

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua**  
**UNAN- Managua**  
**Recinto Universitario “Rubén Darío”**  
**Facultad de Ciencias e Ingeniería**



**Tesis para optar al grado de Máster en Gestión Ambiental**

**Tema: Diagnóstico Ambiental de los Residuos Sólidos a “Industrial Comercial San Martín, S.A”.**

**Autor:**

➤ **Josué Hernández Hernández**

**Tutor:**

➤ **MSc. Mauricio Lacayo Escobar**

**Managua, Nicaragua**

**2014**

## AGRADECIMIENTOS

Para poder realizar esta investigación, fue necesario el apoyo de muchas personas a las cuales queremos agradecer.

En primer lugar al tutor Máster Mauricio Lacayo Escobar; gracias por guiarnos con sus conocimientos y apoyo incondicional en la elaboración de esta gran tarea.

Gratificamos el interés expresado por “*INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN, S.A.* Asimismo al área de gestión ambiental dirigida por el Ingeniero Ricardo Cruz y el Ingeniero Leonardo López; a su equipo de trabajo por prestar disponibilidad en el desarrollo del presente estudio, así como a todo el personal de la de la empresa que colaboró directa o indirectamente en esta labor.

A las personas que nos recibieron en sus áreas de trabajo en la fase de campo y a todas los que de una u otra manera hicieron posible la realización de nuestro trabajo.

A todos ustedes mil gracias de todo corazón, que Dios les bendiga.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	i
ÍNDICE GENERAL .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES .....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
I- INTRODUCCIÓN .....	1
II- OBJETIVOS .....	2
III- MARCO TEÓRICO .....	3
3.1. Gestión Integral de Residuos Sólidos. ....	3
3.2. Residuos sólidos. ....	3
3.2.1. Clasificación de los residuos sólidos: .....	3
3.2.2. Residuos Sólidos Orgánicos (RSO). ....	4
3.2.3. Residuos Sólidos Inorgánicos (RSI). ....	4
3.3. Manejo integral de residuos sólidos. ....	5
3.3.1. Generación .....	5
3.3.2. Separación .....	5
3.3.3. Almacenamiento .....	6
3.3.4. Recolección y transporte .....	7
3.3.5. Tratamiento .....	10
3.3.6. Disposición Final .....	12
3.4. Relleno sanitario .....	12
3.5. Efectos de la inadecuada gestión de residuos sólidos .....	14
3.5.1. Riesgos directos .....	14
3.5.2. Riesgos indirectos .....	14
3.5.3. Efectos en el ambiente .....	15
3.5.4 Riesgos para el desarrollo social .....	15
3.6 Manejo Integral de Residuos Sólidos .....	15
3.6.1. Jerarquía del Manejo Integral de Residuos .....	16

3.6.2. Elementos básicos de un Plan Integral de Gestión Ambiental de .....	20
Residuos Sólidos (PIGARS).....	20
IV- MARCO LEGAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	24
4.1- Ley 290: Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo.....	24
4.2. Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.....	25
4.3. Decreto 9-96: Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.....	26
4.4. Código Procesal Penal.....	27
4.5. NTON 05-013-01: Norma Técnica para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Residuos Sólidos no Peligrosos.....	28
4.6. NTON 05-014-02: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No Peligrosos.....	29
4.7. NTON 05-015-01: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos.....	29
4.8. Decreto No. 168 Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas. ....	29
4.9. Decreto 47-05: Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos.....	30
4.10. Decreto 47-2006: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.....	30
4.11. Ley 185: Código Laboral de Nicaragua. ....	31
4.12. Ley General de Salud.....	32
4.13. Decreto 394: Disposiciones Sanitarias.....	32
4.14. Decreto No. 432. Reglamento de Inspección Sanitaria.....	33
V- DISEÑO METODOLÓGICO .....	35
5.1. Ubicación del área de estudio: .....	35
5.2. Tipo de investigación:.....	35
5.3. Universo: .....	35
5.4. Muestra: .....	35
5.5. Variables e indicadores de estudio:.....	36
5.6. Metodología empleada para el desarrollo del Diagnóstico Ambiental de Residuos Sólidos.....	<b>36</b>
5.7. Metodología e instrumentos para la recolección de la información de los residuos sólidos.....	37

VI- ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	43
5.1- Organización .....	43
5.2. Flujograma de la empresa.....	44
5.3. Política Ambiental.....	48
5.4. Alcances de la Diagnóstico Ambiental .....	<b>48</b>
5.5. Período de realización de la Diagnóstico .....	48
5.6. Situación actual del Manejo de los Residuos Sólidos en Industrial San Martin. .....	49
5.6.1. Producción per cápita (Ppc) .....	49
5.6.2. Densidad .....	51
5.6.3. Composición física de los residuos sólidos .....	52
5.7. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN, S.A .....	55
5.7.1. Almacenamiento.....	55
5.7.2. Presentación .....	55
5.7.3. Recolección y Transporte.....	55
5.7.4- Equipos de recolección .....	56
5.7.5- Horarios.....	56
5.7.6- Seguridad Laboral.....	57
5.7.7- Tratamiento .....	57
5.7.8- Disposición Final .....	58
5.8. Elaboración del Plan Integral de Residuos Sólidos .....	58
5.9. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA “INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN, S.A” .....	59
5.9.1- PRESENTACIÓN .....	60
5.9.2. OBJETIVOS .....	60
5.9.3. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del manejo actual de los residuos sólidos en “Industrial Comercial San Martin, S.A”.....	61
5.9.4. Principios de la gestión del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos..	65
5.9.5. Alcances del PIMARS. ....	66
5.9.6. Líneas estratégicas. ....	66

5.9.7. Período de planificación .....	68
5.9.7. Actividades que conforman el plan de acción, con sus respectivos objetivos, metas, indicadores, responsable y periodo de ejecución. ....	69
5.9.8. Estrategia de implementación .....	80
5.9.9. Evaluación, control y seguimiento del plan de acción. ....	81
5.9.10. Actualización periódica del plan de acción. ....	81
VI- CONCLUSIONES .....	82
VII- RECOMENDACIONES.....	84
VIII- BIBLIOGRAFÍA.....	85
IX- Anexos.....	87
a. Lista de Verificación Ambiental .....	87
b. Guía de entrevista a recolectores .....	89
c. Hoja de registro de pesos de las muestras por componentes. ....	91
d. Hoja de registro de las densidades de los residuos sólidos en “ <i>Industrial Comercial San Martin, S.A</i> ”. ....	92
e. Galería de imágenes.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1.	Estimación del Peso y Producción Per Cápita de residuos sólidos por día.....	50
Tabla 5.2.	Densidad de los residuos sólidos en la Empresa Industrial Comercial San Martin.....	51
Tabla 5.3.	Composición física de los residuos sólidos (kg/día).....	54
Tabla 5.4.	Horarios del sistema de recolección y barrido de calles....	57
Tabla 5.5.	FODA del Servicio de Recolección de Residuos Sólidos...	62

## ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES

Figura 1.	Modelos de Ruta.....	9
Figura 2.	Pasos para la formulación de PIGARS.....	20
Figura 3.	Método de Cuarteo.....	39
Figura 4.	Escalas volumétricas predeterminadas (calculadas) en un barril de 55 galones.....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1.	Generación de residuos sólidos por día.....	49
Gráfico 5.2.	Comportamiento del Producción per cápita durante los días de muestreo.....	50
Gráfico 5.3.	Comportamiento del peso y la densidad durante los días de muestreo.....	52
Gráfico 5.4.	Composición física de los residuos sólidos de la Empresa Industrial Comercial San Martin.....	53
Gráfico 5.5.	Porcentaje de Residuos sólidos recolectados y transportados al vertedero.....	56

## RESUMEN

La sociedad ha venido adquiriendo en las últimas décadas una mayor conciencia sobre el deterioro que algunas prácticas y tecnologías tradicionales han ocasionado al medio ambiente y a la calidad de vida. Como consecuencia de ello, la comunidad y los mercados vienen exigiendo que se establezcan prácticas y procesos que protejan los recursos naturales y el medio ambiente, que preserven los recursos naturales y aseguren una oferta de bienes de consumo limpios para las presentes y futuras generaciones. En este sentido, la gestión ambiental está referida a los procesos, mecanismos, acciones y medidas de control involucradas, con el propósito de establecer compromisos de la administración en el uso sostenible de los recursos naturales y humanos, en la obtención de productos y los subproductos de óptima calidad y en el manejo eficiente de los residuos.

Con el objetivo de mantener el liderazgo adquirido como empresa líder del sector exportador de carne bovina en Nicaragua y a nivel Centroamericano, “*Industrial Comercial San Martín S.A*”, ha tomado la iniciativa de autoevaluar su comportamiento en lo que respecta a la protección del ambiente y los recursos naturales, para lo cual acepto la propuesta del equipo investigador con experiencia en materia de gestión ambiental quienes han elaborado una diagnóstico ambiental del manejo de los residuos sólidos, que refleja las fortalezas y debilidades que enfrenta la empresa.

En el proceso de reforma a la ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, la Asamblea Nacional aprobó incorporar las Auditorías Ambientales a la Gestión Ambiental nicaragüense, como un instrumento de gestión utilizado a nivel internacional para evaluar los resultados y medir la efectividad que los regulados obtienen en la gestión ambiental que realizan en la actividad económica que desarrollan.

Para la actividad económica que desarrolla en “*Industrial Comercial San Martín S.A*”, la Diagnóstico Ambiental en el manejo de los residuos sólidos ha permitido determinar que en la práctica se han realizado esfuerzos por parte del personal que

dirige y trabaja con la empresa para corregir los daños que ocasiona el manejo inadecuado de los residuos sólidos. La producción de residuos es un elemento ligado a las operaciones de la empresa que se convierte en una causa de impactos sobre diversos factores ambientales, dado que la gestión de este tipo de residuos requiere de un plan que se ajuste a la normativa ambiental existente en Nicaragua. El resultado principal de la Diagnóstico ambiental constituye un plan de manejo de residuos sólidos que incluye una serie de tareas y actividades a realizar, que abarcan todo el ámbito de las operaciones relacionadas en la industria cárnica. Para que este plan pueda ser ejecutado con eficacia, es necesario la evaluación, control y seguimiento; y será responsabilidad de la Unidad de Gestión Ambiental y los Comités de seguimiento; además se sugiere que esta unidad tenga la capacidad de elaborar y ejecutar su propio presupuesto para contar con los recursos necesarios para su labor.

## I- INTRODUCCIÓN

“*Industrial Comercial San Martín S.A*”, es una empresa nicaragüense que inició operaciones en el año 1975; dedicada al procesamiento y comercialización de la carne bovina procesada bajo los más estrictos estándares internacionales y productos derivados.

La planta industrial obtuvo su certificación HACCP en el año 1998. Cuenta con la aprobación para exportar a los Estados Unidos desde el año 1975, así mismo posee certificaciones para otros ocho países. Actualmente es la empresa líder del sector exportador de carne bovina en Nicaragua y a nivel Centroamericano, con un promedio del 46% de participación durante los últimos 5 años, el restante 54% pertenece a otras 3 compañías.

Su principal compromiso es la mejora de los productos y atención de los clientes, haciendo énfasis en la calidad, la innovación tecnológica, la higiene, el control de procesos y el medio ambiente. Los más de 917 colaboradores están permanentemente capacitados para cumplir con las normas internacionales, garantizando así, que el producto sea seguro para la salud de los consumidores.

Su planta principal se encuentra ubicada en el municipio de Nandaime, Granada, Nicaragua. Tiene una capacidad industrial para procesar 1,500 reses por día pero en Nicaragua no hay ganado para suplir esa demanda y se opera con un promedio de 900 reses al día; puede almacenar 2 millones de libras de producto terminado refrigeradas y congeladas, estos son destinados a los distintos mercados.

Para evaluar si “*Industrial Comercial San Martín, S.A*” está dando cumplimiento a la legislación ambiental de Nicaragua aplicable al manejo de los residuos sólidos, se realizó la Diagnóstico Ambiental donde se establecieron los criterios para evidenciar los hallazgos, preponiendo un plan de acción para las no conformidades encontradas.

## II- OBJETIVOS

### ❖ **General**

- Evaluar el cumplimiento de la empresa “*Industrial Comercial San Martin, S.A*” con la legislación ambiental aplicable al manejo de los residuos sólidos.

### ❖ **Específicos**

- Identificar los instrumentos de la legislación ambiental vigente, vinculada al manejo de los residuos sólidos.
- Realizar un Diagnóstico Ambiental del manejo de los residuos sólidos en la empresa “*Industrial Comercial San Martin, S.A*”.
- Elaborar un plan de manejo de residuos sólidos que permita a la empresa mejorar continuamente su desempeño ambiental.

## III- MARCO TEÓRICO

### 3.1. Gestión Integral de Residuos Sólidos.

La gestión integral de los residuos sólidos, tiene que ser considerada como una parte integral de la Gestión Ambiental.

Dentro de su ámbito la Gestión Integral de Residuos Sólidos incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos. Puede ser definida como la disciplina asociada al control del manejo integral de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) de forma que armoniza con los principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, que responde a las expectativas y políticas públicas.

### 3.2. Residuos sólidos.

Es todo aquel material desechable y no desechable, aquel residuo que se produce por las actividades del hombre o por los animales, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles (Tchobanoglous (1997)). Son productos o subproductos que sin ser considerado como peligrosos, se descartan o desechan y que pueden ser aprovechados o requieran sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final.

#### 3.2.1. Clasificación de los residuos sólidos:

- **Residuos Sólidos no peligrosos:** Todos aquellos residuos o combinación de residuos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos (residuos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles).

- **Residuos Sólidos Domésticos:** Es todo residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.
- **Residuos Sólidos Comerciales:** Todos aquellos residuos generados en establecimientos comerciales y mercantiles (almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas comerciales).
- **Residuos Sólidos Institucionales:** Son los residuos generados en Centros Educativos públicos y privados, entidades gubernamentales, militares, carcelarios, centros religiosos, terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y en edificaciones destinadas a oficinas, entre otros.
- **Residuos Sólidos de Mercado:** Aquellos residuos generados en mercados, supermercados y establecimientos similares.
- **Residuos Sólidos de barridos de calles:** Todos aquellos residuos que se generan de la actividad de la limpieza de calles y áreas públicas como parques, áreas verdes y de juegos deportivos.

### **3.2.2. Residuos Sólidos Orgánicos (RSO).**

Son residuos que provienen de productos de origen orgánico, fracciones residuales vegetales y animales susceptibles de rápida degradación químico biológica transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: cáscaras de frutas, verduras, residuos de comida, vegetales, y otros. Se exceptúa el cartón y el papel que presentan un tiempo de degradación más lento.

### **3.2.3. Residuos Sólidos Inorgánicos (RSI).**

Los residuos inorgánicos son todos los materiales y elementos que, no se descomponen fácilmente y sufren ciclos de degradabilidad muy largos y pueden ser susceptibles a un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje tales como vidrio, plásticos, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos y además no considerados como de manejo especial.

### **3.3. Manejo integral de residuos sólidos.**

El manejo integral de residuos sólidos se define como la aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas óptimas para una localidad en particular además es un conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de los residuos sólidos, comprende las actividades de separación, reutilización, reciclaje, procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, económica y social. Básicamente el sistema de manejo de los residuos se compone de los siguientes subsistemas:

#### **3.3.1. Generación**

La generación y composición de los residuos sólidos municipales varía de acuerdo con la modificación de los patrones de consumo de la población y depende esencialmente de factores tales como:

- Nivel de vida de la población.
- Estación del año.
- Día de la semana.
- Costumbres.
- Movimiento de la población, períodos de vacaciones y días de fiesta.
- Nuevos métodos de acondicionamiento de mercancías con la tendencia actual a utilizar envases y embalajes sin retorno.

La producción de los residuos sólidos de una población se mide en kilogramos por habitante por día (Kg/hab/día); a esta se le denomina generación per cápita, y se obtiene a partir de la información recopilada en la fase de muestreo en la población.

#### **3.3.2. Separación**

Según *Tchobanoglous* (1997), la separación es el proceso de agrupación de residuos sólidos no seleccionados a través de medios manuales y/o mecánicos para

transformar residuos heterogéneos en diferentes grupos de residuos relativamente homogéneos. La separación de los RSM representa una forma de manejo de los residuos que permita aprovecharlos hasta un 85%. Separando en botes o contenedores diferentes, en lugar de mezclar todo en uno sólo, se evita convertir todos los residuos en basura. Una forma sencilla de separación es en tres diferentes categorías: reciclables limpios y secos, orgánicos sucios, tóxicos y sanitario.

### 3.3.3. Almacenamiento

- **Residuos de origen domiciliar**

El almacenamiento temporal de los residuos sólidos es la forma en que éstos son acumulados durante un tiempo determinado antes de su recolección y los recipientes utilizados están en función del tipo de recolección a realizarse.

El adecuado almacenamiento de la basura es responsabilidad del que la genera. Sin embargo, corresponde a las autoridades de salud exigir el almacenamiento apropiado de estas en todos los locales, en primer lugar es preciso en el caso del almacenamiento, determinar las características que deben de tener los receptáculos en lo referente a su forma, tamaño y material, a fin de asegurar su fácil manejo y condiciones higiénicas. El tamaño se debe determinar en base a la frecuencia de recolección, el volumen de los residuos producidos, la Ppc, la densidad y el número de personas por familia. Sakurai (1983). Es recomendable tomar como base tres tipos de recipientes considerando la educación sanitaria previa a la separación domiciliaria:

- **Basura orgánica:** frecuencia de recolección diaria y recipiente de metal.
- **Basura inorgánica o recuperable:** la frecuencia de recolección debe hacerse cuando se llene el recipiente y se recomienda que sea preferiblemente en sacos.

De acuerdo a INIFOM (1995), es importante seleccionar un recipiente apropiado que cumpla los siguientes requisitos:

- a. Ser impermeables.
- b. Estar provistos de tapa.
- c. Ser de construcción fuerte para resistir la manipulación.
- d. Ser resistente a la oxidación.
- e. Fáciles de llenar, limpiar y vaciar.
- f. Estar provistos de agarraderas.
- g. No tener bordes cortantes.
- h. Tener tamaño y peso adecuado (altura 75 cm, diámetro 60 cm y peso no mayor de 100 L.).

Dichas características están dirigidas al almacenamiento de residuos domiciliarios y locales. En el caso de los residuos proveniente de la limpieza pública, esta requiere de recipientes de mayor capacidad que puede ser: barriles metálicos de 55 galones, container pequeños con rodos, estacionarios de mayor volumen con dispositivos para ser deslizados, por el sistema hidráulico de los camiones compactadores, entre otros. INIFOM, (1995).

#### **3.3.4. Recolección y transporte**

La recolección de residuos sólidos se debe realizar teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Tamaño y densidad:** poblaciones grandes son de rutas más complejas, si la densidad es muy baja se toma más tiempo el servicio de recolección entre residencia y residencia incrementándose los costos.
- **Forma en que son presentados los residuos sólidos:** los residuos sólidos presentados en barriles requieren mayor tiempo de recolección, que aquellos presentados en bolsas plásticas.
- **Clima y topografía:** En ciudades muy cálidas y topografía montañosas requieren de equipos y servicios especiales.

- **Sitios de recolección:** En algunas épocas el recolector del recipiente de basura entraba hasta el patio de la casa. Hoy en día lo más común es efectuar la recolección en la puerta de la casa. Cuando se trate de conjuntos multifamiliares hay necesidad de llevar los residuos a cajas estacionaria ubicadas estratégicamente.
- **La distribución espacial de las viviendas o fuentes de producción de residuos sólidos:** La distribución de las viviendas y otras fuentes de producción de residuos incidirá en las rutas y el tipo de vehículo a emplear. La ruta debe ser simple, con trazos rectos y deberá terminar lo más cerca al lugar de disposición final. La ruta de recolección óptima se ajustará mediante sucesivos ensayos de tipo ensayo-error. En todos los casos, las rutas que se diseñan deben ser corregidas en la práctica.
- **Frecuencia de recolección:** La frecuencia de recolección varía de día de por medio a una vez por semana. Una frecuencia mayor puede incrementar los costos. En ningún caso se debe dejar los residuos sólidos sin recolectar por más de una semana ya que provoca proliferación de insectos y malos olores en las casas.
- **Tipo de vehículo de recolección:** Existen múltiples equipos de recolección de residuos sólidos, desde los tradicionales camiones compactadores hasta los pequeños carritos manuales, la decisión depende del volumen de residuos que se debe recolectar y la distancia para transportarlos. Es importante que los vehículos de recolección, o por lo menos sus repuestos, estén disponibles en la zona.
- **Distancia al sitio de disposición final:** Mientras más lejos esté el sitio de disposición final de las rutas de recolección, mayores serán los costos. La distancia hacia el lugar de tratamiento, reciclaje o disposición final incide en el tipo de vehículo que se debe emplear y en la necesidad de instalar una pequeña estación de transferencia.

- Recolección separada o combinada:** La recolección separada, consiste en colocar los residuos sólidos reciclables y no reciclables en bolsas separadas. Esto es más costoso, pero trae beneficios económicos que pueden superar los costos de recolección. *Salazar (2003)*. Generalmente la cantidad y la composición de la basura llevada al sitio de disposición final difieren considerablemente de las basuras generadas y/o recolectadas, debido a la activa recuperación de materiales tales como papel, cartón, trapos, botellas, y metales.
- Tipos de ruteos:** la actividad de recolección de residuos sólidos constituye un problema de toma de decisiones. Este problema ha cobrado más importancia debido a la contribución de los costos de recolección dentro de los costos totales del servicio.

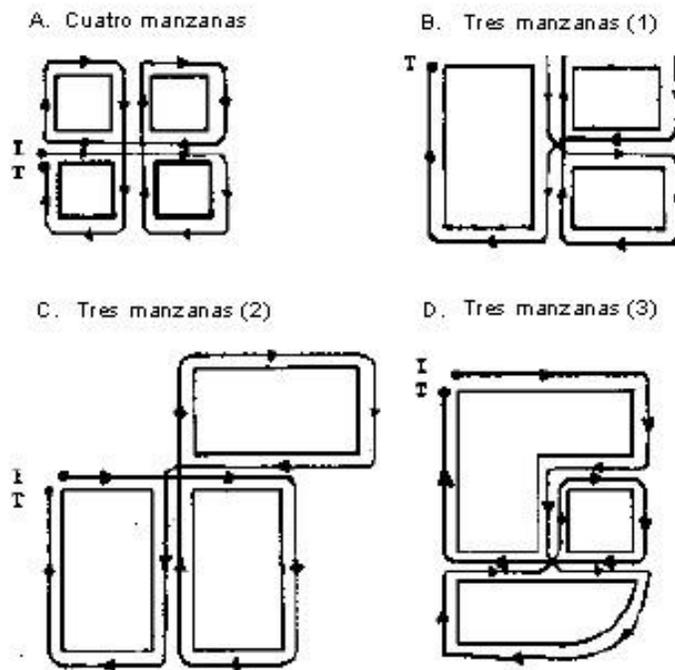


Figura 1. Modelos de Ruta Fuente: *OPS/OMS, (1980)*.

La primera clave del éxito es diseñar un itinerario eficiente, lo que no es fácil, es una tarea tediosa que hay que llevar a cabo, para lo cual es necesario combinar el trabajo sobre el plano y sobre el terreno de forma interactiva

Los itinerarios de recolección deben cumplir con las siguientes condiciones:

- La recolección debe comenzar en la parte alta y finalizar en la parte baja de la ciudad.
- La recolección debe iniciar en el punto más alejado del sitio de disposición final.
- En cada viaje el carro recolector debe llenarse a toda su capacidad.
- El tiempo total de cada viaje no debe exceder 150 minutos. *OPS/OMS, (1994)*.

### 3.3.5. Tratamiento

Previo a la disposición final de los residuos sólidos, éstos pueden ser sometidos a diferentes formas de tratamiento con la intención de obtener beneficios ambientales y económicos.

En el caso de los residuos hospitalarios, la disposición final se debe de realizar fuera del centro de salud. Los residuos infecciosos peligrosos tratados mediante la incineración se eliminarán como residuos no peligrosos y los que hayan sido tratados con el método de esterilización deberán triturarse o someterse a un proceso que los haga irreconocibles. Seguidamente se describen de manera concisa los principales métodos aplicables a los residuos sólidos:

- **Tratamiento Mecánico**

**Trituración:** divide, mezcla y homogeniza la basura. Esto favorece la descomposición bioquímica; condensamiento y estabilidad mecánica de los rellenos; uniformidad y control de la acción térmica. Constituye en casos un proceso auxiliar de compostaje, rellenos sanitarios, pirólisis e incineración. *Puertas, (2005)*.

**Compactación:** disminuye los espacios vacíos condensando la basura aumentando su densidad y reduciendo el volumen que ocupa a bajo costo, por lo que también constituye un proceso auxiliar en el relleno sanitario, además de tener alta importancia económica en la recolección de basura. *Puertas, (2005)*.

- **Tratamiento térmico**

**Incineración:** consiste en quemar los residuos sólidos mediante oxidación química con exceso de oxígeno reduciendo su volumen y grado de peligrosidad. *SEMARNAT, (2001)*.

**Pirólisis:** es el procesamiento térmico de residuos en ausencia de oxígeno, utilizando una fuente externa de combustible para conducir las reacciones endotérmicas. Ocurre a temperaturas inferiores que las de incineración, generando líquidos o gases de alto contenido energético y baja contaminación atmosférica *SEMARNAT (2001); Haddad, (1981)*.

**Gasificación:** similar a la pirólisis, pero se adiciona oxígeno para producir combustibles gaseosos *Cortinas, (1999)*.

**Autoclave:** es el proceso de esterilización de los residuos sólidos peligrosos mediante la aplicación de temperatura y presión *OPS/OMS, (2002)*.

- **Tratamiento Biológico**

**Compostaje:** es el proceso de transformación de la materia orgánica en un mejorador de suelos denominado compost que se puede emplear en zonas agrícolas, áreas verdes y ampliación de la frontera agrícola, entre otros. Esta técnica permite la biodegradación controlada de la materia orgánica, lo que facilita el aumento de la temperatura (comúnmente entre 55 y 60° C) para destruir los patógenos. Se puede dar tanto en condiciones aerobias como anaerobias. *OPS/OMS, (2002)* y *SEMARNAT (2001)*.

**Biodigestión anaeróbica:** es el proceso de descomposición controlada de la materia orgánica en un medio anaeróbico (sin oxígeno), que permite obtener energía (biogás o gas metano) que también se puede aprovechar de los rellenos sanitarios y según la técnica empleada se producen lodos que se emplean como mejorador de suelos. *OPS/OMS, (2002)*.

**Lombricultura:** técnica de crianza controlada de lombrices empleada para metabolizar los residuos sólidos orgánicos precompostificados para producir un mejorador de suelos llamado humus, también es conocida como vermicompostaje. *SEMARNAT, (2001)*.

**Crianza de cerdos:** el residuo sólido orgánico se somete a tratamiento térmico (cocción) y se emplea como alimento principal de los cerdos. Esta actividad se debe realizar en parques porcinos con riguroso control sanitario. *OPS/OMS, (2002)*.

### **3.3.6. Disposición Final**

La disposición final de los residuos sólidos es la última etapa operacional del proceso de servicio de limpieza en el cual se destina o se disponen los residuos recolectados. Esta última etapa es de gran importancia ya que es donde los residuos se dispondrán hasta su degradación y por tanto hay que tener en cuenta algunos requisitos fundamentales para la elección del sitio receptor, ya que lo primordial es que esta actividad no ponga en peligro tanto la contaminación de recursos naturales como el agua, aire y suelo como la salud de poblaciones que puedan vivir cerca o tengan algún tipo de contacto con dicho sitio; por tanto se debe de buscar a minimizar cualquier tipo de impacto negativo al medio.

Prácticamente lo ideal sería que al sitio de disposición final deberán de llegar solo los materiales que no tienen otras posibilidades de ser aprovechados en reuso, reciclamiento y compostaje. Esto servirá para obtener beneficios económicos y ambientales, y también para evitar la pepena que pone en riesgo la salud de quienes la realizan en los sitios de disposición final. *SEMARNAT, (2001)*.

### **3.4. Relleno sanitario.**

Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de residuos sólidos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas

generados por los desechos, tales como el estudio meticuloso de impacto ambiental, económico y social desde la planeación y elección del lugar hasta la vigilancia y estudio del lugar en toda la vida del vertedero.

El relleno sanitario es un método de disposición final muy efectivo para la eliminación permanente de los residuos sólidos o basura, y consiste fundamentalmente en la aplicación o implementación de los pasos siguientes:

- Depositar los residuos o basura de manera planeada y controlada.
- Esparcirla y compactarla en capas delgadas para reducir su volumen.
- Cubrir todo el material con una capa delgada de tierra.
- Finalmente compactar bien la cubierta de tierra.

Existen varios métodos para disponer los desechos dentro de un relleno, entre éstos se distinguen:

**Método de trinchera ó zanja:** este método es adecuado aplicarlo para sitios donde se pueda utilizar el suelo como material de cobertura. Se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de 2 ó 3 metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor oruga. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra.

**Método del área:** se puede aplicar en áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar las basuras, estas pueden depositarse sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros.

Se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas.

El tratamiento final de los desechos sólidos tiene como objetivos básicos proteger la salud humana y disminuir el riesgo de contaminación. Los principales métodos de tratamiento de residuos son: Incineración, compostaje y reciclado, con el fin de

reducir el volumen de los desechos generados, sin embargo siempre es necesario un relleno sanitario para disponer los residuos que se producen de estos procesos.

### **3.5. Efectos de la inadecuada gestión de residuos sólidos**

La composición de los residuos sólidos es otro de los factores importantes que deben ser tenidos en cuenta en la gestión, especialmente para decidir las posibilidades de recuperación, sistemas de tratamiento y disposición más apropiados.

La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas.

#### **3.5.1. Riesgos directos**

Son los ocasionados por el contacto directo con los residuos sólidos, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura.

Asimismo, los vehículos de recolección no siempre ofrecen las mejores condiciones, los operarios por lo general deben realizar sus actividades en presencia continua de gases y partículas emanadas por los propios equipos, lo que produce irritación en los ojos y afecciones respiratorias; por otra parte, estas personas están expuestas a mayores riesgos de accidentes, etc.

#### **3.5.2. Riesgos indirectos**

El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un foco de

transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad.

### **3.5.3. Efectos en el ambiente**

Los efectos ambientales del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro estético de las ciudades así como la contaminación del agua, suelo, aire. La degradación del paisaje natural, ocasionada por los residuos sólidos manejados sin ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto.

### **3.5.4 Riesgos para el desarrollo social**

Las difíciles condiciones económicas, las migraciones rurales y la pobreza, han convertido algunos materiales contenidos en los residuos sólidos en el medio de subsistencia de muchas personas con sus familias. Esta realidad continuará mientras no existan para ellas otras formas más dignas de ganarse la vida. Existen riesgos sanitarios cuando se manejan residuos domésticos mezclados con residuos peligrosos, lo que ocurre en la mayoría de las ciudades de la región.

Las actitudes humanas, familiares, profesionales, institucionales y las relaciones entre los diferentes actores del sector están profundamente marcadas por la cultura, los valores y las percepciones existentes entre los distintos componentes de las sociedades urbanas y semirurales de la Región. De esta manera, cualquier propuesta de orden técnico u operativo deberá incluir la dimensión social y cultural del contexto en el cual se pretenda aplicar.

## **3.6 Manejo Integral de Residuos Sólidos**

El manejo integral de los residuos sólidos, requiere de la aplicación de técnicas, tecnologías y programas que tengan en cuenta cada uno de las fases del proceso de manera que sea integral y permitan lograr objetivos y metas óptimas para una determinada localidad. *Salazar, (2003)*.

Para que el manejo sea integral debe desarrollarse una planificación estratégica y participativa, que permite mejorar las condiciones de salud y ambiente. Para lo cual

se establecen objetivos y metas de largo plazo (de 10 a 15 años), y se desarrollan planes de acción de corto plazo (hasta 2 años) y mediano plazo (de 3 hasta 5 años), con la finalidad de establecer un sistema sostenible de gestión de residuos sólidos. La formulación y ejecución del plan facilita el desarrollo de un proceso sostenido de mejoramiento de la cobertura y calidad del sistema de gestión de residuos sólidos. Los beneficios que se obtendrán con el diseño e implementación de un plan de manejo para la gestión integral de los residuos sólidos, serán entre otros, los siguientes:

- Desarrollo de un proceso sostenido de mejoramiento de la cobertura y calidad del servicio de limpieza.
- Promoción y fomento dirigido al aprovechamiento y valorización de los residuos.
- Mitigación de los impactos ambientales negativos originados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- Promoción de mecanismos de participación de la población e instituciones claves en las iniciativas de mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos.
- Incremento de los niveles de educación ambiental.
- Oportunidad de implementar modelos de gestión de recursos humanos “Estructuras Gerenciales” apropiadas para la gestión ambiental de los residuos sólidos.

### **3.6.1. Jerarquía del Manejo Integral de Residuos**

El manejo integral de los residuos sólidos introduce un nuevo enfoque a las opciones de manejo de los mismos, conocido como *Jerarquía del Manejo Integral*

de *Residuos Sólidos*. Dicho enfoque es propuesto con iniciativas por un lado de protección del medio ambiente y por otro lado para aprovechar algunos beneficios que ofrecen los residuos sólidos si se le da un manejo diferente.

Esta aplicación favorece la reducción del impacto ambiental de los residuos sólidos a través de la priorización de las diferentes alternativas de manejo. *Wehenpohl*, (2002) propone la siguiente jerarquía:

- a. Reducción en la fuente.
- b. Reutilización.
- c. Compostaje y Biodegradación.
- d. Reciclaje.
- e. Incineración con recuperación de energía.
- f. Disposición final en relleno sanitario.

A continuación se describen los elementos clave según *Wehenpohl* para la perspectiva del manejo integral de los residuos sólidos.

#### **a) Reducción en la fuente**

La reducción en la fuente tiene como objetivo principal minimizar la generación de residuos, lo que trae consigo ventajas económicas en todo el proceso de gestión, ya que se recolectará menos volumen y la cantidad de residuos tanto para tratamiento y para disposición final disminuirá considerablemente.

Entre los medios para lograr la reducción en la fuente se encuentran la reincorporación de los residuos a los procesos, la sustitución de productos y/o empaques, el rediseño de productos y procesos, la reglamentación, la educación ambiental de los consumidores y la adquisición de nuevas tecnologías.

#### **b) Reutilización**

La reutilización de productos o de materiales desechados en un proceso, es fundamental para evitar la adquisición de otros productos y materiales que pueden

cumplir con la misma función de los anteriores. Esto no permitirá considerablemente la generación progresiva de residuos.

El objetivo es prolongar la vida útil de un producto. El reuso implica utilizar varias veces el producto con el mismo fin para el cual fue diseñado, mientras que la reutilización consiste en aprovechar el producto como tal con una función distinta a la original.

### **c) Compostaje y Biodegradación**

El tratamiento biológico convierte los residuos orgánicos en un producto útil (compost) o recupera energía mediante biogás. Además, reduce la cantidad de gases y lixiviados generados en los rellenos sanitarios e incrementa el valor de otros residuos sólidos.

### **d) Reciclaje**

Es un proceso en el cual los materiales de desperdicio son transformados, utilizados o vendidos como nuevos productos o materia prima.

De acuerdo a *Cortinas, (1999)* el reciclaje puede incorporarse como parte de una estrategia de manejo integral de residuos sólidos que puede ayudar a conservar recursos, evitar que materiales valorizables contenidos en los residuos vayan a la disposición final.

Obteniendo mayores beneficios cuando los residuos se componen de materiales limpios y disponibles en grandes cantidades; como ocurre en fuentes comerciales e industriales, en cambio los residuos domiciliarios se encuentran en pequeñas cantidades mezclados y frecuentemente contaminados, de tal manera que no todos pueden ser reciclados.

El reciclaje es un proceso complejo que en sí consume recursos durante el transporte, selección, limpieza y reprocesado, por lo que debe ser considerado

como parte de una estrategia integral para manejar los residuos, no como un fin en sí mismo, y promoverse únicamente cuando ofrece beneficios ambientales globales.

### **e) Incineración con recuperación de energía**

El objetivo primario de la incineración de los residuos sólidos es la reducción de su volumen hasta en un 90% contribuyendo significativamente al aumento de la vida útil del relleno sanitario. También ofrece la posibilidad de recuperar energía capaz de sustituir la energía producida a partir de combustibles fósiles contaminantes. No obstante, para evaluar la viabilidad financiera de la planta, es fundamental conocer las características del sector energético y, obviamente, la posibilidad reaprovechamiento económico de la producción de la energía.

La cantidad máxima de energía recuperable por medio de la incineración de residuos sólidos depende, principalmente, de las características de los residuos, pero también del sistema aplicado para la recuperación de energía. Se logra la mayor eficacia cuando se produce electricidad y vapor/calor, aunque eso también incrementa el costo y la complejidad de la planta.

Esta técnica no es recomendable (a excepción de cuando se usa en residuos hospitalarios) para nuestros países en vías de desarrollo y menos aún para las pequeñas poblaciones debido a las siguientes causas:

- Se requiere de un elevado capital.
- Altos costos operativos.
- Se necesitan técnicos bien calificados, los que son escasos.
- Su operación y mantenimiento son complejos y presentan muchos problemas.
- No es flexible para adaptarse a tratar mayores cantidades adicionales.
- En ocasiones se requiere de combustible auxiliar, ya que el poder calorífico de la basura es bajo y contiene mucha humedad.
- Se requiere de equipos de control para evitar la contaminación del aire ya que ningún incinerador produce una emisión enteramente libre de contaminantes. *García, (1995).*

### 3.6.2. Elementos básicos de un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS)

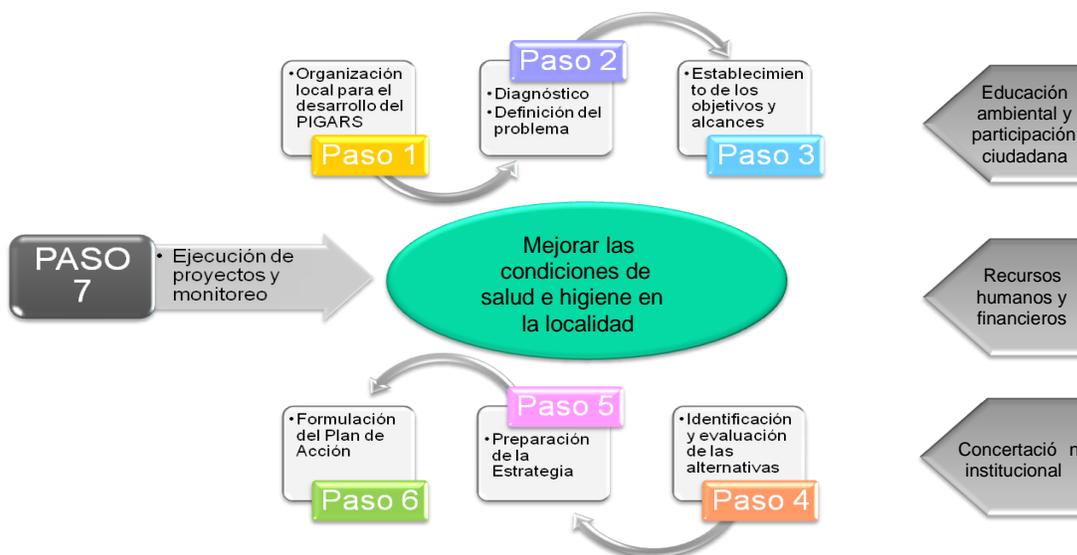


Figura 2. Pasos para la formulación de PIGARS (Según el CONAM)

#### **Paso 1. Organización local para el desarrollo de un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS**

Este, de tal manera que se involucren a los diversos actores y grupos de interés del municipio en el problema de los residuos sólidos. Este paso es esencial para la elaboración e Implementación del PIGARS para que las acciones de modernización de los esquemas de manejo de residuos se visualicen de modo integral y toda la población sea partícipe de las acciones que le correspondan.

#### **Identificación de actores y planeamiento del PIGARS**

El planeamiento del PIGARS tiene que ver con la organización y reforzamiento de las relaciones entre los actores clave y grupos de interés comprometidos con el servicio de aseo urbano.

Este servicio compromete a la sociedad en su conjunto, ya que se considera a los residuos sólidos como "bienes públicos", es indispensable que el PIGARS sirva como un instrumento de construcción de consensos entre los diversos grupos de interés implicados. El manejo de los RSM, no es una tarea exclusivamente de la municipalidad, requiere del concurso de todas las fuerzas vivas de la comunidad. En este sentido, es necesario desarrollar un proceso público que articule los diferentes intereses y expectativas de los actores y movilice los recursos necesarios para elaborar el PIGARS a través de un proceso de formulación participativo.

## **Paso 2. El diagnóstico o definición del problema**

La definición del problema o línea base es esencial en el proceso de formulación del PIGARS para el manejo de los RSM. Por lo tanto la calidad de la información y su adecuado procesamiento influye en la correcta identificación y selección de las alternativas, así como en la planificación de las actividades.

La definición del problema no sólo se ajusta a conocer los aspectos operacionales del sistema de manejo de los RSM, además debe proporcionar una visión amplia acerca de los aspectos gerenciales, financieros, sociales, entre otros. En este sentido, la definición del problema debe permitir analizar los conflictos y potencialidades existentes en las áreas claves del sistema de manejo de los RSM, evitándose la simple agregación de la información. Se trata de analizar un sistema complejo y las interacciones entre sus componentes, considerando los patrones de desarrollo urbano, los aspectos demográficos, económicos, institucionales y legales específicos para cada municipio. *OPS/OMS, (2002)*.

- **Caracterización del área de estudio**

Debe realizarse una evaluación del estado del sistema de gestión de residuos sólidos, con el fin de establecer el punto de partida del Plan, para ello en la evaluación se debe caracterizar el área de estudio y se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos. *Salazar, (2003)*:

- **Aspectos técnicos:** la tecnología debe ser de fácil implementación, operación y mantenimiento; debe procurar el uso de recursos humanos locales y comprender todas las fases del manejo de residuos, desde la generación hasta la disposición final.
- **Aspectos sociales:** se debe fomentar hábitos positivos en la comunidad y desalentar los negativos; se promoverá la participación de los docentes y estudiantes en estas actividades.
- **Aspectos económicos:** las alternativas de manejo deben ajustarse a los fondos disponibles para la ejecución de los planes integrales de manejo de residuos sólidos.
- **Aspectos organizativos:** la ejecución del plan requiere de cierto nivel de organización; sin embargo, ésta debe ser simple y dinámica.
- **Aspectos de salud:** el plan debe prevenir las enfermedades ligadas al manejo de los residuos sólidos, tales como las respiratorias, dérmicas y gastrointestinales.
- **Aspectos ambientales:** el plan debe evitar impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

### **Paso 3. Establecimiento de los Objetivos y Alcances.**

Los resultados del diagnóstico servirán de base para establecer los alcances del FIGARS.

En esta etapa se deben precisar cuatro aspectos claves del Plan:

- a. La identificación del área geográfica y el período de planeamiento.
- b. La selección de los tipos de residuos que se considerarán en el Plan.
- c. El establecimiento del nivel de servicio que se desea alcanzar.
- d. La definición de los objetivos y metas del Plan.

### **Paso 4. Identificación y evaluación de las alternativas**

En este paso se debe identificar la forma de lograr los grandes objetivos planteados en el paso anterior. Para ello se deben identificar y evaluar las alternativas en los

aspectos gerenciales, administrativos y el reforzamiento del modelo de gestión financiera, así como las alternativas en los aspectos técnicooperativos.

### **Paso 5. Preparación de la estrategia**

En esta sección se deben integrar las alternativas identificadas con el fin de elegir y formular la estrategia más apropiada del PIGARS. También se deben identificar los aspectos críticos del sistema que deben ser mejorados, al igual que los grupos o actores que se encargarán de dicha tarea; con el fin de seleccionar el camino y los medios más apropiados para alcanzar los objetivos planteados.

### **Paso 6. Formulación del plan de acción del PIGARS**

El plan de acción del PIGARS debe identificar las acciones prioritarias, así como los responsables y los indicadores para cada actividad.

Es necesario priorizar las actividades que se pueden implementar con poca inversión de capital; las acciones de corto plazo deben servir de base para desarrollar las de mediano plazo.

### **Paso 7. Ejecución y monitoreo del PIGARS**

La puesta en marcha del PIGARS para el manejo de los residuos sólidos requiere desarrollar algunos acuerdos y pactos específicos entre las partes a fin de viabilizar las actividades establecidas.

En primer lugar, es necesario lograr la aprobación del presupuesto ante las instancias correspondientes. En segundo lugar, las actividades específicas requieren de la concertación de los acuerdos de cooperación y colaboración que se puedan haber construido durante el proceso de formulación del PIGARS. Esto se realiza a través de convenios, acuerdos y contratos específicos estableciendo los niveles de responsabilidad y aportes entre las partes.

En tercer lugar, la puesta en marcha del PIGARS casi siempre exigirá al grupo promotor del proyecto, jugar un papel de liderazgo por lo menos hasta que el proceso se consolide. El monitoreo posibilita evaluar los avances respecto a los objetivos y metas planteados y la retroalimentación y corrección sistemática de los planes de trabajo.

## IV- MARCO LEGAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo de los residuos sólidos en Nicaragua esta normado por leyes, reglamentos y decretos de la **Constitución Política de Nicaragua**, la cual establece las siguientes líneas de intervención.

La constitución política en sus Artículos 59 y 60, establece que “es derecho de los ciudadanos nicaragüenses habitar un ambiente saludable” y define que tal responsabilidad le corresponde al Estado.

### **4.1- Ley 290: Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo.**

#### **Arto 26.**

Ministerio de Salud le corresponden las funciones siguientes:

- Promover campañas de saneamiento ambiental y de divulgación de los hábitos higiénicos entre la población. Formular normas, supervisar y controlar la ejecución de las disposiciones sanitarias en materia alimentaria, de higiene y salud ambiental.

#### **Reglamento a la Ley 290: Decreto 71-98.**

#### **Arto 212.**

Dirección de salud Ambiental y Sustancias Tóxicas. Funciones:

- Establecer y Administrar las normativas y reglamentos que regulan el tratamiento y disposición de basuras y aguas residuales.
- Realizar estudios sobre el tratamiento de las basuras y aguas residuales y las condiciones de sanidad e higiene ambiental.
- Supervisar los centros y actividades económicas que generen basuras, residuos sólidos, líquidos masivos o de altos riesgos para la salud humana y sobre el tratamiento que reciben tales residuos hasta su disposición final.
- Dirigir campañas de información de limpieza comunitaria sobre sanidad del medio.

#### **Arto 269.**

Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA). Funciones:

- Regular, controlar, normar y establecer procedimientos ambientales para el manejo de residuos sólidos municipales, comerciales, industriales y agrícolas en coordinación con las autoridades territoriales y proponer técnicas alternativas de tratamiento, reciclaje, reutilización y reducción.

**Arto 271.**

Dirección de normación y control ambiental de actividades contaminantes:

- Inco 8. Elaborar, proponer, evaluar las normas sobre la introducción, manejo, almacenamiento y uso de sustancias toxicas o peligrosas y residuos sólidos en general a lo largo de su ciclo de vida.

**4.2. Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.**

**Arto. 109.**

Todos los habitantes tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano, de los paisajes naturales y el deber de contribuir a su preservación. El Estado tiene el deber de garantizar la prevención de los factores ambientales adversos, que afecten la salud y la calidad de vida de la población, estableciendo las medidas o normas correspondientes.

**Arto. 111.**

El MARENA en coordinación con las Instituciones del Estado, Gobiernos Autónomos y Alcaldías:

- Emitirá normas de tecnologías, procesos, tratamiento y estándares de emisión, vertidos, así como de residuos y ruidos.
  
- Emitirá normas sobre la ubicación de actividades contaminantes o riesgosas y sobre las zonas de influencia de las mismas.

**Arto.121.**

Las actividades que afecten a la salud por su olor, ruido o falta de higiene serán normadas y reguladas por el Ministerio de Salud.

**Arto. 126.**

Será prohibido ubicar en zonas de abastecimiento de agua potable, instalaciones cuyos residuales aún tratados provoquen contaminación de orden físico, químico, orgánico, térmico, radioactivo o de cualquier otra naturaleza o presenten riesgos potenciales de contaminación.

**Arto. 129.**

Las alcaldías operaran sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de Residuos sólidos no peligrosos del Municipio, observando las normas emitidas por el MARENA y MINSA, para la protección del ambiente y la salud.

**Arto. 130.**

El Estado fomentará y estimulará el reciclaje de residuos domésticos y comerciales para su industrialización, mediante técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

**Arto. 131.**

Toda persona que maneje residuos peligrosos está obligada a tener conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas sustancias.

**4.3. Decreto 9-96: Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.**

**Arto. 95.**

Para fines del Arto 129 de la Ley, el MARENA, en coordinación con el Ministerio de Salud y las Alcaldías, emitirá las normas ambientales para el tratamiento, disposición final y manejo ambiental de los residuos sólidos no peligrosos y la correspondiente normativa ambiental para el diseño, ubicación, operación y mantenimiento de botaderos y rellenos sanitarios de residuos sólidos no peligrosos.

**Arto. 96.**

Para efectos del artículo 130, el MARENA, en coordinación con el MINED promoverá el reciclaje, la utilización y el rehúso de los residuos sólidos no peligrosos.

**Arto. 97.**

MARENA en coordinación con las Alcaldías promoverá el reciclaje, la utilización y el rehúso de los residuos sólidos no peligrosos.

**4.4. Código Procesal Penal****CAPÍTULO II****DELITOS CONTRA EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES****Arto. 365. Contaminación del suelo y subsuelo**

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

**Arto. 366. Contaminación de aguas**

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa. Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria.

**Arto. 367. Contaminación atmosférica**

El que sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, mediante el uso o la realización de quemas de materiales sólidos y líquidos, químicos o bioquímicos o tóxicos, genere o descargue emisiones puntuales o continuas que contaminen la atmósfera y el aire con gases,

humo, polvos o contaminantes con grave daño a la salud de las personas, a los recursos naturales, a la biodiversidad o a los ecosistemas será sancionado con pena de tres a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

**Arto. 368. Transporte de materiales y desechos tóxicos, peligrosos o contaminantes**

El que transporte en cualquier forma materiales y desechos tóxicos, peligrosos y contaminantes o autorice u ordene el transporte de estos materiales o sustancias en contravención a las disposiciones legales vigentes en materia de protección del ambiente de manera que se ponga en peligro o dañe la salud de las personas o el medio ambiente, se le impondrá una pena de seis meses a tres años de prisión y de cien a quinientos días multa.

**Arto. 371. Violación a lo dispuesto por los estudios de impacto ambiental**

El que altere, dañe o degrade el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones de un estudio de impacto ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de la actividad, oficio, profesión o arte, empleo o cargo.

**4.5. NTON 05-013-01: Norma Técnica para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Residuos Sólidos no Peligrosos.**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios generales y específicos, parámetros y especificaciones técnicas ambientales para la ubicación, diseño, operación, mantenimiento y cierre o clausura de la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

Esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que realicen el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

#### **4.6. NTON 05-014-02: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No Peligrosos.**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente; la misma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas que realicen manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos.

#### **4.7. NTON 05-015-01: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos.**

Tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos que se generen en actividades industriales, establecimientos que presten atención médica tales como clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios y centros antirrábicos. Esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que generen residuos sólidos peligrosos, y para todos aquellos que se dediquen a la manipulación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos en cualquier parte del territorio nacional.

#### **4.8. Decreto No. 168 Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas.**

Establece el conjunto de normas y disposiciones orientadas a prevenir la contaminación del medio ambiente y sus diversos ecosistemas, proteger la salud de la población ante el peligro de contaminación de la atmósfera, el suelo y las aguas, como consecuencia del transporte, manipulación, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos.

#### **4.9. Decreto 47-05: Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos.**

Este Decreto tiene por objeto establecer la Política Nacional sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos 2005-2023, así como los principios y lineamientos que la integran, definiciones, planes, acciones y estrategias para su implementación en el territorio nacional; incorporando los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir y reducir sus riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

#### **4.10. Decreto 47-2006: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.**

Tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua. Su ámbito de aplicación: Este Decreto es aplicable a:

1. Planes y Programas de Inversión Sectoriales y Nacionales, de conformidad con el artículo 28 de la Ley No. 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo.
2. Actividades, proyectos, obras e industrias sujetos a realizar Estudios de Impacto Ambiental.

Estructura el sistema: Se crea el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, el cual está compuesto por:

1. La Evaluación Ambiental Estratégica.
2. La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades.

La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades está compuesta por categorías ambientales que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes:

a) Categoría Ambiental I: Proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales.

b) Categoría Ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial.

c) Categoría Ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial.

#### **4.11. Ley 185: Código Laboral de Nicaragua.**

##### **Arto. 53.**

La jornada ordinaria no podrá exceder de 6 horas en los centros o puestos de trabajo insalubres. En estos casos, no se podrá trabajar horas extras.

##### **Arto. 100.**

El empleador tiene la obligación de adoptar medidas preventivas necesarias y adecuadas para proteger eficazmente la vida y salud de sus trabajadores, acondicionando las instalaciones físicas y proveyendo el equipo de trabajo necesario para reducir y eliminar los riesgos profesionales en los lugares de trabajo, sin perjuicio de las normas que establezca el Poder Ejecutivo a través del Ministerio del Trabajo.

##### **Arto. 102.**

El trabajador está obligado a colaborar cumpliendo con las instrucciones impartidas para su protección personal y cuidando el material empleado en la misma.

##### **Arto. 103.**

Los equipos de protección personal serán provistos por el empleador en forma gratuita y deberán darles mantenimiento, reparación adecuada y sustituirlos cuando el caso lo amerite.

##### **Arto. 107.**

Los trabajadores no deben hacer sus comidas en el propio puesto de trabajo, salvo cuando se trate de casos que no permitan separación del mismo.

Los empleadores cuando tengan más de 25 trabajadores tienen la obligación de acondicionar locales para que puedan preparar e ingerir sus alimentos.

**Arto. 113.**

Son también obligaciones del empleador:

h) Realizar, por su cuenta, chequeos médicos periódicos a aquellos trabajadores que por las características laborales estén expuestos a riesgos profesionales, debiendo sujetarse a criterios médicos en cada caso específico.

**Arto. 130.**

Este código establece que son derechos de las y los adolescentes que trabajan:

a) Tener condiciones de trabajo que les garanticen seguridad física, salud física y mental, higiene y protección contra los riesgos laborales. (Ley de reforma al título VI, libro primero del Código del Trabajo de la República de Nicaragua, 15 de Octubre del año 2003).

**4.12. Ley General de Salud.**

Esta ley tiene por objeto tutelar el derecho que tiene toda persona de disfrutar, conservar y recuperar su salud, en armonía con lo establecido en las disposiciones legales y normas especiales, en coordinación con las entidades públicas y privadas que corresponda llevará a cabo programas de salud ambiental y emitirá las normativas técnicas sobre Manejo de los Residuos Sólidos y en el capítulo de los Residuos Sólidos, establece que los mismos se regularán de acuerdo al Decreto 394 “Disposiciones Sanitarias”, Ley 217 y su Reglamento, Ley de Municipios y su Reglamento, Normas Técnicas, Ordenanzas Municipales y demás disposiciones aplicables.

**4.13. Decreto 394: Disposiciones Sanitarias.**

**Arto. 3.**

El Ministerio de Salud coordinará con las Instituciones que estime Pertinentes todo lo necesario para el cumplimiento de la presente ley.

**Arto. 10.**

Se entiende por desecho sólido aquellos residuos putrescibles o no, procedentes de las actividades domésticas, comerciales o industriales de una comunidad, a excepción de las excretas humanas.

**Arto. 11.**

Es obligación de los servicios públicos y privados de recolección de residuos sólidos, recoger y trasladar para su disposición final los animales muertos que se encuentren en la vía pública o áreas

**Arto. 12.**

Los residuos sólidos provenientes de barcos y aeronaves procedentes del extranjero serán recogidos e incinerados o soterrados en los propios puertos o aeropuertos a donde estos hayan arribado.

**Arto.13.**

Los dueños o encargados de sitios baldíos deberán mantenerlos cerrados y responderán de su estado de conservación y limpieza, debiendo efectuar las prácticas en la forma que la autoridad sanitaria determine.

**4.14. Decreto No. 432. Reglamento de Inspección Sanitaria.**

Define la inspección sanitaria como el conjunto de actividades dirigidas a la promoción, prevención, tratamiento y control sanitario del ambiente; estableciendo como objetivo principal el mantenimiento de las condiciones higiénico-sanitarias básicas que garanticen el mejoramiento continuo de la salud de la población. En este instrumento se establece:

**Arto. 44.**

Además de lo establecido en el Artículo anterior se consideran graves las actuaciones de:

2) El responsable de una industria o establecimiento que no disponga adecuadamente de los desechos, en especial los procedentes de unidades de salud, laboratorio de microbiología, unidades de producción e investigación biológica y química.

3) El que por razón de su cargo, tenga la responsabilidad de operar equipos de recolección, tratamiento o disposición final de desechos sólidos o líquidos y realice esta actividad, con inobservancia de las normas sanitarias y de protección del medio.

4) El que use los vehículos de recolección de basura para transporte de alimentos o personal.

**Arto. 46.**

Además de lo previsto en el Artículo anterior se consideran como menos grave las actuaciones de:

4) El que acumule o deposite desechos sólidos en cualquier lugar que pueda ocasionar molestias a los vecinos, producir malos olores o afectar el ornato público.

5) El que dificulte en cualquier forma el cumplimiento de las medidas sanitarias dictadas por autoridades competentes para la erradicación de vectores de enfermedades transmisibles.

## V- DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1. Ubicación del área de estudio:

El Diagnóstico Ambiental de Residuos Sólidos a “*Industrial Comercial San Martín S.A*”, se desarrolló en la planta principal se encuentra ubicada en el municipio de Nandaime, Nicaragua. “*Industrial Comercial San Martín S.A*” es una empresa nicaragüense que inició operaciones en el año 1975, dedicada al procesamiento y comercialización de la carne bovina procesada bajo los más estrictos estándares internacionales y productos derivados. (Ver anexo e: galería de imágenes)

### 5.2. Tipo de investigación:

El presente estudio es de carácter descriptivo-transversal. El diagnóstico detallará y analizará los factores relacionados con los residuos sólidos, caracterizando a la vez el manejo de los residuos sólidos y con los resultados de esta fase descriptiva se elaborará un Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos (PIMARS) que esté de acorde con las características y necesidades reales de la empresa. El fenómeno se estudiará en el mismo momento de su desarrollo y tiempo definido.

### 5.3. Universo:

El universo corresponde al total de residuos sólidos generados por la empresa “*Industrial Comercial San Martín S.A*”.

### 5.4. Muestra:

Se tomó como muestra los residuos sólidos generados por la empresa “*Industrial Comercial San Martín S.A*” en una semana correspondiente a las siguientes fechas 7 al 13 de Abril 2014.

### 5.5. Variables e indicadores de estudio:

Variables	Indicadores
Caracterización de los residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peso</li><li>• Densidad</li><li>• Generación</li><li>• Composición Física</li></ul>
Manejo de los residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Generación</li><li>• Separación</li><li>• Recolección y transporte</li><li>• Barrido</li><li>• Tratamiento</li><li>• Disposición Final</li></ul>

### 5.6. Metodología empleada para el desarrollo del Diagnóstico Ambiental de Residuos Sólidos

La investigación se desarrolló en tres etapas:

- ❖ **Etap 1:** Actividades previas.
- ❖ **Etap 2:** Desarrollo según procedimientos aprobados.
- ❖ **Etap 3:** Actividades posteriores.

Las actividades secuenciales correspondientes a cada una de las etapas desarrolladas, se listan a continuación:

#### ETAPA 1: Actividades previas al diagnóstico

1. Definición del tipo de diagnóstico por realizar, objetivos y alcances.
2. Definición del universo de trabajo:
  - ❖ Visita preliminar al sitio
  - ❖ Cuestionario inicial: se utilizó un chek list para la evaluación de los aspectos contemplados en la diagnóstico (ver Anexo A).

3. Preparación del Plan de trabajo del diagnóstico, que incluye:
  - ❖ Solicitud de información para elaborar el Plan de trabajo.
  - ❖ Elaboración del Plan del diagnóstico, ver Anexo b.

## **ETAPA 2: Desarrollo del diagnóstico ambiental, según procedimientos aprobados**

1. Reunión inicial
2. Visita de orientación
3. Revisión detallada, que incluye:
  - Entrevistas
  - Consulta de registros
  - Inspección física de las instalaciones

## **ETAPA 3: Actividades posteriores**

1. Registro y reporte del diagnóstico ambiental, que incluye:
  - Preparación del informe
  - Integración de todas las observaciones
  - Elaboración del informe final
  - Presentación a la gerencia de “Industrial Comercial San Martín S.A”.

## **5.7. Metodología e instrumentos para la recolección de la información de los residuos sólidos**

### **Método del cuarteo:**

Para determinar el peso, la densidad, producción per-cápita y composición física de los residuos sólidos. Se ha seleccionado este método por ser sencillo y no requiere de muchos instrumentos ni personal además es él que se usa más a nivel internacional por tener un 95% de confiabilidad.

### **Estadístico descriptivo:**

Para realizar el análisis de la información se la aplicaron los instrumentos seleccionados para obtener valores promedios.

**Observación directa:**

Se observó la forma en que se da el proceso de recolección de los residuos sólidos y se registró la información (tipo de almacenamiento, manejo, rutas de recolección y disposición final de los residuos sólidos, horario de recolección, frecuencia de recolección, tratamiento que se le da a los residuos sólidos y tipos de residuos).

**Entrevista a responsable de gestión ambiental:**

Compuesta por preguntas abiertas, empleadas para recolectar información detallada de la forma de manejo de los residuos sólidos, que generalmente no puede obtenerse a través de la observación directa. Es un método que permite obtener información veraz del responsable y recolectores para conocer todo sobre el manejo de residuos sólidos de la empresa.

**Instrumentos:**

- Guía de observación directa con preguntas relacionadas al proceso de recolección de los residuos sólidos.
- Guía de entrevista con preguntas relacionadas al manejo de los residuos sólidos.
- Hojas de registro para composición física, peso, densidad de los residuos sólidos y para la etapa de campo.

**Procedimientos para la recopilación de la información.**

Se realizaron visitas a “*Industrial Comercial San Martin S.A*” con el objetivo de informarles la finalidad de este estudio y obtener las autorizaciones correspondientes para llevarlo a cabo.

Una vez que se obtuvieron las autorizaciones los operarios del sistema de recolección de residuos sólidos se encargaban de recolectar y trasladar los todos los residuos generados al vertedero donde se procedió a determinar el peso, volumen, densidad y composición física de los residuos sólidos. Esta actividad de

muestreo de residuos sólidos se realizó en un período de siete días consecutivos (Lunes a Domingo) en las fechas 07 al 13 de abril 2014.

### Técnicas de análisis

#### Procedimiento de Recepción y Método del Cuarteo

Teniendo las muestras identificadas de cada área, se procedió inicialmente a pesar cada una de ellas en una pesa de reloj de 100 Kg, llevando el control en una ficha. Para determinar la composición física de los residuos sólidos se aplicó parcialmente el método del cuarteo que se ilustra en la figura siguiente:

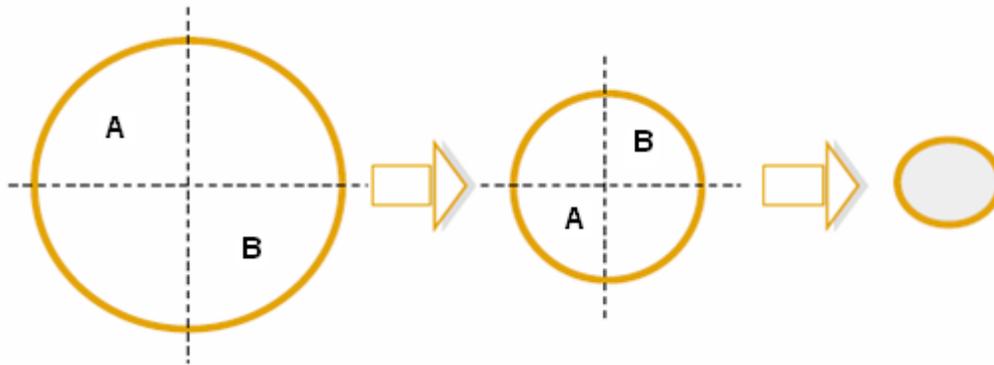


Figura 3. Método de Cuarteo, muestra representativa de los RS

Se depositaban en el centro del área de cuarteo las muestras correspondientes; se mezclaron con la finalidad de homogenizarlas, dispersándose en toda el área para formar un rectángulo. Se procedió a medir con una cinta métrica dos lados para dividir el total de material de las muestras en cuatro partes iguales, denominadas sectores A, B, C y D.

Se seleccionaron los sectores A y C o B y D, de manera que estuvieran en dos esquinas opuestas. Dos de las partes se desechaba y con las otras dos se realizaba de nuevo la homogenización y se repetía el proceso mencionado anteriormente. Las dos partes seleccionadas se utilizaron en la siguiente etapa del proceso.

### Calculo de la Densidad:

Para la determinación de las variables: Masa, Volumen y Densidad, se empleó un barril metálico, con capacidad de 55 galones (0.2 m<sup>3</sup>).

Primeramente se pesó el recipiente vacío y se registró el dato. Posteriormente se depositaron los residuos en el recipiente hasta llenarlo, sacudiéndolo de manera que se llenaran los espacios vacíos.

Se midió el espacio vacío del recipiente hasta el borde y se procedió a pesarlo y registrar el dato. El peso real de los residuos se obtuvo por diferencia entre el peso del recipiente vacío y el peso del mismo estando lleno.

Volumen del cilindro =

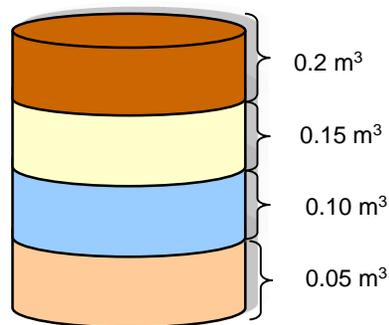


Figura 4: Escalas volumétricas predeterminadas (calculadas) en un barril de 55 galones

### Fórmula para el cálculo de Volumen

$$V = \frac{h * \pi . r^2}{4}$$

Donde:

**V** = Volumen

**h** = Altura ocupada por los residuos en el barril

**π** = 3.1416

**r<sup>2</sup>** = Radio (varía según el diámetro del barril)

El volumen final, fue el resultado de promediar los valores unitarios registrados durante cada día de muestreo.

Seguidamente con el peso real de los residuos, se calculó la densidad de los residuos dividiendo el peso de estos entre el volumen del recipiente:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los residuos}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Luego al terminar con la densidad, se procedió a realizar la caracterización, donde se realizó la separación de los residuos sólidos en los siguientes componentes:

- Materia Orgánica: restos de alimentos y jardinería.
- Estiércol
- Papel y Cartón
- Plástico
- Vidrio
- Metal
- Textiles
- Subproducto
- Corto punzantes
- Otros ( tierra, arena)

Una vez que se tenían separados los componentes, se pesó uno por uno y se registraron los datos obtenidos por componente en las fichas de muestreo.

#### **Obtención de la Generación per cápita**

La generación per cápita es la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por reses sacrificadas en un día.

$$\text{Ppc} = \frac{\text{Cantidad total de residuos sólidos recolectados (kg/día)}}{\text{Cantidad de reses sacrificadas (reses/día)}}$$

Del conjunto de muestras seleccionadas, se realizó un análisis estadístico determinándose la media con la finalidad de obtener la generación industrial per cápita promedio.

**Materiales a utilizar para el muestreo:**

- Formulario de recolección de datos
- Una báscula de 100 kg.
- Un barril metálico de 55 galones (0.2m<sup>3</sup>).
- Guantes de cuero.
- Un pliego de plástico negro 4x2.
- Vehículo recolector proporcionado Industrial San Martín.

## VI- ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1- Organización

“*Industrial Comercial San Martín S.A*”, es una empresa nicaragüense que inició operaciones en el año 1975; se dedica al procesamiento y comercialización de la carne bovina procesada bajo los más estrictos estándares internacionales y productos derivados.

La planta industrial obtuvo su certificación HACCP en el año 1998. Cuenta con la aprobación para exportar a los Estados Unidos desde el año 1975, así mismo posee certificaciones para otros ocho países. Actualmente es la empresa líder del sector exportador de carne bovina en Nicaragua y a nivel Centroamericano, con un promedio del 46% de participación durante los últimos 5 años, el restante 54% pertenece a otras 3 compañías.

Su principal compromiso es la mejora de los productos y atención de los clientes, haciendo énfasis en la calidad, la innovación tecnológica, la higiene, el control de procesos y el medio ambiente. Los más de 917 colaboradores están permanentemente capacitados para cumplir con las normas internacionales, garantizando así, que el producto sea seguro para la salud de los consumidores.

La calidad del producto inicia desde la selección de su materia prima, para ello cuenta con más de 2,000 proveedores ganaderos en todo el país, que año con año optan por ofrecer sus mejores novillos alimentados con pastos y en su mayoría de raza Brahmán y Pardo Suizo con un promedio de edad entre los 24-36 meses de vida.

Su planta principal se encuentra ubicada en el municipio de Nandaime, Granada, Nicaragua. Tiene una capacidad industrial para procesar 1,500 reses por día pero en Nicaragua no hay ganado para suplir esa demanda y se opera con 900 reses al día; puede almacenar 2 millones de libras de producto terminado refrigeradas y congeladas, estos son destinados a los distintos mercados.

## **5.2. Flujograma de la empresa.**

Los mataderos son establecimientos donde se sacrifican los animales, iniciando la primera etapa en el proceso de industrialización de la carne, considerando la canal como producto final del proceso. Durante cada proceso, el análisis de riesgos y todos sus puntos críticos de control, son monitoreados constantemente por un equipo de supervisores de planta, personal del departamento de Control de Calidad y 9 Inspectores del Ministerio Agropecuario y Forestal. Estos monitoreos incluyen pruebas de laboratorio microbiológicos para detectar contaminantes.

### **Etapas del proceso productivo en “*Industrial San Martín, S.A*”**

**Recepción, inspección Ante-Mortem y Estabulación:** Una vez que los bovinos son transportados al matadero se realiza inspección visual para determinar que éstos no presenten síntomas que den sospecha de la presencia de enfermedades.

Deben permanecer en el corral primario al menos 12 horas antes de ser sacrificados bajo ayuno y dieta hídrica; este es un punto crítico en cuanto a la emisión de olores, y es una de las causas de que los mataderos sean considerados como actividades molestas. Posteriormente pasan a los corrales secundarios donde son pesados y pasados por una manga de baño.

**Aturdimiento y desangrado:** El animal es conducido desde la manga de baño por donde entra a la planta de proceso, hasta el cuarto de matanzas efectuándose el sacrificio. Una vez aturdido el animal, se procede a realizar un desangrado lo más completo posible, en un lapso recomendado de 3 a 5 minutos. Esto se hace izando al animal a un área de recolección de sangre y realizando el degüello.

**Separación de partes y desollado:** estas operaciones se efectúan en rieles aéreos, en forma seriada, mediante un movimiento continuo por acción de carriles. Primeramente se da la separación de los cachos, patas y cabeza, las que se llevan al proceso de inspección y lavado; obteniendo partes como la lengua y el cerebro para la comercialización.

La separación de la piel comienza con el desollado de la parte frontal de la cabeza, eliminando luego el resto de la piel del cuerpo. Se realiza una apertura a lo largo de la línea ventral para el desuello del tórax, brazo antebrazo, pecho, espalda y paleta. El desollado requiere de mucha práctica y experiencia, para no dañar la calidad de la canal y evitar cortes o rasgaduras que disminuyan el valor comercial del cuero.

**Evisceración:** continuando con el proceso se abre el pecho y el resto de la cavidad abdominal, para proceder a la extracción de las vísceras pélvicas, abdominales y torácicas.

El estómago e intestino es separado para procesos posteriores (limpieza y lavado) como subproducto de la matanza. Otras vísceras resultantes (corazón, riñones, hígado, entre otros) también son separadas y lavadas para su posterior distribución.

**División y Limpieza de canales:** Posterior a la evisceración, la canal es dividida a lo largo de su línea media dorsal obteniéndose dos medias canales, luego son lavadas a presión (250-300 libras) con abundante agua potable ( 1.5- 2.0 ppm cloro) y se realiza una intervención antibacteriana de éstas con una solución que contiene Ácido Láctico (1.5 - 2. ppm) y otra con Ácido Peracético (150 -220 ppm) para eliminar la contaminación superficial compuesta principalmente por microorganismos y restos de sangre.

**Deshuese:** consiste en la separación de la carne de la estructura ósea de la canal para su comercialización en cortes. Esta operación se realiza posterior a una etapa de enfriamiento, debido a que la canal es más fácil de manipular a temperaturas más bajas.

El descuartizamiento comprende las siguientes etapas:

- Descuartizamiento mayor de la canal en grandes tajos de carne.
- Descuartizamiento menor de los grandes tajos.
- Deshuesado de las piezas
- Corte al detalle de las piezas o categorización de la carne deshuesada.

**Inspección veterinaria Post - Mortem:** Se realiza simultáneamente a las labores desollado y evisceración, comprende lo siguiente:

- Inspección a nivel de cabeza (lengua y ganglio linfáticos), vísceras rojas (ganglios, parénquima hepático y pulmonar, corazón y riñones) y canal.
- Supervisión y control de cueros
- Supervisión y control de vísceras blancas.

### **Recuperación y aprovechamiento de subproductos de la Industria Cárnica**

El aprovechamiento de un animal genera otros subproductos también importantes para otros procesos industriales y se clasifican en comestibles y no comestibles.

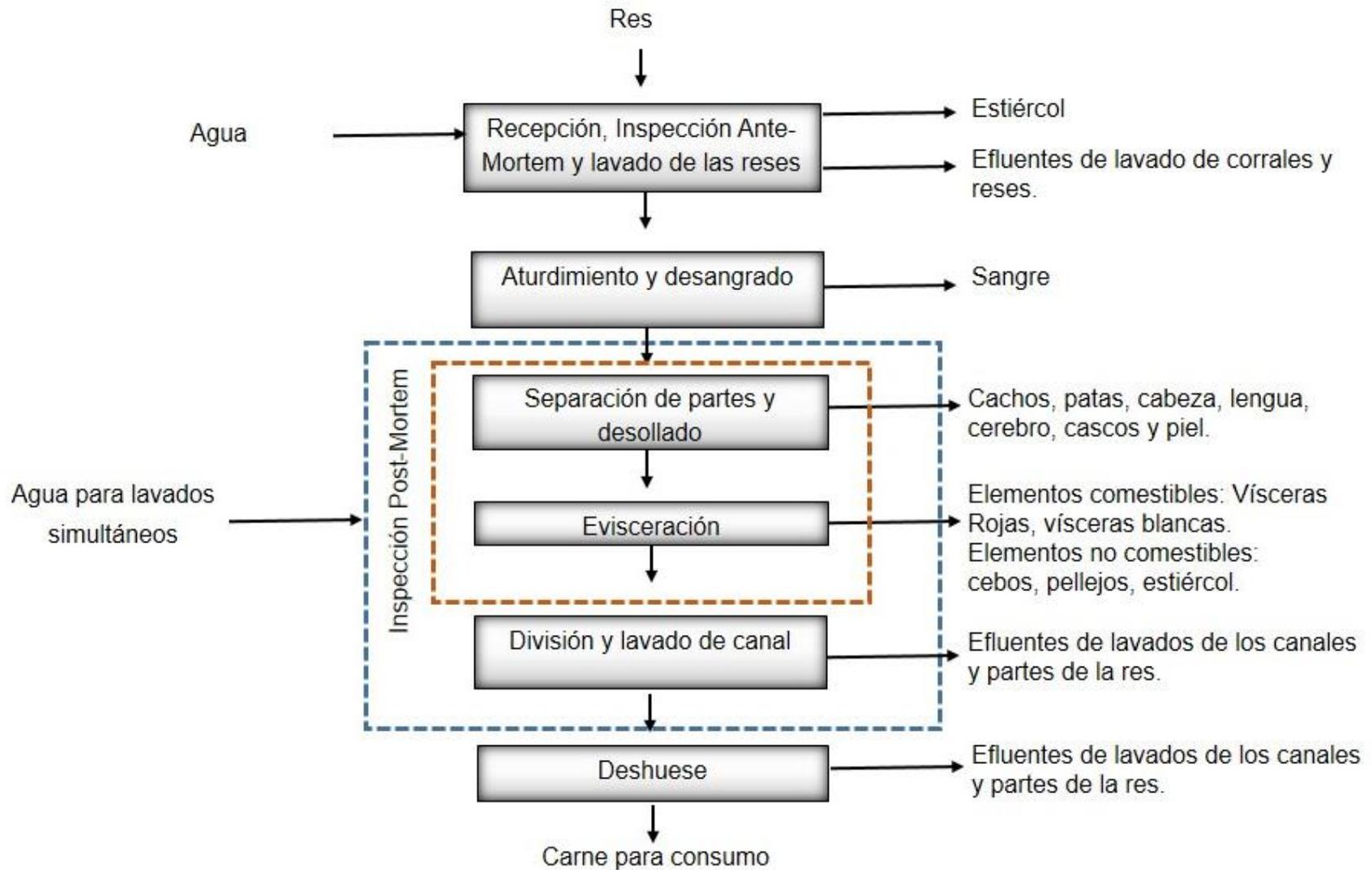
#### **Comestibles:**

- Vísceras rojas: corazón, pulmón, hígado, bazo y riñones.
- Vísceras verdes: estómago, bonete, librillo, cuajar e intestinos.
- Patas, cerebro, rabo, lengua, cabeza, órganos genitales.
- Otros restos cárnicos: esófago y músculos subcutáneos son empleados en la fabricación de embutidos.

#### **No Comestibles:**

- Cueros: es el subproducto de mayor valor. Se debe ejercer estricto control de calidad en su procesamiento para evitar cortes y rasgaduras que puedan disminuir su valor comercial. Normalmente es enviado a "*Tenería La Fuente*".
- Sangre: es recolectada y sometida a tratamientos térmicos para luego ser destinada a la producción de harina para alimentos de animales.
- Sebo: es la grasa bruta obtenida en la extracción y limpieza de vísceras. Se utiliza en la formulación y fabricación de harina para alimentos de animales; y jabón.
- Huesos y resto de carne: son sometidos a un proceso que los transforma en harina para la fabricación de concentrados para animales.
- Cachos, cascós.

### Diagrama de Flujo del Proceso de Matanza de Res



### **5.3. Política Ambiental**

- Industrial Comercial San Martín es una empresa comprometida con la prevención, mitigación y protección del Medio Ambiente, dentro de nuestras prioridades es mantener un ambiente sano para cumplir con las leyes vigentes en nuestro país.

### **5.4. Alcances de la Diagnóstico Ambiental**

El diagnóstico ambiental incluyó la evaluación de la documentación y aplicación de los lineamientos apropiados y establecidos en especificaciones, planes, programas, procedimientos, regulaciones, códigos, normas y demás documentos para:

1. Revisión de toda la información relacionada con:
  - Generación, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos.
2. Organización del personal involucrado.
3. Limpieza de instalaciones, estructuras equipos y componentes.
4. Registro y reporte relacionados con el cumplimiento ambiental y su permisología.
5. Control de documentos, registros y lineamientos.

### **5.5. Período de realización de la Diagnóstico Ambiental**

El diagnóstico ambiental se realizó en los meses de Enero de 2014 y Abril 2014, para lo cual los consultores realizaron visitas de inspección física al área ocupada por la empresa, se entrevistaron con personal muy conocedor de las actividades que se desarrollan en las instalaciones, levantaron información de campo realizando valoraciones cuantitativas y cualitativas in situ y se hizo un análisis e interpretación de los datos recopilados.

## 5.6. Situación actual del Manejo de los Residuos Sólidos en Industrial San Martín.

Para la obtención de información siguiendo la metodología planteada en recopilación de datos, se realizaron entrevistas a las personas vinculadas con el manejo de los residuos sólidos de la empresa.

### 5.6.1. Producción per cápita (Ppc)

La producción de residuos sólidos por cada individuo es una variable que asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; cuya unidad de medida es kilogramo por res por día (Kg/res/día). Está es una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final de los mismos.

En orden descendente la generación de residuos sólidos en los días de muestreo fue el jueves 10 de Abril, obteniéndose un peso de 86049 Kg, seguido del día miércoles 09 de Abril con un peso de 85808 Kg. de residuos, Lunes 07 de Abril con un peso de 85573 kg, sábado 12 de abril con un peso de 85514 kg, viernes 11 de abril con un peso de 85429 kg, mientras que el martes 08 de abril la generación de residuos fue de 32685 kg, disminuyó respecto a los días anteriores debido a que ese día fue solo ingresaron 330 reses al área de matanza (ver gráfico 5.1).

**Gráfico 5.1: Generación de residuos sólidos por día.**



En la tabla 5.1 se presenta la estimación del peso y la producción per cápita (Ppc) de residuos sólidos, que se obtuvo como resultado de los 6 días de muestreo comprendido del 7 al 12 de abril 2014.

**Tabla 5.1. Estimación del Peso y Producción Per Cápita de residuos sólidos por día.**

Peso y producción per cápita de residuos sólidos por día			
Días	Número de reses sacrificadas/día	Peso (Kg/día)	Ppc
			(Kg/res/día)
Lunes (07/04/14)	903	85573.15	94.77
Martes (08/04/14)	330	32684.51	99.04
Miércoles (09/04/14)	900	85808.35	95.34
Jueves (10/04/14)	900	86048.51	95.61
Viernes (11/04/14)	900	85429.20	94.92
Sábado (12/04/14)	900	85513.51	95.02
<b>Total promedio/ día</b>	<b>806</b>	<b>76842.87</b>	<b>95.78</b>

Se puede apreciar que se obtuvo una Ppc de 95.78 Kg/res/día, para una producción total promedio de 76842.87 kg equivalente a 76.84 toneladas métricas diarias.

**Gráfico 5.2: Comportamiento del Producción per cápita durante los días de muestreo.**



La Ppc es la variable base para calcular la generación total de residuos sólidos en metros cúbicos que produce la empresa y es de vital importancia para definir el número de recorridos y la frecuencia necesaria para trasladar al vertedero, una cantidad determinada de los mismos, así como el tipo y número de recipientes para el almacenamiento.

Al realizar este tipo de estudio la tendencia de las industrias es a sustraer todos los residuos sólidos acumulados, lo que también afecta la producción real diaria obteniendo los valores más acertados después del tercer y cuarto día de muestreo como se aprecia en el gráfico la producción per cápita experimentó una relación más cercana (ver gráfico 5.2).

### 5.6.2. Densidad

La densidad promedio de los residuos sólidos encontrados en Industrial Comercial San Martín fue de 158 Kg/m<sup>3</sup>, solamente se determinó para los residuos domésticos para facilitar el análisis de datos. El muestreo se realizó del 7 al 13 de Abril, en época seca lo que influyó directamente en los bajos pesos y densidades de los residuos sólidos domésticos (ver tabla 5.2) sin embargo en época lluviosa fácilmente pueden obtenerse incrementos significativos en los pesos y las densidades.

**Tabla 5.2. Densidad de los residuos sólidos en la Empresa Industrial Comercial San Martín.**

<b>Peso y densidad de residuos sólidos promedio/día</b>			
<b>Días</b>	<b>Peso/residuos (Kg/día)</b>	<b>Volumen (Kg/m3)</b>	<b>Densidad Total</b>
Lunes (07/04/14)	812	6.18	131
Martes (08/04/14)	1737	9.05	192
Miércoles (09/04/14)	1330	8.25	161
Jueves (10/04/14)	1592	8.8	181
Viernes (11/04/14)	964	7.35	131
Sábado (12/04/14)	1032	8.3	124
<b>Promedio</b>	<b>1244</b>	<b>8</b>	<b>153</b>

En la tabla anterior se muestra el comportamiento que tuvo dicha variable en el transcurso de la semana y el promedio ponderado.

El cálculo de la densidad de los residuos sólidos es importante, porque es un parámetro clave para el diseño de métodos de disposición final como los rellenos sanitarios. Además sirve para determinar el tipo de vehículo a utilizar en cuanto a la capacidad de carga.

**Gráfico 5.3: Comportamiento del peso y la densidad durante los días de muestreo.**

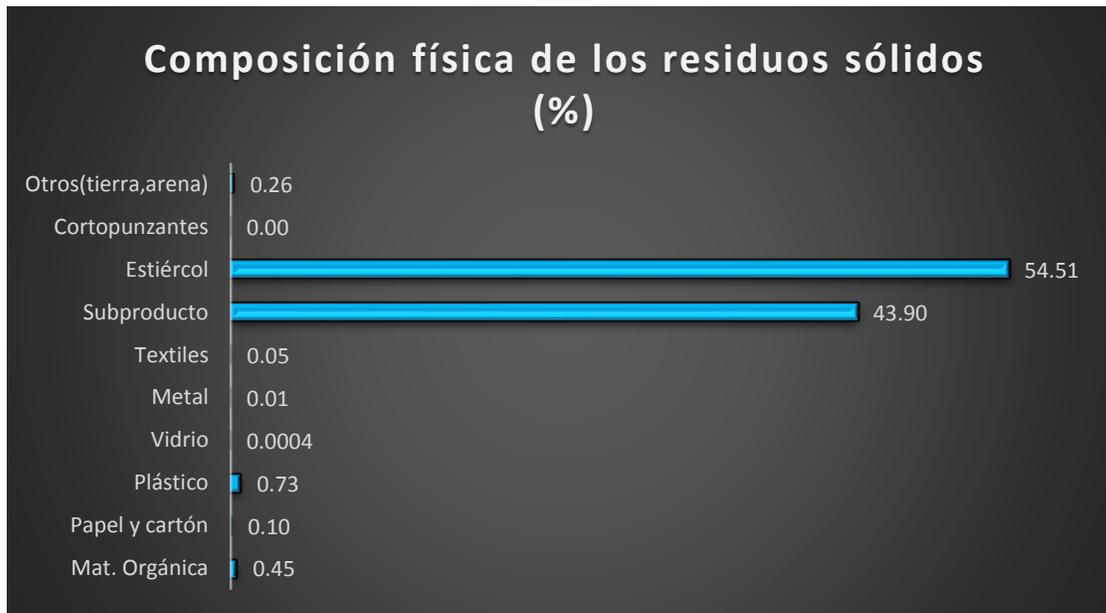


### 5.6.3. Composición física de los residuos sólidos

Conocer la composición y cantidad de residuos sólidos generados por una industria determinada es fundamental, para la evaluación de alternativas sobre las necesidades de equipos, planes y programas de manejo, especialmente en lo que respecta a la implementación de opciones para la disposición y recuperación de materiales y/o energía de los residuos (ver gráfico 5.4).

Mediante la observación directa se pueden notar las variaciones en cantidad y características de los residuos generados en una industria.

**Gráfico 5.4: Composición física de los residuos sólidos de la Empresa Industrial Comercial San Martín**



En el estudio realizado se caracterizó la composición física de los residuos sólidos durante siete días de muestreo, como resultado se obtuvo que el componente con mayor porcentaje de generación fue el estiércol con 54.51% debido a que cada res genera aproximadamente 52kg de estiércol; el segundo componente con mayor porcentaje de generación fueron los subproductos (residuos no valorizados) con 43.90%, tales como: restos de cuero, cola, cascos, cachos y pellejos.

Los demás componentes encontrados en orden de generación ascendente son vidrio representados por el 0.0004%; corto punzantes con 0.0017%; metales 0.01%; textiles 0.05%; papel y cartón con 0.10%; otros (tierra y arena) con 0.26%; materia orgánica 0.44% y el plástico representados por 0.73% para completar el 100% de la masa total (ver Gráfico 5.4).

En tabla 5.3 se muestran los diferentes componentes en Kg/día y los porcentajes correspondientes.

**Tabla 5.3. Composición física de los residuos sólidos (kg/día).**

Componentes día	Peso por componente (Kg)						Promedio día	Total	%
	Lunes (07/04/14)	Martes (08/04/14)	Miércoles (09/04/14)	Jueves (10/04/14)	Viernes (11/04/14)	Sábado (12/04/14)			
Mat. Orgánica	211	175	548	613.2	152.35	353	<b>342.09</b>	<b>2052.55</b>	<b>0.4452</b>
Papel y cartón	47	110	77	63	72	92	<b>76.83</b>	<b>461</b>	<b>0.1000</b>
Plástico	487.5	821.1	430	550	579	495	<b>560.43</b>	<b>3362.6</b>	<b>0.7293</b>
Vidrio	1	0.5	0.25	0	0	0	<b>0.29</b>	<b>1.75</b>	<b>0.0004</b>
Metal	2.01	16.01	3.1	8.51	5.5	13.01	<b>8.02</b>	<b>48.14</b>	<b>0.0104</b>
Textiles	32	28	34	48	34	34	<b>35.00</b>	<b>210</b>	<b>0.0455</b>
Subproducto	37817.64	13820.4	37692	37692	37692	37692	<b>33734.34</b>	<b>202406.04</b>	<b>43.9004</b>
Estiércol	46956	17160	46800	46800	46800	46800	<b>41886.00</b>	<b>251316</b>	<b>54.5086</b>
Corto punzantes	2	3.5	1	0	0.2	1	<b>1.28</b>	<b>7.7</b>	<b>0.0017</b>
Otros(tierra, arena)	17	550	223	273.8	94.15	33.5	<b>198.58</b>	<b>1191.45</b>	<b>0.2584</b>
<b>Total</b>	<b>85573.15</b>	<b>32684.51</b>	<b>85808.35</b>	<b>86048.51</b>	<b>85429.2</b>	<b>85513.51</b>	<b>76842.87</b>	<b>461057.23</b>	<b>100.00</b>

Una causa de alta producción de componentes orgánicos, especialmente de estiércol, en comparación con los residuos inorgánicos, se debe a la naturaleza propia de la empresa en la cual en promedio sacrificaron 806 reses por día en los días de muestreo, además los altos contenidos de humedad que estos presentan al momento de disponerlos en el vertedero, entre otros aspectos que influyen directamente en el peso de los mismos.

## **5.7. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN, S.A**

El proceso de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, se está llevando a cabo con una frecuencia de 4 a 5 veces al día debido a la naturaleza de la industria cárnica, aprovechando a gran escala la materia orgánica e inorgánica.

A continuación se presenta la evaluación de la gestión actual de los residuos sólidos en cada una de las diferentes etapas que éste contiene.

### **5.7.1. Almacenamiento**

El almacenamiento de los residuos sólidos se efectúa generalmente en los mismos recipientes que son presentados al momento de la recolección. Una mínima parte los dispone en recipientes plásticos ubicados por la empresa.

### **5.7.2. Presentación**

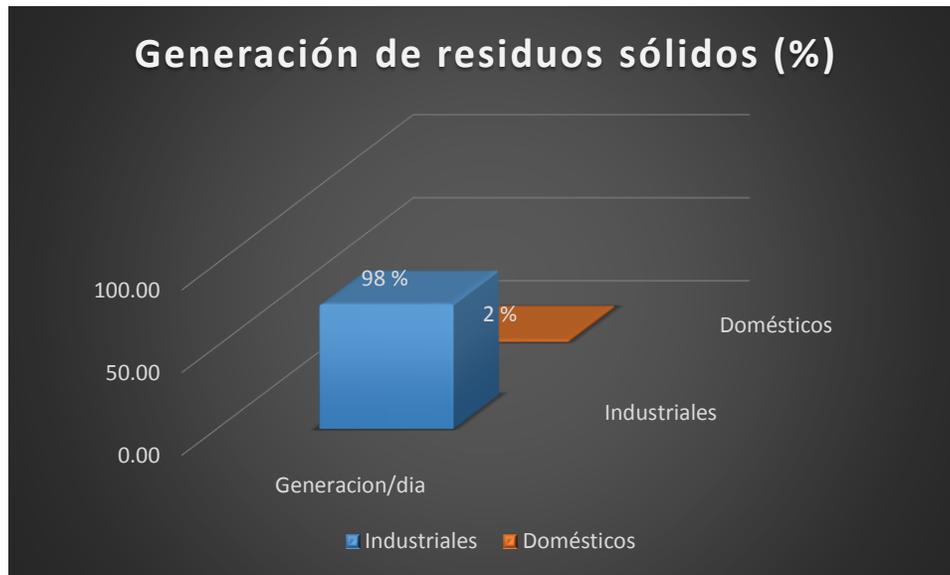
Los recipientes más utilizados para el almacenamiento de los residuos sólidos son: recipientes plásticos, bolsas plásticas y cajas de cartón.

### **5.7.3. Recolección y Transporte**

Este servicio se brinda con una frecuencia de 4 a 5 veces por día. El servicio de recolección de residuos sólidos está dirigido a resolver las demandas higiénicas de "*Industrial Comercial San Martin, S.A*", actualmente presenta una buena cobertura espacial.

Esta ruta produce un total de 76.84 toneladas métricas diarias que son las que se recolectan y transportan al vertedero exclusivo de la empresa (ver gráfico 5.5).

**Gráfico 5.5: Porcentaje de Residuos sólidos recolectados y transportados al vertedero.**



Al atender semanalmente dicha ruta aproximadamente se producen un total de 537.88 toneladas métricas de las cuales 8.71 toneladas métricas pertenecen a residuos domésticos. Se identificaron tres sitios que son considerados los que más aportan residuos sólidos: el área de los corrales, el comedor y área de subproductos. (Ver anexo e: galería de imágenes)

El método de recolección usado por los operarios es el Método de Acera, ellos toman los recipientes con residuos que están sobre las aceras, cunetas o calles que han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarlos hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro del tráiler.

#### **5.7.4- Equipos de recolección**

El equipo de recolección está compuesto por 1 operarios que prestan el servicio de recolectores, 1 conductor y 1 tractor marca Agrostar 4000, con una capacidad apropiada para la cantidad de residuos que se producen en cada recorrido.

#### **5.7.5- Horarios**

Los días definidos y horarios para la recolección de residuos sólidos y de limpieza y barrido de calles se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 5.4. Horarios del sistema de recolección y barrido de calles.**

Frecuencia de recolección	Horarios
	Sistema de recolección
Lunes y Sábado	5:00 am – 3:00 pm
Barrido de calles	
Domingo	5:00 am – 12:00 pm

#### **5.7.6- Seguridad Laboral**

A los operarios del sistema de recolección según las observaciones in situ se dotan de guantes, mascarillas y botas. No tienen uniforme, chalecos lumínicos, fajón anti hernia.

Las normas higiénico-sanitarias son deficientes porque el operario no usa mascarilla, absorbiendo los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica, al igual que al no usar el fajón anti hernia existe el riesgo de adquirir enfermedades ocasionados por levantar objetos pesados.

#### **5.7.7- Tratamiento**

Se constató in situ que los residuos sólidos domésticos recolectados no se someten a ningún tratamiento, simplemente son depositados en el vertedero (fosas) y quemados al aire libre los días sábados. Actualmente se está recuperando en la fuente el 99% del cartón generado para ser reciclado y el 100% del estiércol para preparar compost.

### **5.7.8- Disposición Final**

La disposición final de los residuos sólidos recolectados, se da en un vertedero a cielo abierto. Este sitio tiene un área aproximada de 8 hectáreas, comenzó a operar como vertedero en el año 1975, está ubicado a 0.6 Km al Este de la planta industrial y la vía de acceso es de todo tiempo.

### **5.8. Elaboración del Plan Integral de Residuos Sólidos**

De acuerdo al diagnóstico obtenido del manejo de los residuos sólidos “*Industrial Comercial San Martín, S.A*”, se procederá a elaborar el Plan de Manejo de Residuos Sólidos basado en la metodología propuesta por el CONAM del Perú. El plan debe estar ajustado a la realidad de la empresa tomando en cuenta también a todos los actores involucrados en el manejo de los residuos sólidos con el fin de recoger toda la información necesaria disponible, y aportes que puedan fortalecer dicho plan, el cual será presentado a la empresa con el objetivo de su aprobación.

## **5.9. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA “INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN, S.A”.**

### **5.9.1- PRESENTACIÓN**

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos, es un instrumento base para iniciar acciones de mejoramiento en la gestión de los residuos sólidos que permitirán mitigar los impactos negativos en el ambiente, la salud y calidad de vida de la población. Debe constituirse como un instrumento de gestión técnico-financiero, de negociación y concertación entre los diferentes actores involucrados en el manejo de residuos sólidos.

### **5.9.2. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

- Contribuir al fortalecimiento de la gestión ambiental de los residuos sólidos en “*Industrial Comercial San Martín, S.A*” tomando en cuenta los aspectos técnicos, administrativos, socioeconómicos y ambientales.

#### **Objetivos Específicos:**

- Reducir riesgos de salud por exposición directa o indirectamente durante el manejo de los residuos sólidos, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Optimizar el aprovechamiento de los recursos fomentando la separación en la fuente, la reutilización y reciclado de los diversos componentes de los residuos sólidos e incentivar la participación de todos los sectores, en la prevención, valorización y el manejo integral de los mismos.

### **5.9.3. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del manejo actual de los residuos sólidos en “Industrial Comercial San Martín, S.A”.**

El manejo actual de los residuos sólidos presenta debilidades y amenazas que pueden ser superadas, para ello es necesario realizar una planificación basada en la herramienta que se pretende dejar plasmada en el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos.

Para la realización del FODA (ver tabla 5.1) se tomaron en cuenta las tres categorías siguientes:

1. Dirección de Servicio de mantenimiento.
2. Los operarios del sistema de recolección y limpieza.
3. El sistema de manejo del tipo de residuos generados.

**Tabla 5.5. FODA del Servicio de Recolección de Residuos Sólidos.**

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>- Tenencia de un sitio de disposición final para los residuos sólidos.</p> <p>- Disponibilidad de personal para realizar la tarea de recolección de residuos sólidos.</p> <p>- Supervisión a los operarios del servicio de recolección,</p>	<p>- Interés por parte de las autoridades, por mejorar y mantener un entorno laboral limpio.</p> <p>- El alto porcentaje de producción de los residuos orgánicos, ofrece oportunidad para desarrollar labores de transformación de productos, por medio de la producción de compost, ofreciendo mayor recuperación</p>	<p><b>Respecto al Área de Servicios:</b></p> <p>- El sistema de recolección, transporte y disposición final no se formuló y ejecutó partiendo de un Diagnóstico de Residuos Sólidos, que permitiera planificar las rutas, viajes, actividades de recuperación de materiales (reciclado y/o reutilización), etc.</p> <p>- No se ha capacitado de manera continua a los operarios en temas de Seguridad Laboral, manipulación de los residuos, para asegurar la prestación de un mejor servicio.</p> <p><b>Respecto a los operarios del servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos y a los operarios del servicio de barrido de calles.</b></p>	<p>- No realizan lavado del vehículo, donde se transportan los residuos sólidos después de cada jornada, siendo foco para la proliferación de vectores, causando enfermedades futuras a los trabajadores.</p> <p>- Los trabajadores no tienen cultura de aseo y de responsabilidad por los residuos que generan.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>transporte y disposición final de los residuos sólidos, el barrido de calles y áreas verdes para medir la eficiencia del sistema.</p> <p>- Tenencia de vehículo para la recolección residuos sólidos generados.</p> <p>- Aprovechamiento de un gran porcentaje de</p>	<p>del capital invertido, por otro lado ofrece la protección del medio ambiente y por último, la empresa será promotora del uso de abonos verdes en los ciclos de producción del mismo municipio.</p> <p>- La existencia en el país de un creciente mercado de plástico, papel, cartón, aluminio y vidrio para</p>	<p>- No utilizan el equipo requerido para realizar la jornada de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos como son: guantes, mascarillas, fajones anti hernia, chalecos lumínicos, sombreros y rastrillos para el descargue de los residuos en el vertedero, en primera instancia por que no tienen en existencia y en segunda por que los operarios no los usan.</p> <p><b>Respecto al sistema de manejo de los tipos de residuos:</b></p> <p>- Un pequeño porcentaje de residuos son potencialmente reciclables y reutilizables, sin embargo no son aprovechados.</p> <p>- Antes de ser dispuestos, los residuos no tienen ningún tipo de tratamiento.</p> <p>- No poseen infraestructuras para el drenaje de lixiviados, gases, aguas de escorrentía</p>	<p>- Uso cada vez más generalizado de embases sin retorno.</p>

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>residuos potencialmente reciclables y reutilizables.</p> <p>- Las actividades de recolección y transporte son realizadas en base a rutas (itinerarios) de recolección preestablecidas.</p>	<p>reciclaje.</p> <p>- Un mercado nacional de abono orgánico no saturado.</p>	<p>(lluvia) a nivel interno y perimetral en el sitio de disposición final de residuos sólidos.</p> <p>- Débil operación, mantenimiento, control, seguimiento y monitoreo del sitio de disposición final de residuos sólidos.</p> <p>- Inexistencia de un plan integral de manejo de residuos sólidos actualmente en elaboración, en el que se oriente de manera particular las acciones a ejecutar para mejorar la calidad del servicio.</p>	

#### **5.9.4. Principios de la gestión del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos.**

Estos principios se concibieron en el proceso de formulación del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos, en sus etapas de socialización, análisis y definición de estrategias. Este procedimiento concertado permite que exista un sentido de pertenencia y compromiso por parte de la empresa para el logro del objetivo planteado en este plan.

**1. Integralidad del Plan:**

Las acciones contenidas en el marco del PIMARS, deben beneficiar a *“Industrial Comercial San Martín, S.A”*.

**2. Participación y concertación ciudadana:**

Velar para garantizar los mecanismos de participación ciudadana, previstos en la ley, construyendo una cultura en el manejo integral de residuos sólidos.

**3. Desarrollo sostenible:**

Posibilitar un desarrollo socioeconómico ambientalmente viable, promoviendo la disposición final controlada de los residuos sólidos.

**4. Efectividad:**

Para el desarrollo de las líneas estratégicas del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos, y en cumplimiento de las normas, las dependencias y entidades responsables deberán lograr los resultados esperados, en el tiempo planeado, optimizando el uso de los recursos financieros, humanos, administrativos, logísticos y técnicos, teniendo en cuenta que la relación beneficios y costos se genere en forma positiva.

**5. Articulación del sector público y privado:**

Fortalecer los espacios de participación que permitan la concertación entre el gobierno y el sector privado, con el fin desarrollar proyectos de gran impacto para el municipio.

## 6. Seguimiento y evaluación permanente:

Garantizar el seguimiento y evaluación permanente a los programas y proyectos que se desarrollan en el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos, PIMARS, por parte de la administración.

### 5.9.5. Alcances del PIMARS.

El área geográfica que abarca el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos comprende a “*Industrial Comercial San Martín, S.A.*”.

### 5.9.6. Líneas estratégicas.

Para la ejecución del Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos, se han planteado siete líneas estratégicas tomando en cuenta la realidad socioeconómica y ambiental, así como el marco jurídico nacional y municipal para dar respuesta a la necesidad de manejar y disponer adecuadamente los residuos sólidos.

Las Líneas Estratégicas planteadas son:

#### ➤ **Línea estratégica 1: Fortalecimiento Gerencial y Organizativo.**

Una estructura gerencial encargada del manejo de los residuos sólidos deberá garantizar la eficiencia y eficacia en cada una de las acciones dirigidas a solucionar los problemas identificados en el diagnóstico, sin embargo es necesario que se conjuguen los esfuerzos y deberán tener como objetivo fundamental incidir en las diferentes etapas de la gestión integral de los residuos, con el fin de optimizar, potenciar esfuerzos y recursos.

Es importante que la empresa tome en cuenta la potencialidad que brindan las Universidades en su proceso de formación académica de sus educandos. De aquí, se deben de elaborar estrategias de cooperación y facilitarles el espacio técnico, logístico y financiero a estudiantes pasantes, principalmente a estudiantes en fase de Tesis. Por ejemplo, el diseño del relleno sanitario, lo pueden realizar estudiantes de Ingeniería Civil o de Arquitectura; por tanto el costo de éste será bajo.

➤ **Línea estratégica 2: Aspectos Legales.**

Se deberá reconocer las diferentes circunstancias que prevalecen a nivel local, capacidades de gestión y manejo de los residuos sólidos, así como la vulnerabilidad particular ante los riesgos que conlleva dicho manejo.

➤ **Línea estratégica 3: Educación Ciudadana.**

La educación y sensibilización ciudadana, es el principal y primer instrumento que se debe aplicar para lograr que los trabajadores coopere y sea partícipe de las diferentes actividades que conlleva el manejo integral de los residuos sólidos. El objetivo es que los adopte una cultura de reducción de los residuos sólidos en la fuente generadora, clasificación, almacenamiento, aprovechamiento, presentación y disposición adecuada de los residuos sólidos, según la normativa vigente. Así mismo incorporar el tema del manejo integral de los residuos sólidos en los proyectos que se ejecuten, diseñando manuales de procedimientos para la reducción, clasificación, almacenamiento y presentación de los mismos para todos los generadores.

➤ **Línea estratégica 4: Salud e Higiene Laboral.**

Para garantizar la salud e higiene laboral, es necesario brindar y exigir a los operarios el uso del equipo de protección al momento de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos; así como el uso correcto de las herramientas y la manipulación adecuada de los residuos en el proceso.

El componente de capacitaciones continuas a los operarios, es importante para que el manejo integral de los residuos sólidos sea más eficiente, iniciando de la seguridad de los manipuladores.

➤ **Línea estratégica 5: Valorización de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.**

Para que se reincorporen al ciclo productivo los residuos sólidos, es importante promover la separación en la fuente, diseñar y operar centros

de acopio, incentivando la clasificación y caracterización de los residuos sólidos.

Así mismo investigar, promover, apoyar y/o desarrollar tecnologías de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos, para apoyar mecanismos de mercadeo de residuos sólidos y sus subproductos.

➤ **Línea estratégica 6: Disposición Final.**

Es importante investigar tecnologías para el manejo final de los residuos y definir el sitio de disposición final de los mismos.

Para la operación del relleno sanitario, es importante realizar estudios de factibilidad, para adquirir un vehículo que sirva para todo el manejo de los residuos sólidos; desde la recolección hasta las operaciones en el relleno sanitario. El vehículo que se recomienda es un tractor, al que puede adaptársele un contenedor para transportar los residuos; una pala para trasladar el material de cobertura y por último; un rodillo para compactar la cubierta de cada estrato de material de cobertura aplicado.

### **5.9.7. Período de planificación**

El período de planeamiento recomendado se puede desagregar en:

- De corto plazo: de 0 a 2 años.
  - De mediano plazo: de 3 a 5 años.
  - De largo plazo: de 6 a 15 años (o más, por ejemplo los rellenos sanitarios provinciales pueden tener una vida proyectada de 20 a 30 años).
- 5.6- Plan de acción.

El plan de acción elaborado en el ámbito de los objetivos planteados en el presente estudio, y del diseño mismo que acompaña la presentación de planes de gestión de residuos sólidos, está estructurado atendiendo al orden de los lineamientos estratégicos definidos en el apartado anterior, bajo el diseño específico de los criterios que se contextualizan a continuación:

**Objetivos:**

Reflejan la intención de cada una de las acciones propuestas en el marco del plan de acción. Evidencian un compromiso de lo que se pretende lograr a partir de la ejecución de las actividades planificadas.

**Metas o Alcances:**

Determinan el alcance de las acciones. Algunas de ellas se presentan bajo el diseño de marco lógico y otras, asumiendo la capacidad que podría tener la empresa para su ejecución.

**Acciones:**

Describen los mecanismos necesarios para mitigar o reducir las deficiencias encontradas; así como también, procedimientos dirigidos a fortalecer las diferentes actividades relacionados a la prestación del servicio.

**Indicadores:**

Los indicadores seleccionados para tal fin, son la expresión numérica que permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos, metas y acciones previstas a desarrollar a lo largo de la puesta en marcha del PIMARS.

**Período de Ejecución:**

Establece el tiempo de duración de las acciones.

**Responsables:**

Son personas naturales o jurídicas a las cuales se les ha asignado la ejecución de las acciones. En la tabla 5.2 se presentan las actividades que conforman el plan de acción, con sus respectivos objetivos, metas, indicadores, responsable y periodo de ejecución.

**5.9.7. Actividades que conforman el plan de acción, con sus respectivos objetivos, metas, indicadores, responsable y periodo de ejecución.**

**A. Línea estratégica 1: Fortalecimiento Gerencial y Organizativo.**

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>		<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>
			<b>Fecha:</b>	
			<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>
<b>Programa de Fortalecimiento de la Gestión Institucional</b>				
<b>Objetivo:</b>	Fortalecer las capacidades técnico-administrativas de la empresa en materia de Residuos Sólidos.			
<b>Meta 1:</b>	Establecer control sistemático de las actividades de recolección y disposición final.			
<b>Meta 2:</b>	Crear políticas de incentivos a los operarios para garantizar eficiencia en el servicio.			
<b>Indicador 1:</b>	Implementadas 3 actividades de control durante los primeros 6 meses en el sistema de gestión de residuos sólidos.			
<b>Indicador 2:</b>	Entrega de estímulos 2 veces al año al/los mejor/res operario/s.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
1- Monitoreo de la trayectoria de recolección del tractor.		I semestre del 2015	Dirección	Comisiones de Seguimiento
2- Estímulo económico a los operarios en base al rendimiento.		I semestre del 2015 - 2020		

## B. Línea estratégica 2: Aspectos legales

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Fortalecimiento del Marco Legal</b>				
<b>Objetivo:</b>	Fortalecer los conocimientos acerca Marco Legal vigente referente al tema de Manejo Integral de Residuos Sólidos.			
<b>Meta 1:</b>	Capacitaciones al equipo Técnico del Área y otros Actores acerca de Legislación Ambiental aplicable.			
<b>Indicador 1:</b>	4 Capacitaciones impartidas a los Técnicos en el primer año.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
<b>1-</b> Solicitar asesoría en la temática de Legislación aplicable: NTON 05 – 014; NTON 05 – 015 – 10; NTON 05 – 013 – 01; Decreto 47/05; Decreto 394; Decreto 71 – 98; Ley 217; Código Procesal Penal; Ley 290; Ley 185; Ley 475; entre otras.		2015 - 2017	Dirección	Comisiones de Seguimiento

### C. Línea estratégica 3: Educación Ciudadana.

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Capacitación y Educación Ambiental</b>				
<b>Objetivo:</b>	Sensibilizar e integrar al personal en el proceso del Manejo Integral de los Residuos Sólidos.			
<b>Meta 1:</b>	Incorporar a al personal en la solución de los problemas.			
<b>Meta 2:</b>	Implementar acciones en Educación Ambiental.			
<b>Indicador 1:</b>	Al menos tres charlas impartidas en los 6 primeros meses a trabajadores			
<b>Indicador 2:</b>	Al menos una comisión de trabajo y divulgación.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
<b>1-</b> Capacitar a los pobladores en temas de: Manejo de Residuos Sólidos, Salud e Higiene Medio Ambiental, normas aplicables, etc.		2015	Dirección	Grupos focales de interés  Comisiones de Seguimiento
<b>2-</b> Incorporar el tema del manejo integral de los residuos sólidos en los componentes de capacitación de los proyectos que se ejecuten.		– 2020		

#### D. Línea estratégica 4: Salud e Higiene Laboral

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Salud e Higiene Laboral</b>				
<b>Objetivo:</b>	Garantizar la Salud y la Seguridad Laboral de los operarios del sistema de recolección de los residuos sólidos.			
<b>Meta 1:</b>	Garantizar la seguridad laboral del personal del sistema del Manejo Integral de Residuos Sólidos.			
<b>Meta 2:</b>	Monitorear el estado de salud del personal encargado de la recolección de residuos sólidos.			
<b>Indicador 1:</b>	Garantizada la entrega del equipo de protección en tiempo y forma (guantes, mascarillas, chaleco lumínico, fajones anti hernia, uniforme, capotes, palas, rastrillos, escobas, carretillas, azadones, barras).			
<b>Indicador 2:</b>	Realizados 2 chequeos médicos a los operarios del servicio de recolección anuales.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
1- Compra y entrega del equipo necesario para garantizar seguridad laboral de los operarios durante las jornadas de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.		I semestre	Dirección	Comisión de seguimiento
2- Controlar el cumplimiento del Reglamento Interno, en función de la obligación de usar los equipos de protección y de realizarse los chequeos médicos periódicos recomendados.		2015		

**E. Línea estratégica 6: Valorización de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.**

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos</b>				
<b>Objetivo:</b>	Aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados que representan el 55 % del total producido.			
<b>Meta 1:</b>	Realizar estudios técnicos pertinentes para la instalación de la Planta de Compostaje.			
<b>Meta 2:</b>	Instalación de la Planta de Compostaje.			
<b>Indicador 1:</b>	Realizado 1 estudio técnico de pre-factibilidad de la Planta de Compostaje.			
<b>Indicador 2:</b>	1 Planta de Compostaje instalada y operando			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
1- Desarrollar un estudio de pre-factibilidad técnica, económica y ambiental para la construcción de una Planta de Compostaje.		2017- 2018	Dirección	Comisión de seguimiento
2- Ubicación del sitio, diseño y construcción de la planta de producción de abono.				

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos</b>				
<b>Objetivo:</b>	Aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados que representan el 55% del total producido.			
<b>Meta 1:</b>	Planta de Compostaje produciendo abono orgánico.			
<b>Meta 2</b>	Reducir la contaminación del Medio Ambiente.			
<b>Indicador 1:</b>	El 80% de la producción de residuos orgánicos son transformados en abono y comercializados.			
<b>Indicador 2:</b>	1 Plan de disposición y transformación final eficiente y rentable.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
<b>1-</b> Elaboración y venta de abono orgánico con ayuda técnica de Universidades y Organismos nacionales/ internacionales interesados.		2018 en Adelante	Dirección Operarios de la Planta	Comisión de seguimiento
<b>2-</b> Mejorar la eficiencia y eficacia integral del sistema de recolección, transporte, disposición final y transformación de los residuos sólidos.				

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Inorgánicos</b>				
<b>Objetivo:</b>	Comercializar los residuos sólidos inorgánicos producidos plástico.			
<b>Meta 1:</b>	Obtener un valor agregado de recuperación del capital invertido.			
<b>Indicador 1:</b>	1 sitio de almacenamiento temporal, identificado, equipado y nombrado un Responsable.			
<b>Indicador 2:</b>	100% del volumen de papel, vidrio, plástico y metal clasificado, entregado a empresas acopiadoras.			
<b>Indicador 3:</b>	1 libro de registro de venta de materiales inorgánicos e ingresos económicos.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
1- Identificar y/o equipar un sitio para almacenar temporalmente los residuos sólidos inorgánicos con valor económico.		2015 en Adelante	Dirección	Comisión de seguimiento
2- Adecuar el sitio y nombrar a un responsable.			Responsable del centro de acopio y comercialización de residuos inorgánicos	
3- Establecer acuerdos para la comercialización de residuos sólidos inorgánicos con empresas recicladoras.				

**F. Línea estratégica 7: Disposición Final.**

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Disposición final de Residuos Sólidos</b>				
<b>Objetivo:</b>	Disponer de forma apropiada los residuos sólidos sin potencial de aprovechamiento en un Relleno Sanitario.			
<b>Meta 1:</b>	Disponer de un Relleno Sanitario.			
<b>Indicador 1:</b>	Ubicación del sitio para el Relleno Sanitario.			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
<b>1-</b> Formular el estudio de pre-factibilidad técnica, económica y ambiental para la construcción del Relleno Sanitario en el área donde se encuentra el vertedero actual.		II semestre 2015	Dirección	Universidades  Comisión de seguimiento

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2024</b>	
<b>Programa de Disposición Final de Residuos Sólidos</b>				
<b>Objetivo:</b>	Disponer de forma segura los residuos sólidos sin potencial de aprovechamiento en un Relleno Sanitario.			
<b>Meta 1:</b>	La empresa “ <i>Industrial Comercial San Martín, S.A</i> ” cuenta con un sitio seguro, normado y autorizado para disponer los residuos sólidos.			
<b>Meta 2:</b>				
<b>Indicador 1:</b>	Un Relleno Sanitario construido y operando con personal responsable a cargo.			
<b>Indicador 2:</b>	Un Reglamento Interno de uso y mantenimiento del Relleno Sanitario			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
1- Construcción y apertura del Relleno Sanitario.		2017 en adelante	Dirección	Comisión de seguimiento  Universidades
2- Formular Reglamento Interno del uso y manejo del Relleno Sanitario.				

	<b>PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Código:</b>	<b>PMRS</b>	
		<b>Fecha:</b>		
		<b>Período:</b>	<b>2015 – 2032</b>	
<b>Programa de Disposición Final de Residuos Sólidos</b>				
<b>Objetivo:</b>	Disponer de forma segura los residuos sólidos sin potencial de aprovechamiento en un Relleno Sanitario.			
<b>Meta 1:</b>	Garantizar el cierre seguro del Relleno Sanitario.			
<b>Indicador 1:</b>	Un Plan de Cierre formulado e implementado			
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>	<b>Unidad Ejecutora</b>	<b>Actores</b>
<b>1-</b> Elaborar el plan de cierre y clausura del Relleno Sanitario, con la implementación de prácticas que apunten al aprovechamiento de subproductos, para reducir el impacto ambiental, social y optimizar la inversión requerida.		2032	Dirección	Comisión de seguimiento
<b>2-</b> Gestionar financiamiento para la clausura y cierre del relleno sanitario.				Universidades

### **5.9.8. Estrategia de implementación**

Para alcanzar el éxito al momento de implementar el plan es necesario el cumplimiento de compromisos adquiridos. Las siguientes condiciones son básicas para garantizar la ejecución e implementación del Plan de Acción por cada una de las líneas definidas para lograr un manejo integral de los residuos sólidos.

- La aprobación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos por parte de “*Industrial Comercial San Martín, S.A*”, se debe de realizar en un plazo inmediato.
- La creación de comisiones de trabajo y seguimiento con los actores locales, representa una herramienta organizativa de participación activa.
- El fortalecimiento de la Unidad de Gestión Ambiental, como una instancia inmediata, permitirá contar con apoyo logístico que ayudará a implementar junto a las comisiones antes mencionadas, las actividades del Plan de Acción.
- Es necesario que en un corto plazo se realicen las labores de coordinación institucional, como un primer momento para dar inicio a la ejecución del Plan de Acción.
- En un corto plazo se necesita mejorar el sistema de manejo de los residuos sólidos en todas las etapas identificadas y recomendadas en el Plan de Acción.
- Incorporar el Plan de Acción en la carpeta de proyectos para gestionar los fondos necesarios para su ejecución a partir del año 2015.
- En un corto plazo se necesita incorporar proyectos de capacitaciones en temáticas de Manejo Integral de Residuos Sólidos como una herramienta de divulgación y sensibilización de los trabajadores.
- Las acciones presentadas en el Plan de Acción, se deben de articular con las acciones ya existentes en el manejo actual de los residuos sólidos.

#### **5.9.9. Evaluación, control y seguimiento del plan de acción.**

La evaluación, control y seguimiento del Plan de Acción, será responsabilidad sobre todo de la Unidad de Gestión Ambiental y los Comités de seguimiento.

Es necesario que en las sesiones ordinarias, se incorpore un punto agenda respecto al tema, además la evaluación se realizará de acuerdo a los resultados de proyectos que hayan incorporado en sus componentes de capacitación la temática de manejo de residuos sólidos.

#### **5.9.10. Actualización periódica del plan de acción.**

Es necesario que el Plan de Acción, se comience a ejecutar en un plazo inmediato y su actualización periódica, se debe de realizar de acuerdo a los logros y resultados adquiridos en el período de ejecución.

Es recomendable que esta actualización se realice anualmente en conjunto con los actores involucrados, de forma tal que las dificultades identificadas en el proceso se superen.

## VI- CONCLUSIONES

### Caracterización física:

- El servicio de recolección de residuos sólidos está atendiendo una ruta que recorre todas las áreas de generación actualmente produce un promedio total de 76.84 toneladas métricas diarias con una generación semanalmente de 537.88 toneladas métricas que son las que se recolectan y transportan al vertedero, de las cuales 8.71 toneladas métricas pertenecen a residuos domésticos.
- La Producción Per Cápita (Ppc) de los residuos sólidos domiciliarios de *“Industrial Comercial San Martin, S.A”*, fue de 95.78 kg/res/día, la densidad de los residuos sólidos domésticos fue de 153Kg/m<sup>3</sup>.
- La composición física de los residuos sólidos, indica que el componente que el componente con mayor porcentaje de generación fue el estiércol con 54.51%; el segundo componente con mayor porcentaje de generación fueron los subproductos (residuos no valorizados) con 43.90%, tales como: restos de cuero, cola, cascotes, cachos y pellejos.

Los demás componentes encontrados en orden de generación ascendente son vidrio representados por el 0.0004%; corte punzantes con 0.0017%; metales 0.01%; textiles 0.05%; papel y cartón con 0.10%; otros (tierra y arena) con 0.26%; materia orgánica 0.44% y el plástico representados por 0.73% para completar el 100% de la masa total.

### Almacenamiento y presentación:

- Los recipientes más utilizados para el almacenamiento de los residuos sólidos en *“Industrial Comercial San Martin, S.A”*, son: cajas de cartón, bolsas plásticas y barriles plásticos.

### **Sistema de recolección, transporte y limpieza:**

- La frecuencia del sistema de recolección es de cuatro a cinco veces por día debido a la naturaleza de la industria cárnica.
- Existe una ruta definida para el sistema de recolección de residuos sólidos.

### **Disposición Final:**

- El sitio de disposición final de los residuos sólidos es un vertedero (fosas) a cielo abierto.
- Se constató in situ que los residuos sólidos domésticos recolectados no se someten a ningún tratamiento, simplemente son depositados en el vertedero (fosas) y quemados al aire libre los días sábados. Actualmente se está recuperando en la fuente el 99% del cartón generado para ser reciclado y el 100% del estiércol para preparar compost.

### **Plan de Manejo de Residuos Sólidos:**

- La realización del diagnóstico y la evaluación de la gestión actual de los residuos sólidos, permitió formular el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos (PIMARS), de acuerdo a la realidad socio económico, organizativo y ambiental de la empresa.
- Este plan se utilizara como herramienta fundamental en el área de Gestión Ambiental para garantizar un manejo eficiente de los residuos generados en la empresa.

### **Presentación del Plan de Manejo de residuos Sólidos:**

- El Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos (PIMARS), fue consultado con los actores involucrados en el desarrollo de la Gestión Ambiental, obteniendo el compromiso de cooperación y seguimiento al mismo.

## **VII- RECOMENDACIONES**

### **Residuos sólidos:**

- Fomentar la reducción de los residuos en la fuente de generación mediante la implementación de programas de educación ambiental que promuevan el aprovechamiento de los residuos sólidos para labores de compostaje reciclaje.

### **Sistema de recolección, transporte y limpieza:**

- Intensificar la supervisión en cada una de las etapas del manejo de los residuos sólidos para lograr una mejor gestión.

### **Gerencia del servicio de recolección:**

- Capacitar al personal designado para el servicio de recolección.
- Proporcionar los equipos necesarios de protección laboral a los operarios del sistema de recolección.

### **Disposición Final:**

- Realizar un estudio de pre factibilidad en el vertedero, para el establecimiento del relleno sanitario.

### **Plan de Manejo de Residuos Sólidos:**

- Aprobación inmediata del Plan de Acción para ser ejecutado en un plazo inmediato.

## VIII- BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, G. (1997) Diagnóstico de la Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. CEPIS. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/resisoli/dsm/dsm.html>
- Brown, D. (2003). Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales Enfoque Centroamérica. El Salvador: PROACA.
- CEPIS/OPS/OMS. (1997).Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. CEPIS. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/acrobat/pequena.pdf>
- Constitución Política de Nicaragua y sus Reformas. 2003. Disponible en: [www.cnu.edu.ni/documentos/constitucion.pdf](http://www.cnu.edu.ni/documentos/constitucion.pdf) -
- Decreto 47-05. (2005) Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos. 2005. La Gaceta Diario Oficial, Managua, Nicaragua.
- Decreto 47-2006. (2006) Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. La Gaceta Diario Oficial, Managua, Nicaragua.
- Decreto 9-96. (1996). Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. La Gaceta Diario Oficial, Managua, Nicaragua.
- Gaceta Diario Oficial. (2001). NTON 05 013-01: Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Desechos Sólidos no Peligrosos. Nicaragua.
- Gaceta Diario Oficial. (2002). NTON 05 014- 02: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No-Peligrosos. Nicaragua, La Gaceta Diario Oficial.

- Gaceta Diario Oficial. (2002). NTON 05 015- 01: Norma para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos. 2002. Nicaragua, La Gaceta Diario Oficial.
- Jaramillo, J. (1997). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washington D.C.: CEPIS. Disponible en: <http://www.cepis.opsoms.org/eswww/fulltext/cursos/relleno/relleno.html>
- Lacayo, M. (2009). Curso Sobre Manejo de Residuos Sólidos Urbanos. UNAN-Managua, Nicaragua.
- Ley 185. (1996). Código del Trabajo de la República de Nicaragua. Nicaragua, La Gaceta Diario Oficial.
- MARENA. (1996). Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217). Nicaragua, La Gaceta Diario Oficial.
- MARENA. (2000) guía metodológica de educación ambiental para el manejo adecuado de los residuos sólidos. Managua, Nicaragua.
- OPS/ OMS/HPE. Proyecto de manejo y control de los residuos y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente. Managua, Nicaragua.
- Peña D. (2006). Curso Sobre Manejo de Residuos Sólidos Urbanos.- Managua: UNAN, Editorial Universidad Estatal a distancia, 1ra. Edición.
- Sakurai, K. (2008). Método sencillo de análisis de residuos sólidos CEPIS/OPS Disponible en: <http://www.cepis.opsoms.org/eswww/proyecto.htm>
- Tchobanoglous, G. (1997) . Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw Hill, V. 1, México. D.F. Disponible en: <http://www.uva.es/consultas/guia.php>

## IX- Anexos

### a. Lista de Verificación Ambiental

Lista de verificación				
<b>Proceso:</b>		Producción, administración, mantenimiento, almacén de materia prima, almacén de producto terminado, control de calidad	<b>Requisitos aplicables:</b> Ley 217, NTON 05 014-01, NTON 05 012-02	
<b>Fecha:</b>		<b>Febrero, 2014</b>		
#	Área	Aspecto Evaluado	DOCUMENTOS Y REGISTROS	OBSERVACIONES
1	<b>Administración medioambiental</b>	¿Cuentan con documentación ambiental, procedimientos, registros, política y formatos?		
1.1	<b>Política</b>	¿Se ha establecido una política ambiental consistente con la naturaleza y características de la empresa?		
1.2	Política	¿La política ambiental se adecua a la naturaleza, escala e impactos ambientales de la compañía?		
1.3	Política	Contiene la política compromisos con la prevención de la contaminación y apoyo el apoyo a los procesos de mejora continua		
1.4	Política	Respalda la política un compromiso para cumplir con las regulaciones ambientales y con los requisitos de las partes relacionadas con el medio ambiente		
1.5	Política	¿Ha implementado, mantenido y comunicado la política a todos los empleados		
1.6	Planificación	¿Se ha establecido uno o varios procedimientos para identificar los aspectos ambientales de la organización		
1.7	Planificación	Concuerdan los objetivos ambientales de la compañía con el nivel de riesgo relativo a la lista de aspectos ambientales		
1.8	Planificación	Se ha establecido uno o varios procedimientos para identificar y acceder a las consideraciones ambientales legales y otros requisitos relacionadas con las actividades y productos de la compañía		
1.9	Planificación	Se incluyen en los lineamientos ambientales los nuevos procesos o productos y su desarrollo		
1.10	Planificación	Están identificadas las necesidades de formación'		

### Lista de verificación

<b>Proceso:</b>		Producción, administración, mantenimiento, almacén de materia prima, almacén de producto terminado, control de calidad	<b>Requisitos aplicables:</b> Ley 217, NTON 05 014-01, NTON 05 012-02	
<b>Fecha:</b>		<b>Febrero, 2014</b>		
#	Área	Aspecto Evaluado	DOCUMENTOS Y REGISTROS	OBSERVACIONES
<b>2</b>	<b>Desechos sólidos</b>			
<b>2.1</b>	Desechos sólidos NTON 05 014-01	Hay una caracterización de los residuos sólidos de la empresa		
<b>2.2</b>	Desechos sólidos	La empresa cuenta con servicio de recolección municipal, o realiza su propio manejo		
<b>2.3</b>	Desechos sólidos	Tienen recipientes de almacenamiento de los residuos sólidos no peligrosos, realizan separación por naturaleza		
<b>2.4</b>	Desechos sólidos	Cuentan los recipientes con tapas para cubrir en caso de lluvia		
<b>2.5</b>	Desechos sólidos	Utilizan sacos macen para la disposición de plásticos, madera, papel y cartón		
<b>2.6</b>	Desechos sólidos	Los residuos se almacenan protegiéndolos del sol y la lluvia, para evitar alterar sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas.		
<b>2.7</b>	Desechos sólidos	Utilizan bolsas plásticas para la disposición de los residuos orgánicos		
<b>2.8</b>	Desechos sólidos Peligrosos	El almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos está separada del área de producción, servicios, oficinas, almacenamiento de materia prima y producto terminado		
<b>2.9</b>	Desechos sólidos Peligrosos	Estar techada, ventilado y ubicada donde no haya riesgo de inundación y que sea de fácil acceso		
<b>2.10</b>	Desechos sólidos Peligrosos	Estar dotada con extintores según lo establezca la normativa del ente regulador correspondiente, en este caso la Dirección General de Bomberos de Nicaragua.		
<b>2.11</b>	Desechos sólidos Peligrosos	Cuenta con muros de contención lateral y posterior con una altura mínimo de 50 cm para detener derrames.		



**b. Guía de entrevista a recolectores**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,  
MANAGUA**

**UNAN- MANAGUA**

**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**Objetivo:** Conocer los servicios suministrados a los operarios por parte de la Alcaldía y el servicio que brindan ellos a la población en el proceso de manejo de los residuos sólidos.

**i. Datos Generales**

Nombre del Responsable: \_\_\_\_\_

Fecha : \_\_\_\_\_

Alcaldía de : \_\_\_\_\_

**ii. Desarrollo**

1. ¿Cuántas personas trabajan en la recolección de los residuos sólidos?
2. ¿Hace cuánto tiempo laboran en el sistema de manejo de los residuos sólidos?
3. ¿Al haber iniciado el manejo de los residuos sólidos; recibieron capacitaciones en el manejo, disposición y manipulación segura de los mismos?
4. ¿Qué tipo de herramientas les suministraron para llevar a cabo el proceso de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos?
5. ¿Conoce en qué consiste el término de Seguridad Laboral?
6. ¿Qué equipos de protección les fue suministrado para realizar las jornadas?

7. ¿Cada cuánto tiempo le están dotando de nuevos equipos de protección y herramientas de trabajo?
8. ¿Asiste a chequeos médicos a la Unidad de Salud, indicados por la empresa?
9. ¿En el sitio de disposición final; cuál es el manejo que le dan a los residuos sólidos?
10. ¿Visitan el sitio de disposición final, personas encargadas de recolectar materiales con potencial de reutilización y/o reciclaje?

c. Hoja de registro de pesos de las muestras por componentes.

Componentes día	Peso por componente (Kg)						Promedio día	Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado			
Mat. Orgánica									
Papel y cartón									
Plástico									
Vidrio									
Metal									
Textiles									
Subproducto									
Estiércol									
Corto punzantes									
Otros(tierra, arena)									
Total									

**d. Hoja de registro de las densidades de los residuos sólidos en “Industrial Comercial San Martín, S.A”.**

Peso y densidad de residuos sólidos promedio/día.			
Días	Peso/residuos (Kg/día)	Volumen (Kg/m3)	Densidad Total
Lunes			
Martes			
Miércoles			
Jueves			
Viernes			
Sábado			
Promedio			

**e. Galería de imágenes.**

**Imagen 1: Ubicación del área de estudio. (Fuente: 2015 Google)**



La planta principal de Industrial Comercial San Martín se encuentra ubicada en el municipio de Nandaime, Nicaragua.

**Imagen 2: Principales sitios de generación de residuos sólidos. (Fuente: 2015 Google)**



Sitios que más aportan considerables cantidades de residuos sólidos: 1- el área de los corrales, 2- el comedor y 3- área de subproductos.

**Imagen 3: Principales sitios para la disposición de residuos sólidos. (Fuente: 2015 Google)**



Sitios de disposición final, las fosas de subproductos es para los residuos sólidos de procesos industriales, las trincheras para la elaboración de compost y la fosa para los residuos domésticos.