

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA ACADÉMICA AGROFORESTAL

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RECURSOS
NATURALES Y TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN

PROPUESTA PARA LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE
LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES EN EL
LABORATORIO SAN MARTÍN

Trabajo Final de Graduación sometido al Tribunal del Área
Académica Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica para
optar por el grado de Magister en Gestión de Recursos Naturales y
Tecnologías de Producción

YESENIA ARAYA TREJOS

Campus Cartago, Costa Rica

2011

Dedicatoria

A Dios por haberme dado el don de la vida y la sabiduría para alcanzar mis metas.

Con mucho cariño a mi madre, que con sus buenos consejos me enseñó a elegir el mejor de los caminos y con sus palabras de aliento me hizo crecer como persona, a mis hermanas y hermano, porque siempre han estado a mi lado ayudándome y apoyándome, los amo. A mi padre, que está en presencia de Dios, porque desde niña me enseñó a ser perseverante y sus palabras de aliento y fuerza estarán por siempre en mi corazón.

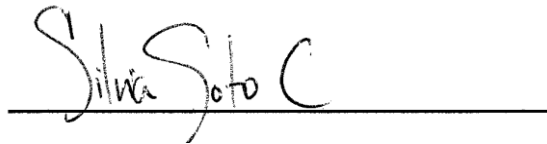
Agradecimientos

A mi tutora la Dra. Silvia Soto C., por brindarme su apoyo a lo largo de la elaboración de este documento, dándome la mejor orientación.

A mi novio Rooel Campos R., por brindarme momentos de ánimo, por su compañía y apoyo, te amo.

Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Tribunal del Área Académica Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica , como requisito parcial para optar por el grado de Magister en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción.



Dra. Silvia Soto Córdoba
Profesora Tutora



Dra. Lilliana Gaviria Montoya
Lectora



Ing. Rodolfo Canessa Mora. M.Sc.
Coordinador del Área Académica Agroforestal



Yesenia Araya Trejos
Sustentante

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de cuadros	viii
Índice de figuras	ix
Lista de abreviaturas	xi
Índice de anexos	xii
Capítulo I	1
Introducción.....	1
1. Introducción al tema	2
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.3 PROBLEMA Y PROPÓSITO.....	4
Capítulo II	6
Marco Teórico.....	6
2.1 MARCO ESPACIAL	7
2.2.1 <i>Misión:</i>	7
2.2.2 <i>Visión</i>	7
2.2.3 <i>Valores</i>	7

2.2.4 Política de Calidad	7
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.2.1 Clasificación de los residuos sólidos.....	8
2.3 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	10
2.4 LEGISLACIÓN	12
2.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN COSTA RICA.....	15
2.5.1 Empresas en Costa Rica dedicadas al reciclaje.....	17
Capítulo III	20
Metodología	20
3.1 DEFINICIÓN DEL ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	21
3.2 POBLACIÓN DE INTERÉS	21
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	21
3.4 VARIABLES Y OBJETIVOS DE ESTUDIO	22
3.4.1 Primer objetivo específico	22
3.4.2 Segundo objetivo específico.....	22
3.4.3 Tercer objetivo específico.....	23
Capítulo IV.....	25
Resultados y Discusión.....	25
de Resultados.....	25
4.1 COMPOSICIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES GENERADOS EN EL LABORATORIO SAN MARTÍN	26
4.1.1 Manejo actual de las botellas plásticas PET.....	29
4.1.2 Manejo Actual del Cartón.....	30
4.1.3 Manejo actual de los envases plásticos (PS).....	31
4.1.4 Manejo actual del papel	32
4.1.5 Manejo actual del vidrio color ámbar.....	33
4.1.6 Manejo actual del vidrio color blanco	35
4.2. TASA DE GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES GENERADOS EN EL LABORATORIO SAN MARTÍN.....	37

4.2.1 Tasa de Generación de Botellas Plásticas PET	39
4.2.2 Tasa de Generación de Papel.....	41
4.2.3 Tasa de Generación de vidrio blanco.....	42
4.2.4 Tasa de Generación de cartón, botellas PS, papel aluminio y vidrio color ámbar.....	43
4.3 PROPUESTAS PARA LA ADECUADA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES EN EL LABORATORIO SAN MARTÍN.....	44
Capítulo V.....	49
Conclusiones y Recomendaciones	49
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Bibliografía	52
Anexos	55
ANEXO 1. CUESTIONARIO PARA LA GERENCIA DE CALIDAD DEL LABORATORIO SAN MARTÍN.	56
ANEXO 2. CUESTIONARIO PARA LOS COLABORADORES DEL LABORATORIO SAN MARTÍN.	59
ANEXO 3. HOJA DE REGISTRO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	61
ANEXO 4. REGISTRO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES EN EL LABORATORIO SAN MARTÍN.....	62
ANEXO 5. GUÍA PRÁCTICA PARA EL ADECUADO MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES.	63

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características de materiales reciclables.	8
Cuadro 2. Composición de los Residuos Sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín, entre marzo y septiembre del 2011.	27
Cuadro 3. Cantidad de residuos sólidos, en kilogramos, entregados por el Laboratorio San Martín, al Centro de Acopio Empacadora y Recicladora Capri.	30
Cuadro 4. Generación de residuos sólidos reciclables, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.....	38

Índice de figuras

Figura 1. Etapas de la jerarquía ambiental.....	11
Figura 2. Destino de los residuos sólidos por provincia.	16
Figura 3. Composición de los residuos sólidos ordinarios.....	17
Figura 4. Disposición del residuo sólido botellas plásticas PET, en el Laboratorio San Martín.	29
Figura 5. Disposición del residuo sólido cartón, en el Laboratorio San Martín.	31
Figura 6. Disposición del residuo sólido envases plásticos (PS), en el Laboratorio San Martín.	31
Figura 7. Disposición del residuo sólido papel, en el Laboratorio San Martín. .	32
Figura 8. Basurero de basura ordinaria con restos de papel para reciclar, en el Laboratorio San Martín.	33
Figura 9. Caja para la disposición del residuo vidrio color ámbar, en el área de química del Laboratorio San Martín.	34
Figura 10. Caja con mezcla de vidrio color blanco con vidrio de color ámbar, en el Laboratorio San Martín.....	34
Figura 11. Envases para la disposición del residuo vidrio en el área de química y de lavado de material, en el Laboratorio San Martín.....	35
Figura 12. Mezcla de vidrio reciclable con el no reciclable, en el Laboratorio San Martín.....	36
Figura 13. Mezcla de vidrio reciclable con restos de otros materiales, en el Laboratorio San Martín.	36
Figura 14. Tasa de generación de residuos sólidos en porcentaje en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.	39
Figura 15. Tasa de Generación mensual de botellas plásticas PET, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.	40
Figura 16. Tasa de Generación mensual de papel, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.....	42
Figura 17. Tasa de Generación mensual de vidrio blanco, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.....	43

Figura 18. Tasa de Generación mensual de cartón, botellas PS, papel aluminio y vidrio ámbar, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

..... 44

Lista de abreviaturas

ACIPLAST: Asociación Costarricense de la Industria del Plástico

ACEPESA: Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente

CEPRONA: Centro de Productividad Nacional

CIPA: Centro de Investigación en Protección Ambiental

CYMA: Programa de Competitividad y Medio Ambiente

GIRS: Gestión Integral de Residuos Sólidos

IFAM: Instituto de Fomento Municipal

HDPE: Polietileno de Alta Densidad

kg: Kilogramo

LDPE: Polietileno de Baja Densidad

mL: Mililitro

PET: Poliestireno de Teraftalato

PP: Polipropileno

PRESOL: Plan de Residuos Sólidos

PS: Poliestireno

PVC: Policloruro de Vinilo

RP: Residuos peligrosos

RSU: Residuos sólidos urbanos

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental

VICESA: Empresa Vidriera Centroamericana S.A

Índice de anexos

Anexo 1. Cuestionario para la Gerencia de Calidad del Laboratorio San Martín.	56
Anexo 2. Cuestionario para los colaboradores del Laboratorio San Martín.	59
Anexo 3. Hoja de registro para la recolección de datos.	61
Anexo 4. Registro de recolección de Residuos Sólidos Reciclables en el Laboratorio San Martín.	62
Anexo 5. Guía práctica para el adecuado manejo de los residuos sólidos reciclables.	63

Capítulo I

Introducción

1. Introducción al tema

En las últimas décadas la generación de residuos sólidos ha ido creciendo exponencialmente a nivel mundial. Dentro de los factores que han contribuido a tal expansión están: la cultura de usar y tirar los llamados “desechables”, la elevada cantidad y diversidad de materiales de empaque que se comercializan con los productos, la arraigada cultura de consumismo y el mayor volumen de productos extranjeros. Tal situación ha traído consigo problemas de salud en la población, impactos ambientales en el agua, el suelo y la atmósfera, impactos económicos negativos en términos de devaluación de suelos o disminución del turismo (CYMA 2007).

La deficiencia de información confiable y objetiva dificulta la búsqueda de soluciones a tal problemática, por ejemplo las municipalidades no cuentan con información actualizada ni datos concretos de las actividades relacionadas con la gestión de los residuos (CYMA 2007).

En Costa Rica la problemática de residuos sólidos tiene diferentes orígenes como la baja conciencia ambiental desde los productores hasta los consumidores finales, la baja capacidad de inversión, una cultura de alto consumismo, poca educación formal sobre el tema y un marco normativo insuficiente (Abellán 2002).

La generación de residuos sólidos domiciliarios en Costa Rica se estima que fue de 4500 toneladas por día (Soto 2006). Cerca del 30% de estos materiales es depositado sin ningún control en calles, ríos y lotes baldíos (Alvarado 2003).

La incorrecta gestión de los residuos sólidos domiciliarios ha provocado en el país la reaparición de enfermedades, como la leptospirosis, además de otra problemática en cuanto a la contaminación de aguas subterráneas con materiales tóxicos, aumento de emergencias en los períodos de alta precipitación ya que los drenajes se saturan de basura, contaminación visual y paisajística de los sitios de vertido, daños a los ecosistemas y descomposición de la materia biodegradable en sistemas anaerobios que generan gases con efecto invernadero con potencial de calentamiento 56 veces mayor al del carbono (Soto 2007).

En Costa Rica hay 13 parques industriales bajo el régimen de zona franca. Solamente en la provincia de Cartago el 54% de tales empresas genera aproximadamente 250 toneladas de desechos industriales por mes. Esto ha motivado al Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA) del Instituto Tecnológico de Costa Rica a crear el proyecto llamado “Gestión integral de manejo de desechos en el Parque Industrial de Cartago” conocido como Proyecto Mermas, y consiste en 6 etapas, la primera es el manejo adecuado de los desechos generados en las empresas, luego la recolección y el transporte, seguido de la descarga en el CIPA, la siguiente etapa es la recuperación de los materiales, la comercialización de dichos materiales y por último la incorporación de estos a los procesos productivos (Salas 2005a).

1.1. Justificación

En Costa Rica el acelerado aumento de los residuos sólidos y su manejo inadecuado ha generado graves daños a la salud y además contaminación visual, variación en el caudal de los ríos y deterioro del ambiente (Soto 2006).

La Municipalidad de San José es la única que cuenta con registros históricos de más de una década, e indican que en los últimos 20 años el índice aumentó un 30%, llegando a valores entre 0,9 a 1,1 kilogramos per cápita en áreas urbanas (datos de las municipalidades de San José y Cartago) y de 0,8 kg/persona/día en zonas rurales semiurbanas (Municipalidad de Esparza) (Soto 2006).

Con respecto al sector industrial, se da la recuperación de materiales, tanto en la micro, pequeña y mediana empresa. Los materiales reciclados post producción se caracterizan por ser de buena calidad y de menor precio que los materiales vírgenes del mercado (Salas 2005b).

Por lo anterior citado y no estando exento el Laboratorio San Martín de un proceso productivo generador de residuos es que se plantea esta propuesta de adecuada disposición de residuos sólidos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Proponer opciones sostenibles para la disposición final de los residuos sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar y clasificar según el material, los diferentes tipos de residuos sólidos generados en el Laboratorio San Martín, así como documentar su respectivo estado actual de manejo.
- Determinar la cantidad de residuos sólidos que posean mayor volumen y sean reciclables o reutilizables, generados en el Laboratorio San Martín.
- Establecer propuestas para la adecuada disposición final de los residuos sólidos reciclables generados en mayor cantidad dentro del Laboratorio San Martín.

1.3 Problema y propósito

El Laboratorio San Martín se ubica en San José, Costa Rica, en la avenida 10, entre calles 1 y 3, se dedica a brindar servicios de análisis químicos y microbiológicos en aguas residuales y potables, además de servicios clínicos. La mayoría de los métodos de trabajo se encuentran acreditados bajo la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005.

En el proceso productivo se generan residuos sólidos, los cuales deben manejarse adecuadamente para evitar contaminación ambiental, esto es de obligatoriedad ya que así lo dicta la Ley para la Gestión Integral de Residuos N°8839 en Costa Rica, cuyo objetivo es la regulación en cuanto a la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos.

La investigación tendrá como base el conocimiento adquirido en el transcurso de la Maestría en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción, sobre los Sistemas de Gestión Ambiental, con lo que respecta a la implementación de sistemas de disposición de Residuos Sólidos; por lo tanto el

propósito de esta investigación será permitirle al Laboratorio San Martín contar con una alternativa para la apropiada gestión de los residuos sólidos generados, bajo un enfoque de planificación ambiental que conlleve a un adecuado manejo de los recursos disponibles para atender lo relacionado a este tema.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Marco espacial

El Laboratorio San Martín busca la satisfacción de sus clientes a través de resultados confiables, por lo tanto se basa en los siguientes fines y principios:

2.2.1 Misión: “satisfacer a nuestros clientes y a la sociedad en general mediante el cumplimiento de los requisitos que aseguran un adecuado nivel de calidad de los análisis y de eficiencia en nuestro laboratorio”.

2.2.2 Visión: “El Laboratorio San Martín ha sido y seguirá siendo un laboratorio de calidad con adecuada precisión y exactitud, que mantiene actualizados sus métodos y el equipo con las tecnologías más avanzadas”.

2.2.3 Valores: “El Laboratorio San Martín se rige por los valores morales y éticos de la sociedad costarricense y occidental. Ofrecemos profesionalismo en todos nuestros servicios y garantizamos calidad, confiabilidad y confidencialidad de los resultados de los análisis de nuestros clientes”.

2.2.4 Política de Calidad: “Es política de la administración del Laboratorio San Martín mantener un adecuado grado de calidad, adecuada precisión y exactitud en los análisis efectuados para asegurar los resultados que de estos derivan. Para esto contamos con el Sistema de Gestión de la Calidad, un equipo de profesionales y técnicos capacitados, reactivos de primera calidad, equipos calibrados y en óptimo estado y métodos de análisis verificados”.

2.2 Marco conceptual

A fin de utilizar racionalmente los recursos las empresas exitosas deberían estar en capacidad de procesar y reutilizar los residuos, para esto se debe contar con sistemas de manejo viables desde la perspectiva técnica, económica, social y ambiental. La conversión de los materiales reciclables en nuevos productos permite una mayor sostenibilidad y aumenta las fuentes de trabajo en los sectores industriales de manufactura, procesamiento y transporte

(Medina *et al.* 2001). Algunas características de los materiales reciclables generados en la gran mayoría de las empresas se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características de materiales reciclables.

Material	Características
Papel	De alta calidad: papel de fotocopias, de impresoras, papel timbrado, de borradores y fichas, entre otros. O de baja calidad: periódicos, papel de colores, revistas (sin brillo) y cartón, entre otros. El papel reciclado se comercializa muy bien (Marín 2005).
Aluminio	Es muy ligero y difícil de oxidar. La ventaja de reciclarlo es que se disminuye en un 95% el gasto de energía y de los desechos contaminantes generados. Ejemplos: latas de refrescos, utensilios de cocina, marcos de puertas y ventanas (Marín 2005).
Vidrio	Se compone básicamente de arena que se derrite a temperaturas altas y luego se solidifica (Marín 2005). Los potenciales mercados son: utilizarlo como pedacera para fabricar nuevos envases, como aditivo para el asfalto, como materia prima para fabricar fibra de vidrio (Medina <i>et al.</i> 2001).
Plásticos	Se fabrican con petróleo bruto, por este motivo se deben reciclar ya que potencialmente son combustibles (Marín 2005). Al reciclarlo se debe tomar en cuenta los diferentes tipos que hay: Poliestireno de teraftalato (PET), Polietileno de alta densidad (HDPE), Policloruro de vinilo (PVC), Polietileno de baja densidad (LDPE), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) (Marín 2005).

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1 Clasificación de los residuos sólidos

El concepto de residuo sólido se ha ido imponiendo al tradicional y popular término “basura”. Según Alvarado (2003) se entiende como residuo sólido “cualquier basura, desperdicios, lodos y otros materiales sólidos de desechos restantes de las actividades industriales, comerciales, domésticas y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas domésticas servidas o de cualquier otro contaminante significativo en los recursos hídricos, ni los sedimentos, ni los sólidos suspendidos o disueltos en los efluentes de

aguas servidas industriales, ni los materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua”. Mientras que los desechos son las “sustancias u objetos muebles, sin uso directo, cuyo propietario requiere deshacerse de ellos o es obligado según las leyes nacionales”.

De igual forma, otros autores consideran que los residuos sólidos son materiales que necesitan ser dispuestos de una u otra manera por haber finalizado su ciclo de vida, sin que esto signifique el no tener oportunidad de ingresar nuevamente al ciclo productivo. También se consideran residuos sólidos aquellos materiales que parecieran no contar con un valor económico por parte de sus usuarios, no obstante, esto dependerá del grado de tecnología con el que se cuente para así transformarlos y así poder ser valorizados nuevamente (Sasikumar y Krishna 2009).

La definición de Residuo en la Ley para la Gestión Integral de Residuos (2010) es la siguiente: “material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados”

Los residuos sólidos se pueden clasificar según sus características, si provienen de actividades domésticas como Residuos sólidos urbanos (RSU), los que son corrosivos, explosivos, tóxicos, reactivos, inflamables o con agentes infecciosos son los llamados Residuos peligrosos (RP) y los que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o urbanos se clasifican como Residuos de manejo especial (RME) (Wehenpohl y Hernández 2006).

En los laboratorios se generan residuos los cuales se clasifican tomando en cuenta las propiedades fisicoquímicas, las posibles reacciones de incompatibilidad en caso de mezcla y el tratamiento final de los mismos, por lo que se establecen los siguientes grupos de clasificación:

Grupo I: disolventes halogenados, estos son los productos líquidos orgánicos que contienen más del 2% de un halógeno. Son irritantes y tóxicos. Ejemplos: cloruro de metilo y bromoformo.

Grupo II: disolventes no halogenados, son líquidos con menos de 2% de halógenos. Son inflamables y tóxicos. Ejemplos: alcoholes, aldehídos, amidas, glicoles, entre otros.

Grupo III: disoluciones acuosas, son las soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos.

Grupo IV: ácidos, en este grupo están los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas. Al mezclarlos con otra sustancia pueden producir reacciones químicas peligrosas.

Grupo V: aceites, son los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento y de baños calefactores.

Grupo VI: sólidos, en este grupo hay tres subgrupos, los sólidos orgánicos, que son los productos químicos orgánicos por ejemplo el carbón activado o el gel sílice. Los sólidos inorgánicos por ejemplo sales de metales pesados. Y en el tercer subgrupo están los materiales desechables contaminados con productos químicos.

Grupo VII: especiales, en este grupo están los productos químicos, sólidos y líquidos que por su peligrosidad no se incluyen en ningún grupo anterior (Clavero *et al.* s.f.).

2.3 Gestión de residuos sólidos

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) es un proceso complejo, ya que involucra gran cantidad de tecnologías y disciplinas, con las que aplica mecanismos para la recuperación de los residuos (Musmanni 2008). Incluye tecnologías asociadas con la generación, recolección, acopio, procesamiento y disposición. Todos estos procesos involucran aspectos legales, sociales y ambientales en procura de resguardar la salud de la población y cumplir con aspectos económicos. Para que la Gestión Integral de residuos sólidos tenga éxito debe existir un trabajo interdisciplinario entre todos los involucrados en el proceso (Nemerow *et al.* 2008).

Según la Ley de residuos (2010), la Gestión Integral de Residuos (GIR) es un “conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y

evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final”.

El manejo de los residuos debe ser económica y ambientalmente sustentable, además de flexible y capaz de manejar todos los tipos de residuos sólidos. Por esto se considera que el manejo debe ser integral aprovechando los materiales reciclables ya sean estos de origen doméstico, comercial, industrial, de la construcción o agrícolas (Medina *et al.* 2001).

Se debe tener claridad en que los materiales solamente se utilizan como parte de un proceso productivo y posteriormente retornan al ambiente. Por tal motivo, después de utilizar una materia prima se tienen tres opciones, desechar el material residual, separar los residuos y reciclarlos o rehusar el material sobrante ya sea en el mismo proceso o para otro diferente, todo dependiendo de la herramienta de GIRS que se utilice (Worrel y Vesilind 2011).

Para poder llevar a cabo la GIRS debemos apoyarnos en una serie de herramientas, una de ellas es la jerarquía ambiental para los residuos, la cual es la línea de trabajo y cada etapa es fundamental para lograr el objetivo de convertirse en una sociedad eficiente en el uso de los materiales, cerrando ciclos de provecho social, económico y ambiental reduciendo los impactos negativos (Musmanni 2008).

En la Figura 1 se representan las seis etapas de la jerarquía ambiental



Figura 1. Etapas de la jerarquía ambiental.

Fuente: Elaboración propia. Con datos tomados de Musmanni 2008.

Las etapas de evitar y reducir previenen la generación de residuos, es decir, promueven cambiar los patrones de compra, consumo y producción, así como la escogencia de productos que generen menos residuos y sean menos

daños para el ambiente y benignos para cerrar los ciclos (Medina *et al.* 2001, Musmanni 2008). La reutilización consiste en darle otros usos a los residuos, por ejemplo a las botellas plásticas o de vidrio, así se les da la máxima utilidad sin llegar a destruirlos o deshacerse de ellos (Marín 2005). La valorización de los residuos comprende reciclar y co-procesar, también la reutilización, el compostaje y la conversión a biocombustibles, todos como mecanismo para mantener los materiales en el ciclo económico. Con el reciclaje los materiales retornan en forma de un producto idéntico o diferente y tal proceso se puede dar en varias oportunidades sin afectar las características del producto (Musmanni 2008). Tratar y disponer son las últimas etapas de la jerarquía y deberían reflejar un menor volumen si han sido exitosos los procesos de prevención y valorización. El proceso de tratar los residuos disminuye el peligro para los seres humanos y el ambiente y facilita el manejo posterior. El proceso de disponer es la última opción y la que debería manejar el menor volumen, sabiendo que los materiales allí contenidos se mantienen por décadas o centurias sin ninguna utilidad para la sociedad (Musmanni 2008).

El llevar a cabo la GIRS es responsabilidad de todos los actores: generadores, productores, importadores, distribuidores, consumidores y gestores (públicos y privados) de residuos, por lo que la capacitación en educación ambiental es esencial para las autoridades municipales, el personal técnico, los líderes comunales, las fuerzas vivas cantonales y el público en general (Musmanni 2008).

2.4 Legislación

En el año 1991 se elaboró el “Plan Nacional de Manejo de Desechos de Costa Rica”, desde entonces se ha introducido legislación relacionada con el ambiente, como convenios internacionales, la Ley Orgánica del Ambiente, la Ley de Vida Silvestre y la Ley de Biodiversidad, así como algunos reglamentos específicos en la materia. Sin embargo estas leyes no han incidido en que exista una gestión integral de residuos, debido a esto, el Gobierno desarrolla el “Plan de Residuos Sólidos (PRESOL)” para todo el país y promueve la

aprobación de la ley que regula el tema en forma integral, llamada “Ley para la Gestión Integral de Residuos” (CYMA 2007).

Una de las leyes principales que regulan el tema de residuos es la Ley General de Salud de 1973, ésta contiene siete artículos dedicados al tema, y el objetivo es sentar las responsabilidades tanto del generador como del Ministerio de Salud y las municipalidades, esto con el propósito de evitar o disminuir la contaminación del aire, suelo o de las aguas, prohibiendo arrojar o acumular desechos sólidos en lugares no autorizados, medios inadecuados para su transporte y acumulación y proceder a su utilización, tratamiento o disposición final mediante sistemas no aprobados por el Ministerio de Salud.

El Ministerio de Salud tiene potestad de dictar reglamentos, es así como se han publicado los siguientes:

- Reglamento de Manejo de Basuras

- Reglamento de Rellenos Sanitarios

- Reglamento para el Transporte de Productos Peligrosos

- Reglamento Sobre el Manejo y Control de Gallinaza y Pollinaza

- Reglamento de requisitos, condiciones y controles para la utilización de combustibles alternos en los hornos cementeros

- Reglamento sobre la gestión de los desechos infecto-contagiosos que se generan en establecimientos que presten atención a la salud y afines.

La Ley Orgánica del ambiente tiene algunos artículos relacionados al manejo de los residuos, por ejemplo en el artículo 17 obliga a las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, a someterse a una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). En el artículo 60 obliga al Estado, las municipalidades y las demás instituciones públicas, a dar prioridad al establecimiento y operación de servicios adecuados en áreas fundamentales para la salud ambiental, tales como la recolección y el manejo de desechos (CYMA 2007).

El Ministerio Nacional de Ambiente y Energía en 1998 dictó los siguientes Reglamentos:

Reglamento sobre las Características y el Listado de los Desechos Peligrosos Industriales

Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales

Reglamento Sobre el Procedimiento para llevar a cabo la Prueba de Extracción para determinar constituyentes que hacen un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente

El marco orientador que define los objetivos que norman la acción del Gobierno de la República para promover el desarrollo del país es el Plan Nacional de Desarrollo, el cual se encarga de establecer para las entidades públicas, los ministerios y demás órganos, las políticas y objetivos a nivel sectorial y regional. En el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 se establece, entre otros, la necesidad de dar “un tratamiento adecuado a los desechos sólidos, a través de mecanismos para reducir, reciclar y procesar los desechos sólidos” (CYMA 2007).

La legislación actual tiene una visión “sanitarista”, por lo que gran parte del esfuerzo institucional se dedica a controlar la disposición final de los residuos en vertederos y rellenos sanitarios a fin de evitar riesgos a la salud por su mal manejo, sin tomar en cuenta que está enterrando una gran cantidad de materiales y recursos valiosos, y a la vez se contamina el suelo, el aire y el agua. Mientras tanto, las alternativas de la reutilización y el reciclaje son escasamente mencionadas en las leyes y los reglamentos actuales, y, aunque existen incipientes iniciativas en ese sentido, éstas no han surgido como resultado del marco legal vigente ni del impulso institucional (Castro 2008).

En los últimos 20 años han entrado en la corriente legislativa más de 15 proyectos de ley tendientes a regular el tema de los residuos. Sin embargo, la presentación del “Proyecto de ley general de residuos” (expediente N° 15.897) por parte del Ministerio del Ambiente, el 24 de junio de 2005, propició una discusión nacional sobre la urgente necesidad que existe en el país de contar con un nuevo marco legal que cambie en forma significativa la manera en que se están manejando los residuos (Castro 2008). Dicha ley se aprobó en el mes de mayo del año 2010 y propone la obligatoriedad de tener planes de manejo de residuos sólidos en cada municipalidad, acceso a la información, también la

necesidad de incorporar la valorización en el cálculo de los costos del manejo de residuos sólidos, lo cual permitirá financiar programas de recuperación de materiales y fomenta el reciclaje (Soto 2010).

2.5 Situación actual de los Residuos Sólidos en Costa Rica

Según la Ley General de Salud No. 5395 en el Capítulo II, artículo 280, otorga a las municipalidades la obligación de recolección, acarreo y disposición de los desechos sólidos, como también la limpieza de vías. En Costa Rica el Instituto de Fomento Municipal (IFAM) brinda apoyo a las municipalidades en la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales. El IFAM tiene como objetivo brindar capacitación, asesorías técnicas y facilitar préstamos para la elaboración de estudios, compra de lotes y construcción de infraestructura para el correcto manejo de los Residuos Sólidos (Soto 2010). Una situación grave es que el tema de los desechos sólidos no se ha logrado integrar como una actividad propia del modelo de desarrollo y los residuos siguen en aumento. Esto se agrava con la inexistencia de planes integrales para el manejo de los residuos y ha llevado a optar por la construcción de vertederos privados (Soto 2005). Pero, tales vertederos funcionan como botaderos a cielo abierto, a pesar de que se diseñaron respetando los aspectos técnicos y operativos para su correcto funcionamiento (Soto 2010). En general las municipalidades optan por la consolidación de rellenos sanitarios regionales ya que es una opción para disminuir costos de operación y mantenimiento. Como lo muestra la Figura 2, la provincia que está dando un mejor manejo a los residuos sólidos recolectados es Heredia con aproximadamente el 90%, mientras que en Guanacaste, Puntarenas y Limón es casi nulo (Soto 2007).

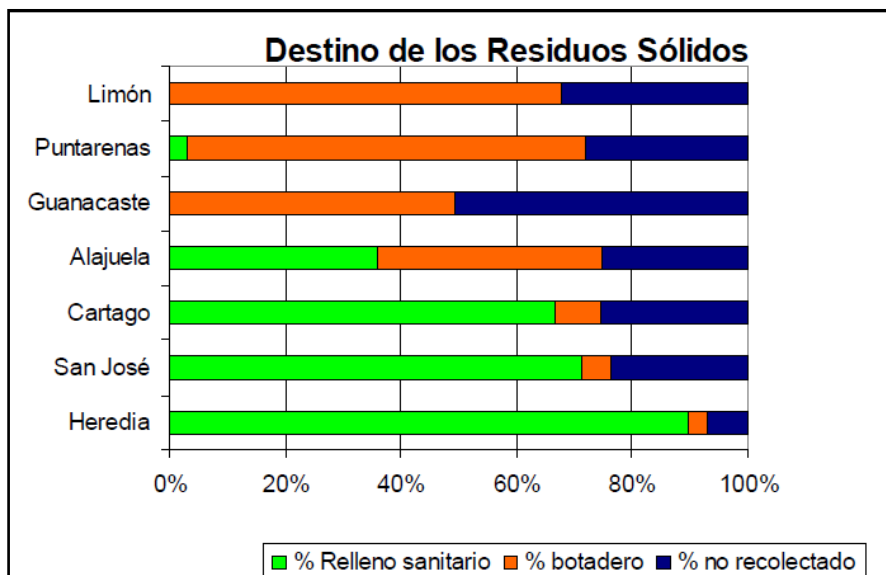


Figura 2. Destino de los residuos sólidos por provincia.

Fuente: Soto 2007.

En el año 2007, se hizo el Manual para la elaboración de planes municipales de gestión de residuos sólidos. Éste es una herramienta de trabajo en la que se detallan, paso a paso, las tareas y actividades a desarrollar en un proceso participativo de planificación municipal de la gestión de residuos sólidos, y se espera que tales planes sirvan de motivación para replicar experiencias en otros cantones (Jara 2008).

A nivel nacional la generación y recolección de residuos sólidos es muy variado por provincia. En San José se presenta el mayor índice por habitante, el cual es de 0,945 kg/persona/día y en Limón se presenta el menor índice de generación con un valor de 0,65 kg/persona/día (Soto 2007). La cantidad de residuos sólidos ha ido en aumento, según el CYMA (2008) en el año 2006 se generaban 3 780 ton/día, esto es 2,7 veces más de lo que se generó en 1990 y se estima que para el año 2022 la cantidad de residuos sea cercana a las 6 000 ton/día. Aproximadamente el 58% de los residuos se clasifican como materia orgánica y el resto como inorgánica de la cual gran parte es recuperable como lo es el plástico, papel, metal y vidrio (Figura 3). Se estima que la capacidad de reciclaje es de 78 000 ton/año, generando recuperación del material y empleo.

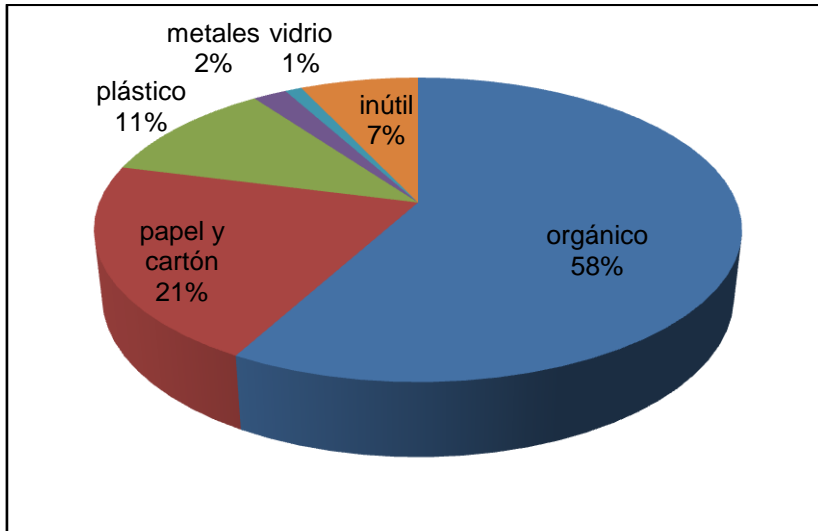


Figura 3. Composición de los residuos sólidos ordinarios.

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del CYMA 2008.

2.5.1 Empresas en Costa Rica dedicadas al reciclaje

Según Medina *et al.* (2001) la industria del reciclaje se compone desde individuos que trabajan por su propia cuenta hasta grandes empresas multinacionales, las cuales se pueden agrupar en cinco grupos:

- ✓ Recolectores: la función primaria de este grupo es la identificación de los materiales reciclables y luego transportarlos desde la fuente hasta el local de los compradores. Por ejemplo se pueden citar los pequeños empresarios que adquieren residuos y personas que los buscan por su voluntad.
- ✓ Acopiadores-acondicionadores: estos compran materiales reciclables y les aplican un proceso simple como selección, densificación y flejado, para luego revenderlos a una empresa manufacturera. Algunos se especializan en materiales reciclables específicos y llevan a cabo operaciones más amplias tales como lavado, triturado, aplastado o compactación de los mismos, antes de venderlos.
- ✓ Corredores independientes: en este grupo están los que compran o aceptan materiales reciclables, los venden a más de un usuario final y

organizan la transferencia de los materiales cobrando una tarifa por tal actividad.

- ✓ Recicladores: son las empresas que someten el material recolectado a un proceso de limpieza y acondicionamiento industrial, para poder ser usado nuevamente en un proceso como materia prima.
- ✓ Usuarios finales: este es el grupo que adquiere y procesa grandes cantidades de subproductos reciclados, para uso en sus operaciones de manufactura.

En Costa Rica existen empresas que se han dedicado a la recuperación y reciclaje de materiales, las mismas están asociadas a Asociación Costarricense de la Industria del Plástico (ACIPLAST) y han incorporado herramientas de producción más limpia con el propósito de aprovechar eficientemente el uso del agua, energía y materiales y disminuir la producción de subproductos (Soto 2005).

Según Soto (2007) en nuestro país existen organizaciones no gubernamentales que han llevado a cabo programas para la recuperación de materiales, por ejemplo la Fundación Centro de Productividad Nacional (CEPRONA), Yisky, Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA), Gente Reciclando, entre otras. Hay 25 comunidades con proyectos de reciclaje de materiales principalmente papel, vidrio, cartón, plástico y aluminio, entre ellas Escazú, Orotina, Naranjo, Pérez Zeledón, San Rafael de Heredia, Abangares y Tilarán, hay 22 centros de acopio y aproximadamente 29 empresas recicladoras que procesan desechos ya sea para uso interno o para exportar materias primas.

A raíz de la preocupación por el creciente índice de residuos sólidos, se ha instado a los centros educativos a incorporar la educación ambiental adaptando bodegas como pequeños centros de acopio de materiales (Soto 2006).

Según la Fundación CEPRONA, a septiembre del año 2010, en nuestro país hay 64 Centros comunitarios de recuperación de materiales reciclables, 67 Empresas recuperadoras de materiales reciclables y 42 Industrias recicladoras de materiales.

Algunas de las empresas que reciclan materiales son:

- FUNDELLANTAS: reciben aproximadamente 5 000 llantas usadas por mes, las comprimen y las amarran para así ser utilizadas en taludes, fondos de vertederos, muros de contención, entre otros.
- Holcim: reciben materiales plásticos que no contengan dioxina y los utilizan como coproceso de la producción de cemento.
- Producol: produce materiales elaborados con mezcla de polietileno y polipropileno, reciclados y reciclables. Estos materiales se ensamblan con tornillos de rosca ancha y/o con tornillos de carrocería. Son muy resistentes a la humedad y a la corrosión. Los productos que se fabrican con esos plásticos reciclados son tarimas, muebles y madera plástica.
- Vicesa: cuenta con un manejo integrado de desechos sólidos, en el cual se han contemplado medidas de reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final. Reciclan vidrio para la fabricación del mismo
- Fortech: empresa dedicada al manejo y disposición de desechos tecnológicos como baterías, celulares, teléfonos, computadoras, en estas últimas las tarjetas de memoria se envían a Estados Unidos para su reciclaje, mientras que los plásticos se venden como materia prima.
- Reciplast: reciben polipropileno y polietileno de alta y baja densidad.
- Compex: empresa que pertenece a INTERFIN, se dedica a la fabricación de mecate agrícola y se encarga de recogerlo cuando es un desecho y lo envía a la empresa Recyco.
- Recyco: empresa auxiliar de Compex. Recibe plástico y fabrica materia prima para otras empresas.
- Reciclando Sonrisas: este es un programa que revive cartuchos de tinta y los vende a empresas en otros países que los reciclan.
- El Colono Agropecuario: Recolectan envases de agroquímicos con el requisito de que el cliente debe aplicar el triple lavado y perforar el recipiente. Los envases son almacenados para luego ser enviados a la cementera (Soto 2005 y Soto 2006).

Capítulo III

Metodología

3.1 Definición del enfoque de investigación

Para dicha investigación, se utilizó un enfoque mixto, es decir gran parte de la investigación se basó en experiencias cualitativas, obtenidas en la búsqueda de los objetivos planteados en la investigación, por medio de visitas de campo, y aplicación de un cuestionario al personal del Laboratorio para determinar sus conocimientos acerca de los residuos sólidos generados. Por otra parte en la investigación, se plantearon algunas mediciones cuantitativas como son la cantidad de residuos sólidos generados por los colaboradores del Laboratorio durante el periodo de estudio, para así determinar cuáles son los que se producen en mayor cantidad.

3.2 Población de interés

El estudio se realizó en el Laboratorio San Martín, el cual contó con un total de 15 colaboradores en el momento que se realizó dicha investigación. El mismo se divide en los departamentos de Administración, Recepción, Química, Microbiología y Química clínica.

Todos los colaboradores del Laboratorio San Martín conforman la población de interés, la cual se considera significativa debido a que autores como Ramírez (2009), indican que las ciudades son la máxima expresión de un medio ambiente transformado, dado que en ellas se presenta el mayor consumo de recursos y una alta generación de residuos, por ende sin importar la cantidad de individuos que se tomen en cuenta durante un estudio, cualquier esfuerzo que se haga es altamente significativo desde la perspectiva de sostenibilidad.

3.3 Fuentes de información

Para llevar a cabo la investigación sobre el sistema integral de residuos sólidos en el Laboratorio se necesitó la viabilidad de la Gerente de Calidad, brindando ayuda y aprobación. Además, se solicitó permiso para tener acceso a los documentos internos del Laboratorio que fueran necesarios para la realización de la investigación.

El personal del Laboratorio, principalmente analistas, ya que formaron parte esencial dentro de la presente investigación, porque ellos son los que tienen

contacto directo con los diferentes residuos sólidos generados y poseen mayor conocimiento sobre el estado actual de los mismos, y se encargarán de implementar la disposición adecuada de los residuos sólidos generados dentro del Laboratorio.

3.4 Variables y objetivos de estudio

3.4.1 Primer objetivo específico

Objetivo: Identificar y clasificar según el material, los diferentes tipos de residuos sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín, así como su respectivo estado actual de manejo.

Variables: Composición y manejo de los residuos

Mediante observación directa, se identificaron cada uno de los diferentes tipos de residuos sólidos generados. Además de esto, se consultó los registros de compras de materias primas del Laboratorio.

Se aplicó un cuestionario (Anexo 1) a la Gerente de Calidad de la empresa, con el que se determinó el manejo que se le da a los residuos sólidos en el momento que se realizó esta investigación. De igual forma, otro cuestionario (Anexo 2) fue aplicado a los 14 colaboradores de la empresa con el fin de saber el grado de conocimiento que tienen con respecto al manejo adecuado de residuos sólidos en la empresa.

3.4.2 Segundo objetivo específico

Objetivo: Determinar la cantidad de residuos sólidos que posean mayor volumen y sean reciclables o reutilizables, generados en el Laboratorio San Martín.

Variable: Tasa de generación de residuos

Para obtener la cantidad de residuos generados se procedió a elaborar un registro para la anotación de los datos (Anexo 3), en este se registraron

anotaciones por parte de la investigadora durante el lapso comprendido de marzo hasta septiembre del 2011. El registro contó con una sección donde se anotó el peso en kilogramos (kg) de los residuos, para lo cual se utilizó una balanza marca CAMRY con capacidad de (20,00 ± 0,05) kg. Para pesar las botellas plásticas de poliestireno de teraftalato (PET), los envases plásticos de poliestireno (PS), el papel aluminio y el papel, cada uno se introdujo en una bolsa plástica, mientras que el vidrio se introdujo en una caja de cartón para evitar cualquier lesión en la piel. Para el pesaje del papel aluminio y los envases de PS se utilizó una balanza granataria electrónica marca SNOWREX, modelo BBA-600, con capacidad de (600,00 g ± 0,01) g. La determinación de la masa de los residuos se realizó cada 15 días, los días lunes, en las primeras horas de la mañana antes de iniciar las labores de rutina laboral.

3.4.3 Tercer objetivo específico

Objetivo: Establecer propuestas para la adecuada disposición final de los residuos sólidos reciclables generados en mayor cantidad dentro del Laboratorio San Martín.

Variable: Disposición final de los residuos sólidos

Dada la cantidad y tipo de residuos sólidos generados en el Laboratorio San Martín, se procedió a revisar los lineamientos legales del país para la adecuada disposición final de los mismos, siempre con el fin o objetivo establecido anteriormente sobre el enfoque de sostenibilidad, el cual aduce a la necesidad de tratar las externalidades negativas en el ambiente sin importar la cantidad, ya que el impacto futuro podría ser insostenible. Las leyes y reglamentos que se revisaron son: Ley para la Gestión Integral de Residuos, expediente N°15.897 del 24 de mayo del 2010, el Reglamento sobre Rellenos Sanitarios expediente N° 27378-S del 9 de octubre de 1998, el Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios, expediente N° 36093-S, el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos, expediente N°35933-S y el Reglamento sobre la gestión de los desechos infecto contagiosos que se

generan en establecimientos que prestan atención a la salud y afines, expediente N° 30965-S; con los cuales se determinó el adecuado manejo o no de los residuos generados en el Laboratorio San Martín.

Capítulo IV

Resultados y Discusión de Resultados

4.1 Composición y manejo de los Residuos Sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín

Desde el mes de marzo hasta septiembre, la investigadora, por medio de observación directa y participativa se dio a la tarea de identificar los diferentes tipos de residuos sólidos reciclables que se generaron en la empresa Laboratorio San Martín.

Es atinente mencionar que esta organización productiva se dedica a brindar servicios químicos, clínicos y microbiológicos, donde claro está, que al existir un proceso de manipulación de materias primas se da una generación de residuos, en este caso, sólidos, lo que sin duda es una problemática, sin importar si la generación es de miles de toneladas o se limita a unos cuantos kilogramos, ya que como indica Elizalde (2009), las personas tenemos una incapacidad para darnos cuenta que los problemas tienen su origen en la sumatoria de pequeñas acciones individuales (como por ejemplo generar pequeñas cantidades de residuos) las cuales parecieran insignificantes, pero que multiplicadas por un grupo de personas, empresas, o hasta por la humanidad, se transforman en una tragedia.

En el Cuadro 2, se muestra los tipos de residuos sólidos reciclables que se generaron en el Laboratorio San Martín durante el tiempo de la investigación.

Cuadro 2. Tipos de Residuos Sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín, entre marzo y septiembre del 2011.

Composición	Fotos
Botellas Plásticas (PET)	
Cartón	
Envases Plásticos (PS)	
Papel	
Papel Aluminio	
Vidrio ámbar	
Vidrio Blanco	

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior todos los residuos son potencialmente reciclables, lo que quiere decir que después de aplicar algún procedimiento ya establecido pueden ser recuperables y volver a formar parte de la cadena productiva. Por ejemplo los envases plásticos tipo 6-PS, que contienen muestras de agua residual o potable, después de una aplicación de un sistema de triple lavado, los mismos podrían formar parte nuevamente de algún proceso productivo.

Además, se puede observar, en el mismo Cuadro 2, que los residuos sólidos reciclables producidos por el Laboratorio San Martín, se podrían catalogar como residuos “comunes” en comparación con otras empresas del país, por otra parte, según las investigaciones realizadas en Costa Rica, los residuos de plástico, papel, cartón y vidrio son los que se reciclan mayormente, por lo que existe experiencia a nivel nacional para recuperar los mismos.

Para contrastar la información se aplicaron cuestionarios a la Gerencia de Calidad y a 14 colaboradores del Laboratorio. En este sentido ante el cuestionamiento a la Gerencia de Calidad de cuáles son los residuos sólidos reciclables generados en el Laboratorio, respondió que estos eran las botellas de plástico PET, papel, cartón, vidrio y papel aluminio, lo cual corrobora los datos obtenidos en esta investigación. Cabe resaltar que la Gerente de Calidad no hace referencia a diferencias entre tipos de plástico o de vidrio.

De igual forma los colaboradores ante la pregunta de cuáles residuos sólidos generan, el 100% manifestó que papel, el 71% vidrio (porcentaje igual para vidrio color ámbar y blanco), el 64% identificó el cartón, el 50% el papel aluminio y el 71% botellas plásticas. Esto indica que tanto la Gerencia de Calidad como el 100% de los colaboradores están relacionados con el concepto de residuos sólidos y están conscientes de que en el Laboratorio se generan los mismos.

4.1.1 Manejo actual de las botellas plásticas PET

Según algunos de los registros de compras de la empresa, se observó que las botellas plásticas PET, se adquieren en el Laboratorio como materia prima, ya que las mismas se utilizan para la recolección de muestras de aguas residuales y potables. Al ingresar directamente como materia prima, no sufren ningún proceso de transformación dentro del Laboratorio, sino que pasan directamente a formar parte del flujo de residuos sólidos. Si es importante hacer notar que a las botellas PET desechadas actualmente no les aplican algún sistema de triple lavado o desinfección y una vez desechada el agua de la muestra, se colocan en una bolsa plástica, la cual no cuenta con alguna codificación de color particular. Luego las bolsas son llevadas a un área del Laboratorio que no está demarcada, ni posee algún sistema para contener restos de agua que podrían ir en las mismas (Figura 4). En este sitio se almacenan hasta que son enviadas a su destino final, que por el momento es la Empresa Recolectora y Empacadora Capri, ubicada en San Pedro de Montes de Oca, San José, o por una persona física que pase por el lugar y las solicite.



Figura 4. Disposición del residuo sólido botellas plásticas PET, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuestionario aplicado a la Gerente de Calidad revela que las botellas PET se envían al centro de acopio aproximadamente cada quince días, mientras que el cuestionario de uno de los colaboradores y encargado de transportar el material revela que tal actividad se lleva a cabo una vez al mes, o

dependiendo de la cantidad acumulada la llevan en menor tiempo. Sin embargo al revisar la bitácora en la que se archiva lo relacionado al manejo de residuos sólidos, se encontraron solamente tres cartas de entrega de material al centro de acopio durante este año, en el Cuadro 3 se detalla las fechas con su respectiva cantidad de residuos entregados. Como respuesta a esto la persona encargada manifiesta que en varias ocasiones se ha entregado material al centro de acopio, pero no ha quedado la evidencia, ya que en el momento no ha estado la carta lista ni la persona encargada de redactarla. A la vez comentó que en algunas ocasiones el material llevado no es pesado en el centro de acopio, y en otras solamente anotan un aproximado del peso.

Cuadro 3. Cantidad de residuos sólidos, en kilogramos, entregados por el Laboratorio San Martín, al Centro de Acopio Empacadora y Recicladora Capri.

Residuo	Fecha y peso		
	29/01/2011	16/04/2011	02/07/2011
Papel	10 kg	15 kg	20 kg
Plástico	30 kg	35 kg	70 kg
Cartón	60 kg	-	-

4.1.2 Manejo Actual del Cartón

Este residuo forma parte de los reciclables, no es materia prima dentro del proceso de producción, sino, que pertenece al embalaje de otras materias primas, como por ejemplo cristalería, químicos o utensilios que son necesarios para realizar las labores cotidianas de la empresa y no se reutiliza en alguna otra actividad. Este residuo es almacenado en un lugar del Laboratorio, y al igual que las botellas de plástico PET, no cuenta con señalización para tal fin (Figura 5). El cartón, según la Gerente de Calidad, es llevado al centro de acopio Empresa Recolectora y Empacadora Capri.



Figura 5. Disposición del residuo sólido cartón, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Manejo actual de los envases plásticos (PS)

Estos envases son de poliestireno (PS) e ingresan al Laboratorio con muestras de agua potable o residual recolectadas por los clientes, para ser analizadas bacteriológicamente, por esto no son materia prima del proceso de producción del Laboratorio San Martín. Una vez analizadas las muestras, el envase pasa a ser un residuo el cual se dispone en una bolsa plástica en un lugar no señalizado (Figura 6). Este tipo de residuo no es mencionado por la Gerente de Calidad en el cuestionario aplicado, tal vez por presentarse en poca cantidad. Cuando el material es llevado al centro de acopio, los envases PS son incorporados en las bolsas plásticas junto con las botellas PET.



Figura 6. Disposición del residuo sólido envases plásticos (PS), en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Manejo actual del papel

Este material es una de las principales materias primas del Laboratorio San Martín, ya que los resultados son entregados a los clientes de forma impresa, al igual por ser un Laboratorio con procesos acreditados se requiere la evidencia por escrito de los análisis y resultados por medio de registros.

La Gerencia de Calidad dio a conocer, por medio del cuestionario aplicado, que el papel también es llevado al centro de acopio Empresa Recolectora y Empacadora Capri.

Actualmente la recolección del papel para reciclar se hace en una caja de cartón señalizada para tal fin, cuando ésta se llena el encargado de limpieza pasa el papel a bolsas plásticas, las cuales no cuentan con algún color específico y se colocan en un lugar que no está debidamente señalizado (Figura 7). La caja para el papel de reciclaje se ubica en el área de administración, por lo que cada empleado debe llevar su papel para reciclar a este lugar, este puede ser el motivo por el cual es normal observar en los basureros corrientes hojas de papel (Figura 8).



Figura 7. Disposición del residuo sólido papel, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Basurero de basura ordinaria con restos de papel para reciclar, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Manejo actual del vidrio color ámbar

Otra de las materias primas del Laboratorio son las botellas de vidrio color ámbar de 300 mL, estas son utilizadas en la toma de muestras de agua residual y potable que son analizadas bacteriológicamente. La ventaja es que tales botellas se reutilizan, y después de un adecuado lavado se esterilizan en autoclave a 121°C y 15 libras de presión por un tiempo de 30 minutos. Esta es una ventaja ya que al reutilizar el material se disminuyen costos y a la vez la generación de residuos. Este tipo de residuo se genera en poca cantidad ya que en pocas ocasiones se quiebran.

Con respecto al manejo actual, la Gerente de Calidad indica que el vidrio es llevado al centro de acopio Empresa Recolectora y Empacadora Capri, sin embargo no hace mención en la separación por colores.

Con esta investigación se determinó que en el área de química se cuenta con una caja rotulada para la disposición del vidrio color ámbar (Figura 9). Sin embargo en el área de lavado ubicada en la segunda planta del edificio, no se dispone de tal recipiente, por lo que se da la mezcla del vidrio color blanco con el de color ámbar (Figura 10).



Figura 9. Caja para la disposición del residuo vidrio color ámbar, en el área de química del Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Caja con mezcla de vidrio color blanco con vidrio de color ámbar, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

También se observó que el vidrio quebrado recolectado tanto en el área de química, como el de la segunda planta del edificio se dispone en una sola caja y que se revuelve el vidrio tipo pyrex, con el cristal y el de color ámbar. Según el encargado del transporte de los residuos, el vidrio quebrado lo llevan al centro de acopio Empresa Vidriera Centroamericana S.A (VICESA) o en algunas ocasiones es dado a alguna persona interesada que pase por el Laboratorio solicitándolo.

Para corroborar el recibimiento del vidrio en la empresa VICESA, se realizó el contacto vía correo electrónico con el Señor Alexander Mata A., del Grupo Reciclaje VICAL, y expresó que tal Empresa no recibe ni recicla el vidrio de

borosilicato o sea el tipo pyrex, ya que este tipo de vidrio daña el refractario de los hornos que utilizan en la fabricación del mismo y produce la generación de burbujas en el vidrio, disminuyendo la calidad de los envases.

4.1.6 Manejo actual del vidrio color blanco

El Laboratorio cuenta con balones, tubos de ensayo, botellas para muestras, pipetas, beakers, probetas y cristalería en general utilizada principalmente en el área de química.

Según el cuestionario aplicado el 70% de los colaboradores mencionan que el vidrio blanco es uno de los residuos sólidos producido por ellos, ya que la mayoría de los instrumentos utilizados en los análisis químicos es de este material y en algunas ocasiones se da el quiebre de los mismos en su manipulación durante los análisis o al lavar el material.

En el área de química y de lavado de material se ubican recipientes rotulados para la disposición del vidrio, sin embargo no son lo más adecuado, ya que no cuentan con tapa lo cual los vuelve inseguros (Figura 11). Se determinó que para el muestreo del 05 de septiembre, el envase del área de lavado fue cambiado y en su lugar había una hielera de estereofón a la cual se le colocó el rótulo de “vidrios quebrados” días después.

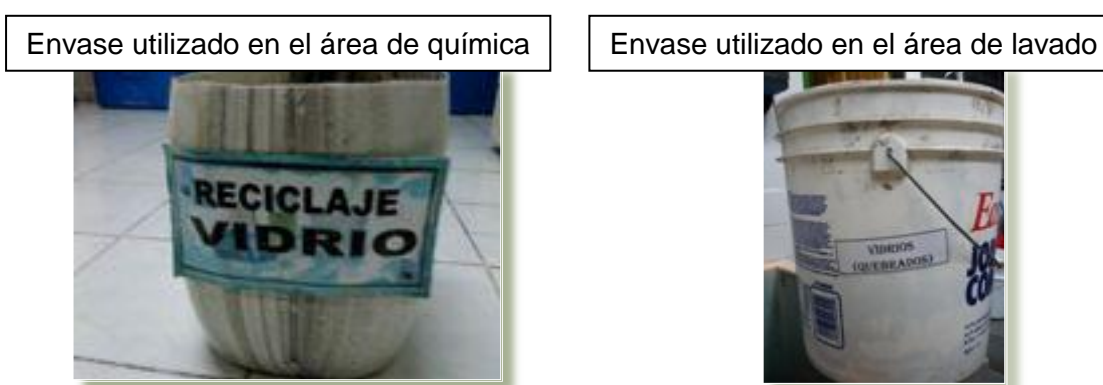


Figura 11. Envases para la disposición del residuo vidrio en el área de química y de lavado de material, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

El residuo de vidrio que más se genera en el Laboratorio es el de tipo pyrex, ya que de este material está diseñada la cristalería utilizada en el área de química y de los tubos de ensayo utilizados en los análisis bacteriológicos. Con esta investigación se determinó que el vidrio pyrex, que por su naturaleza no es reciclable, se mezcla con el vidrio que si es reciclable (Figura 12). También en algunas ocasiones se encontraron otros residuos junto con el vidrio como botellas plásticas, tapas y papeles (Figura 13).



Figura 12. Mezcla de vidrio reciclable con el no reciclable, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Mezcla de vidrio reciclable con restos de otros materiales, en el Laboratorio San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Tasa de Generación de los Residuos Sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín

Durante un periodo de siete meses, de marzo a septiembre del presente año, y cada 15 días, se registraron los pesos de los residuos sólidos reciclables identificados en esta investigación. En el Anexo 3 se observa los pesos para cada residuo a lo largo del tiempo de la investigación. Es importante señalar que en el Laboratorio se genera otro tipo de residuos sólidos, los cuales no forman parte de los objetivos de esta investigación, por ejemplo los residuos sólidos infecciosos, los cuales son entregados a la empresa Manejo Profesional de Desechos S.A., quienes le dan su debido tratamiento, y los residuos de impresoras como cartuchos de tinta y tóner, los cuales se entregan al programa Grupo Ecológico.

En el Cuadro 4 se observa el peso en kilogramos por mes para cada residuo sólido reciclable identificado y su peso acumulado al final de la investigación. Las botellas plásticas PET fueron las que se presentaron en mayor peso con un total de 148,24 kg, seguido por el papel con 38,60 kg, luego el vidrio blanco con un valor de 36,50 kg y el cartón con un total de 14,10 kg. En menores cantidades se identificaron el papel aluminio con 1,92 kg, las botellas de PS con un valor de 3,40 kg y por último el vidrio color ámbar con un total de 3,50 kg.

Cuadro 4. Generación de residuos sólidos reciclables, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

Residuo	Peso en kg por mes ($\pm 0,05$ kg)							
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Botellas PET	14,24	16,84	24,69	22,49	22,28	15,74	31,94	148,24
Papel	5,20	3,70	8,75	5,90	4,95	4,30	5,80	38,60
Vidrio blanco	5,50	5,10	7,25	5,75	3,78	3,10	6,02	36,50
Cartón	0,70	3,80	1,20	1,50	1,30	2,90	2,70	14,10
Botellas PS*	0,26	0,18	0,44	0,21	0,48	0,32	1,52	3,40
Papel aluminio*	0,31	0,14	0,23	0,32	0,24	0,35	0,34	1,92
Vidrio ámbar	0,00	0,00	0,00	0,50	0,20	0,60	2,20	3,50

Fuente: Elaboración propia.

*incertidumbre equivalente a 0,00001 kg.

En la Figura 14 se puede observar que las botellas plásticas PET representan el 60% del peso total de los residuos sólidos reciclables generados en el Laboratorio San Martín durante el tiempo de estudio, seguido por un 16% correspondiente al papel. Estos datos se asocian a las labores propias del proceso productivo del Laboratorio, ya que se utiliza gran cantidad de botellas plásticas PET para la toma de muestras de agua y papel para la impresión de los respectivos resultados de análisis y registros. El vidrio blanco representa el 15% de los residuos sólidos reciclables generados y básicamente corresponde a cristalería que ha sufrido algún daño y debe desecharse, o botellas de vidrio que se quiebran, las cuales se utilizan para la toma de muestras que se les analizará las grasas y aceite.

En cuarto lugar de generación se encuentra el cartón con un 6%, el mismo corresponde a embalaje donde ingresan equipos y cristalería, placas de petri, guantes, bolsas estériles para la toma de muestras de alimento, además de alguna materia prima como los reactivos químicos o medios de cultivo, entre otros. Por último se puede notar que el vidrio color ámbar, las botellas de PS y el papel aluminio, denominados en esta investigación como otros, representan el 3% de los residuos sólidos generados, significando un 1% para cada residuo

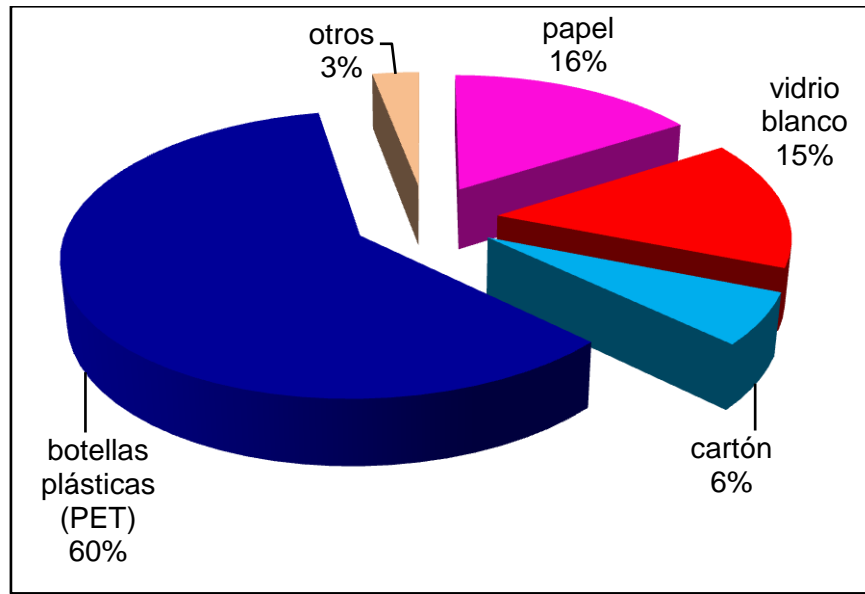


Figura 14. Tasa de generación de residuos sólidos en porcentaje en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Tasa de Generación de Botellas Plásticas PET

Como se ha mencionado a lo largo de esta investigación, los envases PET son utilizados en el Laboratorio para tomar las muestras de agua potable y residual que se analizan en el mismo. Según el informe de entrada de suministros de marzo hasta septiembre 2011, la empresa adquirió 1518 botellas plásticas PET de 300 mL cuyo peso total ronda los 33,40 kg y 2750 botellas plásticas PET de 600 mL con un peso total de 82,50 kg, para un gran total de 115,90 kg. Al comparar este valor con el total adquirido de las botellas PET ya utilizadas, se puede decir que el 100% de las botellas compradas como materia prima fue utilizado, y la diferencia (de aproximadamente 32 kg), según el Cuadro 3, se asocia a otras muestras que ingresan al Laboratorio traídas personalmente por algunos clientes en botellas de este tipo, sumando así valor al total.

Es importante señalar que con el fin de conservar la integridad de las muestras, cada una es tomada en una botella nueva, cuya tapa posee sello de seguridad

al cerrar, por este motivo este material se debe desechar, y no puede ser esterilizado e ingresar nuevamente al proceso productivo, lo que eventualmente podría significar material plástico enterrado en un relleno sanitario si no es dispuesto de la manera correcta, por lo tanto lo más adecuado es disponerlo bajo un sistema de reciclaje.

En la Figura 15 se presenta gráficamente la generación mensual de botellas plásticas PET. Los valores más altos se ubican entre los meses de mayo a julio. Este aumento se asocia a que aproximadamente entre mayo y junio son los meses de mayor afluencia de muestras, esto porque entidades como el Ministerio de Salud exige informes operacionales de las aguas residuales cada trimestre o cada semestre (esto depende del caudal en cuestión). Según el Control de informes de muestras, realizado por la Gerente de Calidad en el 2010, demuestra que los meses de mayor afluencia de muestras son febrero, marzo y junio y en el segundo semestre corresponde a los meses de agosto, septiembre y noviembre, e indica que esta tendencia se ha mantenido desde hace varios años. Tal información justifica el aumento de botellas plásticas PET de desecho en los meses de mayo y septiembre, los cuales presentaron el mayor valor.

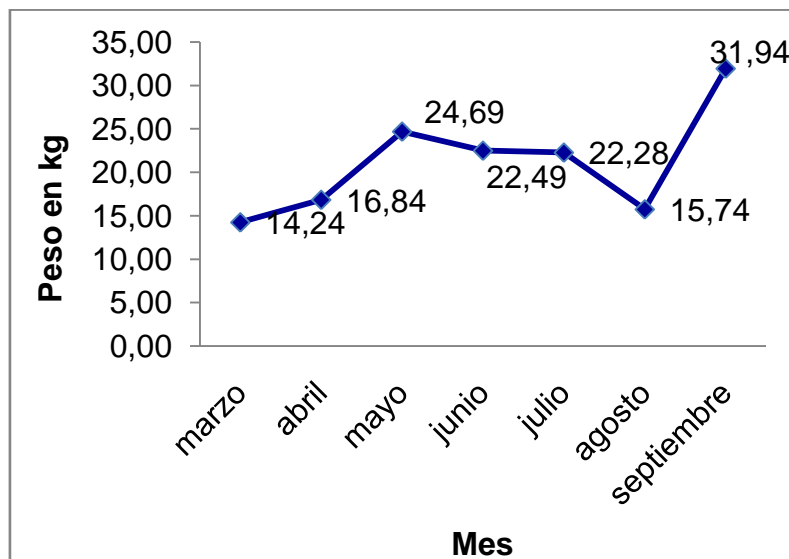


Figura 15. Tasa de Generación mensual de botellas plásticas PET, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Tasa de Generación de Papel

Según el informe de entrada de suministros de la empresa, en un periodo de aproximadamente seis meses, adquirió un total de 54 resmas de papel bond, lo que significa un total cercano a las 27 000 hojas y un peso total alrededor de 2 025 kg. Eventualmente esta cantidad de papel podría pasar a formar parte de los residuos sólidos ordinarios, es decir, terminar en algún relleno sanitario en el mejor de los casos, por tal motivo se podrían buscar opciones alternativas como la utilización de papel ecológico.

Al finalizar esta investigación se obtuvo un total de 38,60 kg de papel, este valor comparado a los 2 025 Kg de ingreso como materia prima, significa que solamente alrededor del 2% se está desechando, lo que quiere decir que el papel se aprovecha de buena manera, pero a la vez, debe quedar claramente establecido que cada muestra ingresada al laboratorio propiciará al menos una hoja de papel con los resultados obtenidos, por lo que el papel se trasladaría a otras personas y depende de ellos la disposición adecuada del mismo.

En la Figura 16 se representa la tasa de generación del residuo papel durante el tiempo de la investigación. En general la tendencia de la generación es constante. El pico que se observa para el mes de mayo (8,75 kg) se asocia a que la persona encargada de digitar resultados se dedicó durante algunos días de este mes a realizar una mayor limpieza de su escritorio y a desechar algunos papeles que tenía archivados y ya no eran necesarios. El mes de mayor valor siguiente es junio con 5,90 kg, que corresponde a la finalización del primer semestre y por tanto al aumento de muestras del que se habló anteriormente. Este aumento se refleja en que la cantidad de resultados por digitar e imprimir es también mayor y por ende se da un aumento en el residuo papel, ya que la incidencia de errores es también un poco más alta.

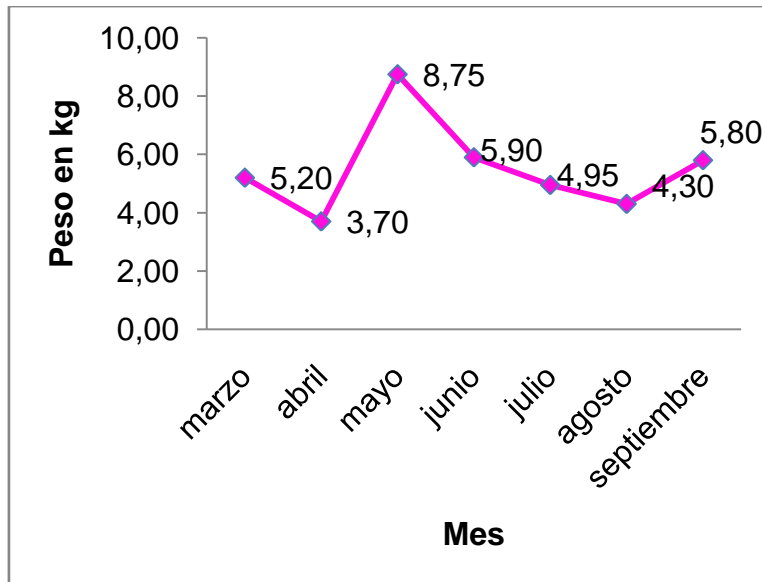


Figura 16. Tasa de Generación mensual de papel, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Tasa de Generación de vidrio blanco

En la Figura 17 se muestra la generación del residuo vidrio blanco durante los siete meses de la investigación. El promedio fue de 5 kg y el mes de mayor valor fue mayo con 7,25 kg, esto se asocia a que por ser el mes de mayor incidencia de muestras, el trabajo aumenta y se deben preparar más reactivos, medios de cultivo y el material necesario para llevar a cabo los análisis requeridos, esto trae consigo una mayor manipulación de la cristalería y por consiguiente mayor riesgo de que la misma se quiebre.

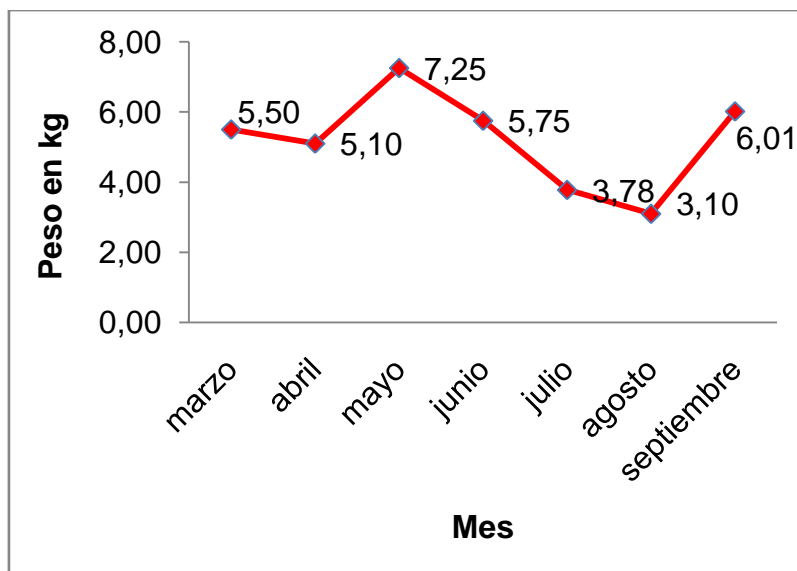


Figura 17. Tasa de Generación mensual de vidrio blanco, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Tasa de Generación de cartón, botellas PS, papel aluminio y vidrio color ámbar

Con respecto de los residuos sólidos correspondientes a cartón, botellas PS, papel aluminio y vidrio color ámbar, estos presentaron los menores porcentajes de generación, ya que no son materiales de mucho uso. El cartón es el que presenta los valores más altos en el mes de abril y de agosto, con 3,80 kg y 2,90 kg respectivamente. Tales valores se podrían asociar a la entrada de materia prima como reactivos químicos, o de material como tubos de ensayo u otro tipo de cristalería que viene protegida con cartón. Con respecto de la generación de papel aluminio, botellas de PS y el vidrio color ámbar, se mantiene constante en el tiempo, con valores por debajo de 0,5 kg aproximadamente, y con un promedio al final de la investigación de 0,5 kg. Para el vidrio color ámbar y las botellas de PS y de 0,3 kg para el papel aluminio. En el mes de septiembre los valores fueron más altos ya que se quebraron más cantidad de botellas color ámbar de lo que normalmente sucede, tal vez por

descuido de los analistas o de la persona que lava el material, y con respecto al aumento en la cantidad de botellas de PS, tal situación se puede asociar a que este es uno de los meses que más afluencia de muestras hay. El mayor peso del residuo cartón se presentó en el mes de abril, esto asocia a que se desecharon cajas de gran tamaño que contenían placas de petri las cuales se acabaron, sumando así valor al peso de este residuo (Figura 18).

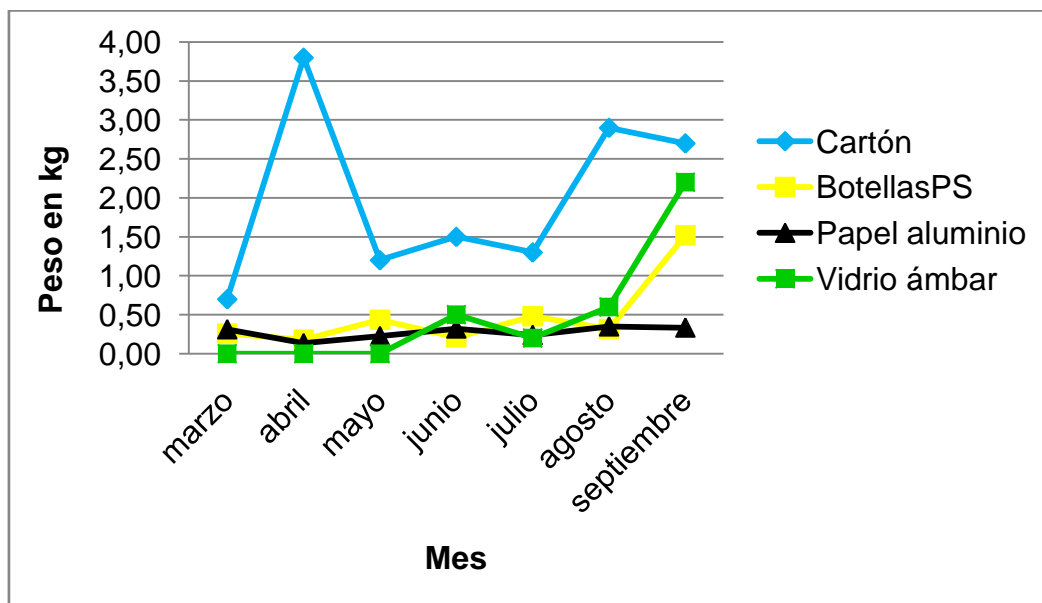


Figura 18. Tasa de Generación mensual de cartón, botellas PS, papel aluminio y vidrio ámbar, en el Laboratorio San Martín, de marzo a septiembre del 2011.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Propuestas para la adecuada disposición final de los residuos sólidos reciclables en el Laboratorio San Martín

Según la Ley para la Gestión Integral de Residuos (expediente N.º 15.897) (2010), en su artículo 14, expone que “todo generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos... Este programa debe ser elaborado e implementado por el generador para el seguimiento y monitoreo por parte de los funcionarios del Ministerio de Salud...”, de aquí la importancia

de que el Laboratorio San Martín cuente con el programa de manejo de sus residuos para así cumplir con la política nacional.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede determinar a manera general que el Laboratorio tiene la disposición y la iniciativa de llevar a cabo un plan de manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan y esta investigación será la base para iniciar con un mejoramiento en lo que respecta al tema.

Actualmente el Laboratorio no cuenta con recipientes grandes rotulados para la disposición de cada uno de los residuos sólidos reciclables generados, se propone obtener este tipo de recipientes y ubicarlos en el tercer piso del Laboratorio, el cual es utilizado para colocar las botellas plásticas nuevas y otros materiales de bodega. Se cuenta con el suficiente espacio para colocar dichos recipientes hasta que el contenido de los mismos sea llevado a su destino final (Centro de acopio para su tratamiento). Para tener evidencia de tal actividad, debe llenarse el Registro de recolección de Residuos Sólidos reciclables en el Laboratorio San Martín (Anexo 4), en el cual se anota la fecha de entrega de los sólidos, firmado por la persona responsable, el nombre del Centro de acopio al cual se está entregando el material, y el correspondiente peso de cada residuo. Además, este espacio puede rotularse como el “Área de almacenamiento de residuos sólidos reciclables del Laboratorio San Martín” y así se mantiene el orden y los recipientes en su lugar.

Con respecto de la disposición de papel para reciclar, el Laboratorio cuenta con una caja rotulada ubicada en el área administrativa, por la lejanía de la misma, se propone que debería existir algún recipiente de tamaño pequeño en cada área de trabajo para la disposición del papel para reciclar generado por los analistas, por ejemplo se necesitaría uno en el área de química, otro en el área de química clínica, otros dos para el área de bacteriología de aguas y de alimentos. También se ve la necesidad de nombrar a una persona encargada de estar traspasando este papel a la caja ubicada en el área administrativa como mínimo cada semana, o en menor tiempo dependiendo de la cantidad de material acumulado. De la misma manera debe nombrarse una persona

responsable de llevar el papel de dicha caja al recipiente grande que estaría ubicado en el Área de almacenamiento del Laboratorio, con una frecuencia semanal o de menor tiempo dependiendo de la cantidad de material.

Con respecto al vidrio quebrado para reciclar, se cuenta con recipientes en el área de química y de lavado de material (ubicada en el segundo piso). Se propone disponer de recipientes mejor acondicionados para tal fin, ya que actualmente se utiliza uno en química que se encuentra muy manchado con alguna sustancia la cual no le da buen aspecto al mismo y el que se ubica en el área de lavado es una caja de estereofón. A la vez, en las dos áreas mencionadas, se debe contar con recipientes rotulados para vidrio color ámbar, vidrio color blanco y vidrio pyrex, para así lograr la debida separación. Al igual que con el manejo del papel para reciclar, el vidrio debe ser llevado a los respectivos recipientes grandes ubicados en el Área de almacenamiento del Laboratorio, por una persona responsable como mínimo una vez por semana o en menor tiempo dependiendo de la cantidad de material acumulado.

Es importante tener en cuenta que en el Laboratorio la mayor cantidad de vidrio que se quiebra es el de tipo pyrex, según Marín (2005) este vidrio no es reciclable, por lo que se debe buscar alguna empresa que los reciba para darle algún tipo de tratamiento.

Para la disposición final del vidrio tipo pyrex se propone que sean recibidos por la empresa Manejo Profesional de Desechos S.A. Esta ofrece recipientes que son diseñados para la recolección de desechos punzocortantes, y los brindan en cuatro presentaciones según su capacidad, el más pequeño para 0,98 L, el mediano para 3,78 L, el grande con capacidad para 7,56 L y el gigante para 30 L, estos recipientes una vez llenos se cierran y son difíciles de abrir, brindando así seguridad. Dependiendo de la cantidad de vidrio que sea colectado, así puede ser la frecuencia con la que la empresa Manejo Profesional de Desechos S.A. lleve a cabo la recolección, la misma puede ser diaria, semanal, quincenal o mensual, esta frecuencia la decidirá el Laboratorio según lo necesario. Cada recipiente tiene un precio el cual incluye su posterior recolección, tratamiento y disposición final (Manejo Profesional de Desechos S.A. 2011).

Con respecto de la disposición adecuada del residuo cartón, se propone que al igual que los residuos antes mencionados se debe disponer de un recipiente grande y rotulado para depositar este residuo. La mayoría del cartón que llega al Laboratorio es de cajas de tamaño un poco grande, por lo tanto se deben romper en pedazos más pequeños para que sean manejables. La persona que esté a cargo del manejo de este tipo de residuos deberá colocarlo en el recipiente ubicado en el Área de almacenamiento del Laboratorio, ya que al no ser un residuo que se genere con frecuencia no amerita tener pequeños recipientes en otras áreas de la empresa para su recolección.

Otro de los residuos sólidos reciclables identificados fue el papel aluminio, el cual es producido en pequeñas cantidades (aproximadamente 0,34 kg/mes). Con el cuestionario aplicado se determinó que el 50% de los colaboradores mencionan que lo producen. Se propone cambiar el recipiente que se utiliza actualmente para la disposición de este residuo, ya que es una caja de cartón sin rotular, la cual se expone a la humedad y al deterioro por ubicarse en el área de lavado de material. Tal recipiente debe ser plástico y contar con su respectiva tapa para evitar la entrada de agua u otro material que pueda perjudicar el estado de este residuo. El mismo debe contar con un recipiente ubicado en el Área de almacenamiento del Laboratorio, para cada cierto tiempo la persona responsable de pasar los residuos a esta área lo lleve a cabo según la frecuencia que establezca el Laboratorio.

Por último se identificó como residuo sólido reciclable las botellas de PS, este al igual que el papel aluminio se genera en poca cantidad (aproximadamente 0,40 kg/mes). Se propone contar con un recipiente para la disposición de este residuo, ya que actualmente no se cuenta con uno. Como se mencionó anteriormente con los demás residuos, a este se le debe manejar de la misma manera disponiéndolo en su debido recipiente rotulado en el Área de almacenamiento del Laboratorio.

Para la adecuada disposición final de los residuos sólidos se propone llevarlos a la empresa Recolectora y Empacadora Capri S.A., para que le den su debido tratamiento. Otra opción es contactar a la Municipalidad de San José, ya que

ellos se encargan de recoger directamente los residuos en las empresas que así lo soliciten para luego darles el debido tratamiento.

Se debe capacitar al personal del Laboratorio San Martín con respecto al tema de los residuos sólidos, ya que con el cuestionario aplicado se determinó que el 36% dice recibir capacitación del tema, mientras que el 64% expone que no la reciben. El 79% está dispuesto a recibir capacitación fuera de horario laboral y el 21%, equivalente a tres personas, están dispuestas a recibirla si es dentro del horario laboral. Con respecto de algunas de las temáticas que los colaboradores les gustaría recibir capacitación, el 100% contestó que en Sistemas de Gestión Ambiental, el 86% en lo que es el tratamiento y disposición adecuada de Residuos Sólidos y un 71% en el tema de Reciclaje.

Se propone capacitar al personal con charlas ilustrativas, impartidas por personas o alguna empresa que tenga experiencia, por ejemplo CEPRONA y la Cámara Nacional de Fuerza y Luz, explicando los diferentes tipos de residuos sólidos que se pueden generar en el Laboratorio y el uso adecuado de sus respectivos recipientes, además, inculcar la importancia y disciplina de la separación, recolección, el almacenamiento y la disposición final de los residuos sólidos. Además, se puede realizar algún brochure y repartirlos a los colaboradores para que tengan la información básica y necesaria al alcance y esto sea una motivación para llevar a cabo el adecuado manejo de los residuos (ver propuesta en Anexo 5).

Capítulo V

Conclusiones y

Recomendaciones

Conclusiones

Con esta investigación se logró identificar que los residuos sólidos reciclables que se generan en el Laboratorio San Martín son: botellas plásticas PET, papel, vidrio blanco y color ámbar, cartón, botellas PS y papel aluminio.

Actualmente el Laboratorio realiza el manejo parcial de los residuos sólidos reciclables, sin embargo no se dispone de recipientes para cada uno de ellos y para los que si tienen no es el más adecuado. Además, no se cuenta con un espacio señalado para el almacenaje de los mismos mientras son llevados a algún Centro de acopio y tampoco cuenta con procedimientos al respecto.

En el Laboratorio San Martín se genera por mes aproximadamente 21 kg de botellas PET, 6 kg de papel, 5 kg de vidrio blanco, 2 kg de cartón, 0,5 kg de botellas PS, 0,3 kg de papel aluminio y 0,3 kg de vidrio color ámbar.

Por la presión del trabajo, a los colaboradores se les puede dificultar trasladarse a otras áreas para depositar en sus respectivos recipientes los residuos sólidos, de aquí la necesidad de colocar recipientes en cada área de trabajo.

Existe necesidad de capacitar en el adecuado manejo de residuos sólidos a los colaboradores del Laboratorio, también de parte de ellos hay interés y disposición para realizarlo de la manera más satisfactoria.

Con una buena capacitación a los colaboradores del Laboratorio se puede lograr el hábito de la separación y el adecuado almacenaje de los residuos, así como el cumplimiento de la recolección en la frecuencia establecida.

Dado que el Laboratorio San Martín se encuentra acreditado bajo la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, el manejo adecuado de los residuos sólidos es un excelente complemento para la imagen de la empresa.

El detalle de este estudio en cuanto a la cuantificación de los residuos permite obtener una tendencia al realizar el cálculo respectivo con el número total de laboratorios existentes en el país que se dediquen a labores similares, lo que sin duda brindará una panorámica nacional.

Recomendaciones

Debido a que los colaboradores pasan muy ocupados con su trabajo, se recomienda que cuenten con recipientes cercanos a ellos, para que así sea más factible la separación de los residuos y se mantenga el orden y la limpieza del Laboratorio.

Se recomienda que las capacitaciones a los colaboradores se impartan mínimo una vez por semestre, esto con el fin de mantener el seguimiento del programa de manejo de los residuos sólidos y evacuar las dudas al respecto.

Se recomienda brindar información sobre la gestión de los residuos sólidos a los clientes del Laboratorio, para que ellos también se sumen a las buenas prácticas de la reducción, el reuso y el reciclaje.

Se recomienda realizarle un triple lavado a las botellas plásticas a fin de que estas puedan enviarse a reciclar.

A su vez, a tales botellas se les debe quitar la tapa y el resto de la misma perteneciente al sello de seguridad que queda en la boca de la botella, ya que algunos centros de reciclaje así lo prefieren.

Para obtener los datos del peso de los residuos sólidos, el Laboratorio debe adquirir una balanza con capacidad mínima de 20 kg, ya que en la actualidad no se cuenta con una.

El Laboratorio debe inducir a la minimización de los residuos, ya que ésta es la primera etapa de la jerarquía en el manejo de residuos sólidos.

Bibliografía

- ❖ Abellán, E. 2002. El sistema de manejo de desechos sólidos: Un problema complejo que requiere de una solución integral. (en línea). Consultado 17 abr. 2011. Disponible en <http://www.civiles.org/publi/articulos/avellan.pdf>
- ❖ Alvarado, R. 2003. Desechos sólidos. Serie Servicios Municipales N°2. Instituto de Fomento Municipal (IFAM). San José, CR. 78 p.
- ❖ Asamblea Legislativa. 2010. Ley para la Gestión Integral de Residuos. San José, CR.
- ❖ Caiceo, J; Mardones, L. 1998. Elaboración de tesis e informes técnico-profesionales. Editorial Jurídica ConoSur Ltda. Santiago, CL. 258 p.
- ❖ Castro, R. 2008. Marco legal moderno para la Gestión Integral de residuos en Costa Rica. Ambientico. no. 178:7-8.
- ❖ Clavero, JM; Ysern, P; Gállego, B; Travesa, F; Gadea, E; y Guardino, X. s.f. La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. Madrid, ES. 8 P.
- ❖ CYMA (Programa de Competitividad y Medio Ambiente, CR). 2006. Reporte Nacional de Manejo de Materiales. San José. CR. 126 p.
- ❖ (_____). 2007. Plan de Residuos Sólidos. PRESOL: Diagnóstico y áreas prioritarias. San José. CR. 220 p.
- ❖ (_____). 2008. Plan De Residuos Sólidos Costa Rica (PRESOL): Plan de acción. San José. CR. 78 p.
- ❖ (_____). 2010. Manual para el diseño y formulación de Reglamentos Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos. San José, CR. 45 p.
- ❖ Elizalde, A. 2009. ¿Qué desarrollo puede llamarse sostenible en el siglo XXI? La cuestión de los límites y las necesidades humanas. Revista de Educación. CL. pp 53-75
- ❖ Fundación Ceprona (Centro de Productividad Nacional). 2010. Base de datos de residuos sólidos de Costa Rica. (en línea). San José, CR.

Consultado 02 mayo. 2010. Disponible en <http://www.ceprona.org/organizacion/gestion-de-residuos.php>

- ❖ Hernández, R; Fernández, C y Baptista; P. 2006. Metodología de la Investigación. 4 ed. MX. McGraw-Hill. 850 p.
- ❖ Jara, D. 2008. Planes municipales de gestión de residuos sólidos. Procesos y retos. *Ambientico*. no. 178:10-12.
- ❖ Manejo Profesional de Desechos. 2011. Recolección, Tratamiento y Disposición final de desechos biopeligrosos. Oferta de servicios.
- ❖ Marín, M. 2005. Manejo de materiales reciclables. ACEPESA (Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente). 1 ed. San José. CR. 30 p.
- ❖ Medina, JA; Jiménez, I; Aguirre, I; Vallejo, S; Tobón, R; Rocha, M. 2001. Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. SEMARNAT. MX. 234 p.
- ❖ Musmanni, S. 2008. Nueva visión para la Gestión Integral de residuos sólidos en Costa Rica. *Ambientico*. no. 178:5-6.
- ❖ Nemerow, F; Agardy F; Sullivan, P y Salvato, J. 2008. Environmental engineering. Environmental Health and Safety for municipal infrastructure, land use and planning and industry. 6 ed. Editor Wiley and sons. USA. 556 p.
- ❖ Ramírez, A. 2009. Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo. *Revista Digital Universitaria*.10 (7):9.
- ❖ Rodríguez, G. 2007. Gestión Ambiental Municipal y Participación Local. (en línea). San José, CR. Décimo tercer informe Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible Humano. Consultado 21 abr. 2011. Disponible en <http://www.estadonacion.or.cr/images/stories/informes/013/docs/Armonia/Gestion-Ambiental-Municipal-Participacion-Local.pdf>
- ❖ Sasikumar, K y Krishna, S. 2009. Solid Waste Management. Editor PHI Learning Pvt Ltda. 294 p.
- ❖ Soto, S. 2005. Situación del manejo de Desechos Sólidos en Costa Rica. (en línea). San José, CR. Undécimo tercer informe Estado de la Nación

en Desarrollo Sostenible Humano. Consultado 21 abr. 2011. Disponible en <http://www.estadonacion.or.cr/index.php/biblioteca-virtual/costa-rica/estado-de-la-nacion/ponencias/695-informe-xi-situacion-del-manejo-de-los-desechos-solidos>

- ❖ (______).2006. Situación actual de la Gestión de los Residuos Sólidos en Costa Rica. (en línea). San José, CR. Duodécimo tercer informe Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible Humano. Consultado 21 abr. 2011. Disponible en http://www.estadonacion.or.cr/images/stories/informes/012/docs/armonia/Gestion_residuos_solidos.pdf
- ❖ (______). 2007. Gestión de los residuos sólidos municipales. (en línea). San José, CR. Décimo tercer informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Consultado 21 abr. 2011. Disponible en <http://www.estadonacion.or.cr/images/stories/informes/013/docs/Armonia/Gestion-recursos-solidos-municipales.pdf>
- ❖ (______). 2010. Generación y Manejo de Residuos Sólidos. (en línea). San José, CR. Décimo sexto informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Consultado 21 abr. 2011. Disponible en http://www.estadonacion.or.cr/images/stories/informes/016/Armonia/silvia_soto.pdf
- ❖ Wehenpohl, G; Hernández, C. 2006. Guía para la Elaboración de Planes Maestros para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales. 1 ed. MX. EDGTZ y SEMANART. 78 p.
- ❖ Worrel, W y Vesilind, P. 2011. Solid Waste engineering. 2 ed. Cengage Learning. USA. 448 p.

Anexos

Anexo 1. Cuestionario para la Gerencia de Calidad del Laboratorio San Martín.

Cuestionario para la Gerencia de Calidad del Laboratorio San Martín.

El siguiente cuestionario representa un esfuerzo del Laboratorio San Martín por conocer la situación actual en cuanto al tema de residuos sólidos, mediante el estudio denominado “Propuesta para la disposición adecuada de los Residuos Sólidos reciclables en el Laboratorio San Martín”, el cual forma parte del Proyecto Final de la Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción de la estudiante Yesenia Araya Trejos. Su colaboración será de gran ayuda para concluir tal investigación y conocer la situación en que se encuentra el Laboratorio San Martín con respecto al manejo de los residuos sólidos y plantear propuestas asertivas para el adecuado manejo de los mismos.

Preguntas

1. ¿Por qué razón el laboratorio no cuenta con Política Ambiental?

2. ¿Cuáles de los siguientes temas deberían considerarse cuando la empresa establezca una Política Ambiental?

Legislación Ambiental_____

Manejo de Residuos Sólidos_____

Sistemas de Gestión Ambiental_____

Desarrollo Humano Sostenible_____

Otros (Especifique)_____

3. ¿Cuáles acciones podría realizar para que los colaboradores implementen la Política Ambiental?

a)_____

b)_____

c)_____

4. ¿Cuáles son los residuos sólidos reciclables que se generan actualmente en el Laboratorio y que se hace con ellos?

Tipo de Residuo	Tratamiento actual

5. ¿Cuáles de las siguientes acciones realiza la Gerencia para procurar una adecuada disposición de los residuos sólidos generados en la empresa?

Capacita al personal en el tema de Residuos Sólidos_____

Cuenta con recipientes para disponer de manera separada los residuos sólidos_____

Cuenta con un lugar establecido para almacenar los residuos sólidos mientras se trasladan a su destino final_____

Posee registros actualizados de los residuos sólidos generados_____

Otra (especifique):

6. ¿Estaría la empresa en disposición de brindar tiempo dentro de la jornada laboral para capacitar al personal?

Sí_____ No_____

7. ¿En qué horario y con qué frecuencia estaría la Gerencia dispuesta a brindar tiempo para capacitar al personal?

8. ¿Cuáles de las siguientes temáticas considera apropiadas para capacitar al personal en cuanto al componente ambiental?

Sistemas de Gestión Ambiental_____

Tratamiento y disposición adecuada de Residuos Sólidos_____

Reciclaje_____

Otros (especifique):

Anexo 2. Cuestionario para los colaboradores del Laboratorio San Martín.

Cuestionario para los colaboradores del Laboratorio San Martín.

El siguiente cuestionario representa un esfuerzo del Laboratorio San Martín por conocer la situación actual en cuanto al tema de residuos sólidos, mediante el estudio denominado “Propuesta para la disposición adecuada de los Residuos Sólidos reciclables en el Laboratorio San Martín” el cual forma parte del Proyecto Final de la Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción de la estudiante Yesenia Araya Trejos. Su colaboración será de gran ayuda para concluir tal investigación y conocer la situación en que se encuentra el Laboratorio San Martín con respecto al manejo de los residuos sólidos y plantear propuestas asertivas para el adecuado manejo de los mismos.

Preguntas

1. ¿Cuáles de los siguientes Residuos Sólidos genera usted dentro de su área de trabajo?

Papel_____

Vidrio blanco _____

Vidrio ámbar _____

Aluminio_____

Cartón_____

Restos de Comida_____

Botellas plásticas_____

Otros (especifique)

2. ¿Cuáles de las siguientes acciones realiza la empresa para disponer de forma adecuada los residuos que usted y sus compañeros generan?

Se les capacita en el tema de Residuos Sólidos_____

Cuentan con recipientes para colocar de manera separada los residuos sólidos_____

Existe una persona encargada de pesar y cuantificar la cantidad de residuos sólidos que se generan_____

Otra (especifique):

3. ¿Qué acciones hace la empresa para que ustedes puedan reciclar?

Les brindan información sobre lo que se puede y no reciclar_____

Hay lugares señalizados para colocar los materiales que se deben reciclar de manera separada_____

Le brindan materiales de trabajo que se puedan reutilizar o reciclar_____

Le mencionan que algunas de las herramientas que utiliza para hacer diariamente su trabajo son de material reciclado_____

4. ¿En cuáles de los siguientes temas le gustaría recibir capacitación?

Sistemas de Gestión Ambiental_____

Tratamiento y disposición adecuada de Residuos Sólidos_____

Reciclaje_____

Otros (especifique):

5. ¿Estaría dispuesto (a) a recibir la capacitación fuera de su horario de trabajo?

Sí_____ No_____

6. ¿Cuánto tiempo y cuantas veces podría invertir en recibir capacitación por semana?

Máximo una hora_____ # de veces por semana_____

Máximo dos horas_____ # de veces por semana_____

Máximo tres horas_____ # de veces por semana_____

Anexo 3. Hoja de registro para la recolección de datos.

Residuo	Fecha y peso en kg ($\pm 0,05$ kg)																
	07/03/11	21/03/11	04/04/11	18/04/11	02/05/11	16/05/11	30/05/11	13/06/11	27/06/11	11/07/11	25/07/11	08/08/11	22/08/11	05/09/11	19/09/11	30/09/11	
Papel	3,00	2,20	2,40	1,30	3,20	2,45	3,10	2,65	3,25	2,40	2,55	2,10	2,20	1,60	1,90	2,30	
Vidrio blanco	1,00	4,50	2,85	2,25	1,35	3,10	2,80	2,95	2,80	1,80	1,98	1,80	1,30	1,82	2,40	1,80	
Vidrio ámbar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	0,10	0,10	0,30	0,30	1,20	0,00	1,00	
Papel aluminio*	0,12	0,19	0,10	0,04	0,04	0,09	0,10	0,13	0,19	0,09	0,15	0,15	0,20	0,14	0,09	0,11	
Cartón	0,40	0,30	3,80	0,00	0,40	0,30	0,50	0,60	0,90	0,40	0,90	0,90	2,00	0,90	1,10	0,70	
Botellas plásticas(PET)	5,61	8,63	7,34	9,50	5,70	12,15	6,84	9,65	12,85	10,58	11,69	7,03	8,72	10,76	9,08	12,10	
Envases (PS)*	0,09	0,17	0,18	0,00	0,06	0,15	0,23	0,06	0,15	0,06	0,42	0,12	0,20	0,70	0,12	0,70	
Observaciones					La encargada de digitar resultados, se dedicó a limpiar su escritorio y eliminar papeles acumulados												

Fuente: Elaboración Propia.

*incertidumbre equivalente a 0,00001 kg.

Anexo 4. Registro de recolección de Residuos Sólidos Reciclables en el Laboratorio San Martín.

Registro de recolección de Residuos Sólidos Reciclables en el Laboratorio San
Martín

Fecha: _____

Responsable: _____

Centro de acopio: _____

Residuo	Peso en kg
Botellas PET	
Botella PS	
Papel	
Vidrio blanco	
Vidrio color ámbar	
Papel aluminio	
Otros	

Fecha: _____

Responsable: _____

Centro de acopio: _____

Residuo	Peso en kg
Botellas PET	
Botella PS	
Papel	
Vidrio blanco	
Vidrio color ámbar	
Papel aluminio	
Otros	

Anexo 5. Guía práctica para el adecuado manejo de los residuos sólidos reciclables.

Buenos hábitos

- Reutilicemos las hojas impresas por un lado, para anotaciones, borradores, comunicación informal.
- Evitemos los empaques excesivos.
- Seleccionemos y separemos adecuadamente los sólidos reciclables.

NO incluir en el material para reciclar

- Latas de pintura, ni de aerosol.
- Bombillos, vidrios de automóvil, vidrio pyrex.
- Vajillas desechables.
- Cartón o papel con residuos de comida o sucios.
- No incluir estereofón ni servilletas.

Protejamos el mundo en el que vivimos, porque es de todos



Guía práctica para el adecuado manejo de los residuos sólidos reciclables



Definiciones

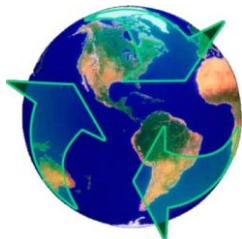
Residuo: material que podría revalorizarse mediante la reutilización o el reciclaje.

Desecho: material que queda después de una actividad y que se considera que ya no es útil o aprovechable.

Reducir: no adquirir objetos innecesarios, escoger productos con pocos envoltorios, reutilizables o reciclables.

Reutilizar: usar materiales varias veces o darles otros usos.

Reciclar: transformación de los residuos para convertirlos en materia prima, ya sea para fabricar el mismo producto o hacer uno diferente.



Materiales reciclables

Plástico: botellas plásticas utilizadas para las muestras de agua. Envases de refrescos que consumes. Pueden ser de varios tipos:



PET: Polietileno tereftalato.

PEAD: Polietileno de alta densidad.

PVC: Poli – cloruro de vinilo.

PEBD: Polietileno de baja densidad.

PP: Polipropileno.

PS: Poliestireno.



Papel: puede ser blanco y de colores.



Cartón: cajas de guantes, de cereal, de embalaje de material del Laboratorio.



Papel aluminio: utilizado para colocar en las tapas de botellas utilizadas en bacteriología.



Vidrio: botellas utilizadas para las muestras. Debes separar por colores. Ejemplo blanco y ámbar.

