos Segura Z”, para calcular el volumen disponible para el acopio de los residuos generados. Dichas dimensiones son las siguientes:

- 1,35 m de ancho
- 1,90 m de largo
- 1,60 m de altura (únicamente del compartimento)

Se aplicó la fórmula para el cálculo de volumen, obteniendo el siguiente resultado:

$$V=a \times l \times h$$

donde:

V: Volumen

a: ancho

l: largo

h: altura

$$V=1,35m \times 1,90m \times 1,60m$$

$$V = 4,104 m^3$$

Una vez calculado el volumen disponible del compartimento, se tomó el promedio mensual calculado para cada residuo en ambos Centros de Trabajo. Se investigó el valor de la densidad para cada material, como se muestra en el Cuadro 7.11, y a partir de ambos valores se obtuvo el volumen que ocuparía cada residuo por mes.

Dicho cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

donde:

V: Volumen

m: masa del material

ρ : densidad

Cuadro 7.11: Peso específico de los RS para cada categoría

Categoría del residuo	Peso específico (kg/m³)
Papel y Cartón	89
Plástico	65
Vidrio	196
Metal	160
Poli-laminado	50

Fuente: ((Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1982))

7.4.1 Edificio Autofores, Monge y Anexos

7.4.1.1 Papel

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 241,15 kg; y la densidad promedio del papel, es decir 89 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{241,15 \text{ kg}}{89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$
$$V = 2,71 \text{ m}^3$$

7.4.1.2 Cartón

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 64,73 kg; y la densidad promedio del cartón, es decir 89 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{64,73 \text{ kg}}{89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$
$$V = 0,73 \text{ m}^3$$

7.4.1.3 Metal

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 6,00 kg; y la densidad promedio del metal, es decir 160 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{6,00 \text{ kg}}{160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$
$$V = 0,04 \text{ m}^3$$

7.4.1.4 Plástico

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 8,82 kg; y la densidad promedio del papel, es decir 65 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{8,82 \text{ kg}}{65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,14 \text{ m}^3$$

7.4.2 Plantel “Carlos Segura Z”

7.4.2.1 Papel

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 55,34 kg; y la densidad promedio del papel, es decir 89 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{55,34 \text{ kg}}{89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,62 \text{ m}^3$$

7.4.2.2 Cartón

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 91,88 kg; y la densidad promedio del cartón, es decir 89 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{91,88 \text{ kg}}{89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 1,03 \text{ m}^3$$

7.4.2.3 Metal

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 0,55 kg; y la densidad promedio del metal, es decir 160 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{0,55 \text{ kg}}{160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,003 \text{ m}^3$$

7.4.2.4 Plástico

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 6,44 kg; y la densidad promedio del papel, es decir 65 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{6,44 \text{ kg}}{65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,09 \text{ m}^3$$

7.4.2.5 Tetrapack

Se usa el promedio mensual calculado, es decir 0,9052 kg; y la densidad promedio del tetrapack (poli-laminado), es decir 50 kg/m³, entonces el volumen estimado sería:

$$V = \frac{0,9052 \text{ kg}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,02 \text{ m}^3$$

7.4.3 Residuos Orgánicos

En cuanto a los residuos orgánicos, se plantea que la recolección sea semanal para evitar la aparición de vectores que puedan afectar las condiciones del residuo y del sitio de almacenamiento.

En resumen, el espacio de cada compartimento para el almacenamiento de los RS ordinarios es suficiente para un período mensual. Al ser 3 compartimentos, se sugiere que se utilice uno para el papel, otro para el cartón, y el tercero para el plástico, metal (aluminio y conservas) y, algún otro residuo como tetrapack y vidrio. Este último compartimento se asignaría para los 3 residuos mencionados para no subutilizar el espacio.

8 ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO PARA PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS POR PARTE DE LOS GENERADORES

ANEXO II

FORMATO PARA PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS POR PARTE DE LOS GENERADORES

Objetivos de los Programas:

- Impulsar las acciones de los sectores productivos hacia el principio de jerarquización de los residuos.
- Promover mediante los instrumentos de gestión integral de residuos la responsabilidad compartida y la responsabilidad extendida al productor.

1. Datos del Generador

Nombre o Razón Social:
Cédula Jurídica: (adjuntar una Personería Jurídica con no más de un mes de expedida)
Dirección exacta:
Representante legal:
Correo electrónico
NO. teléfono: NO. teléfono celular: NO. fax:

I Paso: Diagnóstico

1.1 El Programa deberá contemplar un diagnóstico sobre la generación de los residuos que se produce e identificar una serie de aspectos de estos, tal como se plantea en el cuadro 1.

CUADRO 1
GENERACIÓN DE RESIDUOS

Tipos de residuos ¹	Fuente de los residuos	Cantidades (Kg-ton)	Condiciones de almacenamiento	Condiciones de transporte	Destino de los residuos ²	Tipo de registros empleados para el control Del destino de los residuos

1.2 Con base en el diagnóstico identificar las principales debilidades en el manejo actual de los residuos y definir los desafíos que se plantean para alcanzar una adecuada gestión integral de los residuos. Para ello se deberá completar el cuadro 2.

CUADRO 2

IDENTIFICACION DE DEBILIDADES Y DESAFÍOS DESDE LA JERARQUIZACIÓN de LOS RESIDUOS

Jerarquía de los residuos	Debilidades actuales	Desafíos
Prevención en la fuente		
Minimización en la generación		
Reutilización de los residuos		
Tratamiento		
Disposición final		

¹ Por tipo de residuos se refiere a ordinarios, especiales y peligrosos.

² Se debe adjuntar la documentación que comprueba el destino de los residuos que se detallan.

II Paso: Diseño del Programa

Con base en los resultados del diagnóstico se deberá elaborar un programa que contenga una serie de acciones que involucren necesariamente: estrategias para la prevención en la fuente, minimización en la generación de residuos, la reutilización, la valorización y la disposición ambientalmente segura de los mismos. El Programa deberá contener la siguiente información:

CUADRO 3

PROGRAMA DE RESIDUOS POR PARTE DE LOS GENERADORES

<i>Desafío</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Meta</i>	<i>Indicador de cumplimiento</i>	<i>Actividad (con sus respectivas subactividades)</i>	<i>Recursos</i>	<i>Responsable</i>

Paso III: Seguimiento y monitoreo

El Programa deberá contar con un mecanismo de seguimiento y monitoreo anual, por medio del cual se permita evaluar anualmente las actividades y metas establecidas en el Programa. De esta manera se podrán identificar los avances y logros del mismo.

Cuadro 4

Seguimiento y monitoreo anual

Actividad	Línea base	Meta	Indicador	Estado actual de la actividad	Observaciones

¹ Los programas deben incluir en sus actividades los aspectos de divulgación, sensibilización y capacitación a todas aquellas personas que estén vinculadas de una u otra manera al Programa, ya sea como ejecutores o público meta.

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE LAS MUESTRAS DE CARCASA PLÁSTICA DE LOS HIDRÓMETROS



Recordall® Cold Water Engineered Polymer Disc Meter

Size 5/8 x 3/4" (DN 15mm) NSF/ANSI Standard 61 Certified, Annex G

DESCRIPTION

Badger Meter offers a Recordall disc meter line that has been certified to comply with NSF/ANSI Standard 61, Annex G. All components within the Engineered Polymer meter, i.e., disc, chamber, housing, o-rings, etc., comprise the certified system.

APPLICATIONS: For use in measurement of potable cold water in residential, commercial and industrial services where flow is in one direction only.

OPERATION: Water flows through the meter's strainer and into the measuring chamber where it causes the disc to nutate. The disc, which moves freely, nutates on its own ball, guided by a thrust roller. A drive magnet transmits the motion of the disc to a follower magnet located within the permanently sealed register. The follower magnet is connected to the register gear train. The gear train reduces the disc nutations into volume totalization units displayed on the register dial face.

OPERATING PERFORMANCE: The Badger Meter Recordall Disc meters meet or exceed registration accuracy for the low flow rates (95%), normal operating flow rates (100 ± 1.5%), and maximum continuous operation flow rates as specifically stated by AWWA Standard C710.

CONSTRUCTION: The Recordall Disc meter construction, which complies with ANSI/AWWA standard C710, consists of three basic components: meter housing, measuring chamber, and permanently sealed register. The water meter is thermoplastic with externally-threaded spuds. A corrosion-resistant thermoplastic material is used for the measuring chamber.

To simplify maintenance, the register, measuring chamber, and strainer can be replaced without removing the meter housing from the installation. No change gears are required for accuracy calibration. Interchangeability of parts among like-sized meters also minimizes spare parts inventory investment.

MAGNETIC DRIVE: Direct magnetic drive, through the use of high-strength magnets, provides positive, reliable and dependable register coupling for straight-reading, remote or automatic meter reading options.

SEALED REGISTER: The standard register consists of a straight-reading odometer-type totalization display, 360° test circle with center sweep hand and flow finder to detect leaks. Register gearing consists of self-lubricating thermoplastic gears to minimize friction and provides long life. Permanently sealed, dirt, moisture, tampering and lens fogging problems are eliminated. Multi-position register simplifies meter installation and reading. Automatic meter reading systems are available for all Recordall Disc meters. All reading options are removable from the meter without disrupting water service.

TAMPER-PROOF FEATURES: Customer removal of the register to obtain free water can be prevented when the optional tamper detection seal wire screw or TORX® tamper resistant seal screw is added to the meter. Both can be installed at the meter site or at the factory.

MAINTENANCE: Badger Meter Recordall Disc meters are designed and manufactured to provide long-term service with minimal maintenance. When maintenance is required, it can be performed easily either at the meter installation or at any other convenient location. As an alternative to repair by the utility, Badger offers various maintenance and meter component exchange programs to fit the needs of the utility.

CONNECTIONS: Tailpieces/Unions for installations of meters on various pipe types and sizes, including misaligned pipes, are available as an option.

Model 25PN



SPECIFICATIONS

Typical Operating Range (100% ± 1.5%)	1/2 - 25 GPM (.11 m3/hr to 5.7 m3/hr)
Low Flow (Min. 95%)	1/4 GPM (.057 m3/hr)
Maximum Continuous Operation	15 GPM (3.4 m3/hr)
Pressure Loss at Maximum Continuous Operation	2.8 PSI at 15 GPM (0.19 bar at 3.4 m3/hr)
Maximum Operating Temperature	80°F (26°C)
Maximum Operating Pressure	150 PSI (10 bar)
Measuring Element	Nutating disc, positive displacement
Register Type	Straight reading, permanently sealed magnetic drive standard. Remote reading or Automatic Meter Reading units optional.
Register Capacity	10,000,000 Gallons, 1,000,000 Cubic Feet, 100,000 m3. 6 odometer wheels.
Meter Connections	Available in bronze and engineered polymer to fit 3/4" spud thread bore diameter sizes. See table below.

METER SPUD & CONNECTION SIZES

Size Designation	x	"L" Laying Length	"B" Bore Dia.	Coupling Nut and Spud Thread	Tailpiece Pipe Thread (NPT)
5/8" x 3/4"	x	7-1/2"	5/8", 3/4"	1" (3/4")	3/4"

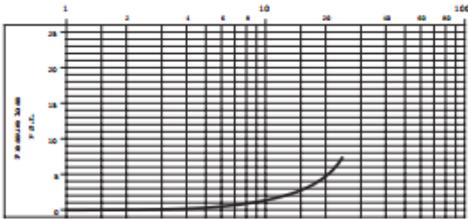
MATERIALS

Meter Housing	Engineered Polymer
Housing Bottom Plate	Engineered Polymer
Measuring Chamber	Engineered Polymer
Disc	Engineered Polymer
Strainer	Engineered Polymer
Disc Spindle	Stainless Steel
Magnet	Ceramic
Magnet Spindle	Stainless Steel
Register Shroud	Engineered Polymer
Register Lid	Engineered Polymer or Bronze

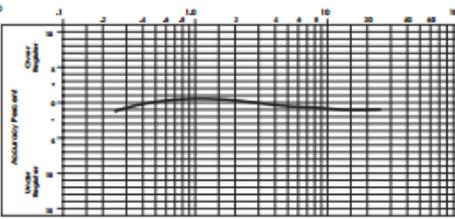
RD-T-5/8 x 3/4 PN (5-11)

Technical Brief

PRESSURE LOSS CHART
Rate of Flow, in Gallons per Minute

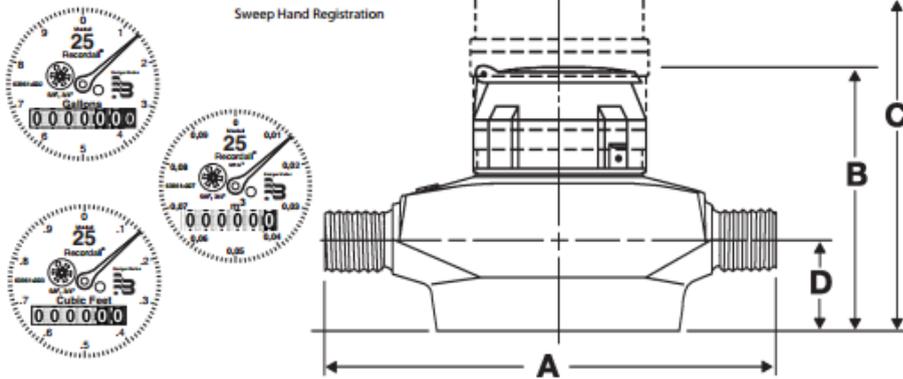


ACCURACY CHART
Rate of Flow, in Gallons per Minute



METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG. / RTR	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
5/8" x 3/4" (15mm)	25PN	7-1/2" (190mm)	5-1/16" (128mm)	6-7/16" (163mm)	1-3/4" (44mm)	4-13/16" (1221mm)	2-1/2 lbs. (1.0kg)

MODEL	GALLON	CUBIC FOOT	CUBIC METER
M25	10	1	.1/.01



Recordall and RTR are registered trademark of Badger Meter, Inc.
Other trademarks appearing in this document are the property of their respective entities.
Copyright 2011, Badger Meter, Inc. All rights reserved.



Due to continuous research, product improvements and enhancements, Badger Meter reserves the right to change product or system specifications without notice, except to the extent an outstanding contractual obligation exists.

Badger Meter | P.O. Box 245036, Milwaukee, Wisconsin 53224-9536
800-876-3837 | infocentral@badgermeter.com | www.badgermeter.com