



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PLAN PARA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE CENTROS DE  
RECUPERACIÓN DE RSU APROVECHABLES, CANTÓN SANTA ROSA,  
PROVINCIA DE EL ORO.

PONTON MACAS SAMANTHA BRIGITTE  
INGENIERA CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PLAN PARA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE CENTROS DE  
RECUPERACIÓN DE RSU APROVECHABLES, CANTÓN SANTA  
ROSA, PROVINCIA DE EL ORO.

PONTON MACAS SAMANTHA BRIGITTE  
INGENIERA CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

PLAN PARA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE CENTROS DE RECUPERACIÓN  
DE RSU APROVECHABLES, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO.

PONTON MACAS SAMANTHA BRIGITTE  
INGENIERA CIVIL

CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO

MACHALA, 23 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA  
23 de febrero de 2022

# TRABAJO PRACTICO COMPLEXIVO\_2021-2

*por Pontón Macas Samantha Brigitte*

---

**Fecha de entrega:** 11-feb-2022 07:34p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1760431633

**Nombre del archivo:** Pont\_n\_Macas\_Samantha\_Brigitte-Complexivo\_2021-2.pdf (316.08K)

**Total de palabras:** 3401

**Total de caracteres:** 17574

# TRABAJO PRACTICO COMPLEXIVO\_2021-2

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://santarosa.gob.ec">santarosa.gob.ec</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://scielo.sld.cu">scielo.sld.cu</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://kerwa.ucr.ac.cr">kerwa.ucr.ac.cr</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://dspace.pucesi.edu.ec">dspace.pucesi.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.uea.edu.ec">repositorio.uea.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://ria.utn.edu.ar">ria.utn.edu.ar</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://farn.org.ar">farn.org.ar</a> Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Nacional de Educación	1%

10 dev.derechoecuador.com <1 %  
Fuente de Internet

---

11 Submitted to UNILIBRE <1 %  
Trabajo del estudiante

---

12 pt.scribd.com <1 %  
Fuente de Internet

---

13 bibdigital.epn.edu.ec <1 %  
Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, PONTON MACAS SAMANTHA BRIGITTE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Plan para instalación y operación de centros de recuperación de RSU aprovechables, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 23 de febrero de 2022



PONTON MACAS SAMANTHA BRIGITTE  
0705825727

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado en especial a mi familia que siempre han estado a mi lado apoyándome y ofreciéndome su ayuda en cualquier situación que se presentara y brindándome su apoyo y consejos para siempre hacer las cosas de la mejor manera no solo en el ámbito académico, sino en lo personal.

A mis compañeros de aula y amigos quienes me han brindado su apoyo incondicional en la carrera.



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mi mamá, a mis hermanas por estar incondicionalmente en mi proceso de formación académica y a mi papá que, aunque ya no esté conmigo, ha sido un pilar importante para mí.

Gracias a todos mis compañeros quienes me han ayudado durante las diferentes situaciones académicas que se han presentado.

Agradecer a mis profesores de la Facultad De Ingeniería Civil quienes me han brindado su conocimiento teórico y práctico durante la carrera, en especial expreso mis agradecimientos a mi tutor, el Ing. Civil Ángel Antonio Carrillo Landín, Msc por acompañarme con su guía y experiencia en la elaboración de este trabajo.

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en realizar un diagnóstico de la gestión de residuos sólidos urbanos para identificar los problemas de esta gestión y desarrollar un plan para la recuperación de los residuos sólidos urbanos del Cantón Santa Rosa. Por lo que el objetivo principal de esta investigación se centró en presentar una serie de alternativas y propuestas para mejorar el manejo y la recuperación de los RSU.

Mediante la aplicación de encuestas se pudo medir el grado de concientización de la población en cuanto al manejo de residuos sólidos y conocer su opinión sobre la administración de los RSU por parte de la empresa encargada del aseo del cantón.

Se realizaron entrevistas a autoridades de la empresa y visitas de campo para apreciar la infraestructura y modo de operación del relleno sanitario del cantón y plantear soluciones para crear medidas de recuperación de los residuos sólidos urbanos. Por lo que el presente plan involucra programa de concientización de RSU, minimización de residuos en la fuente, programa para la instalación y operación de centros de recuperación de RSU y finalmente la se propone la adquisición de maquinaria para los procesos de disposición final.

**Palabras claves:** Residuos sólidos urbanos, RSU, disposición final, Santa Rosa.

## **ABSTRACT**

The present work consists of carrying out a diagnosis of urban solid waste management to identify the problems of this management and develop a plan for the recovery of urban solid waste in the Santa Rosa Canton. Therefore, the main objective of this research was focused on presenting a series of alternatives and proposals to improve the management and recovery of MSW.

Through the application of surveys, it was possible to measure the degree of awareness of the population regarding solid waste management and to know their opinion about the administration of MSW by the company in charge of cleaning the canton.

Interviews were conducted with company authorities and field visits to appreciate the infrastructure and mode of operation of the canton's landfill and propose solutions to create recovery measures for urban solid waste. Therefore, this plan involves an awareness program for MSW, minimization of waste at the source, a program for the installation and operation of MSW recovery centers and finally, the acquisition of machinery for final disposal processes is proposed.

**Keywords:** Urban solid waste, RSU, final disposal, Santa Rosa.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
RESUMEN .....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	5
ÍNDICE DE CUADROS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE ANEXOS .....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. DESARROLLO.....	12
2.1 Marco Teórico.....	12
2.1.1 Residuos sólidos urbanos .....	12
2.1.2 Clasificación de los residuos sólidos urbanos .....	12
2.1.3 Gestión integral de residuos sólidos .....	12
2.1.4 Etapas de la gestión integral de residuos sólidos.....	13
2.1.5 Producción per cápita .....	14
2.1.6 Relleno sanitario.....	14
2.1.7 Reciclaje .....	14
2.1.8 Reglamento de gestión integral de residuos sólidos del GAD municipal de Santa Rosa .....	15
2.2 Contextualización.....	15
2.2.1 Cantón Santa Rosa.....	15
2.2.2 Población .....	15
2.2.3 Sistema de recolección y transporte .....	16
2.2.4 Sistema de tratamiento y reciclaje.....	17

2.2.5 Disposición final.....	17
2.2.6 Situación actual del relleno sanitario en el sitio canoas .....	17
2.2.7 Producción per-cápita del Cantón Santa Rosa.....	18
2.3 Marco Metodológico.....	18
2.3.1 Investigación bibliográfica .....	18
2.3.2 Visita in situ.....	18
2.3.3 Análisis estadístico .....	18
2.4 Resultado del análisis estadístico de la problemática.....	19
2.4.1 Encuestas .....	19
2.4.2 Estado del problema .....	19
3. CONCLUSIONES .....	21
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22
5. ANEXOS .....	25
6. PROPUESTA TÉCNICA .....	47
6.1 Datos informativos .....	47
6.1.1 Título de la propuesta .....	47
6.1.2 Institución ejecutora .....	47
6.1.3 Ubicación geográfica.....	47
6.1.4 Beneficiarios.....	47
6.2 Antecedentes .....	47
6.3 Justificación.....	47
6.4 Objetivos .....	48
6.4.1 Objetivo general. ....	48
6.4.2 Objetivos específicos.....	48
6.5 Fundamentación .....	48
6.6 Plan de acción .....	49
6.6.1 Programa de concientización de residuos sólidos urbanos.....	49

6.6.2 Programas de minimización de residuos en la fuente.....	52
6.6.3 Programa para la instalación y operación de centros de recuperación de RSU .....	56
6.6.4 Adquisición de maquinaria para los procesos de disposición final.....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Día de recolección para cada zona del cantón Santa Rosa.....	25
Cuadro 2 Tasa de Generación Per Cápita de Residuos.....	42
Cuadro 3 Temario de charlas y talleres de concientización de RSU .....	50
Cuadro 4 Programas en centros de educación .....	51
Cuadro 5 Guía para clasificar los desechos .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Etapas de la gestión integral de residuos sólidos .....	14
Figura 2 Ubicación geográfica de Santa Rosa. ....	16
Figura 3 Programas para mejorar la gestión de los desechos sólidos.....	20
Figura 4 Servicio de recolección -Pregunta 1 .....	31
Figura 5 Tipo de recolección de basura -Pregunta 2 .....	31
Figura 6 Calificación al servicio de recolección -Pregunta 3 .....	32
Figura 7 Tipo de desecho producido -Pregunta 4 .....	32
Figura 8 Concepto de desecho orgánico e inorgánico -Pregunta 5.....	33
Figura 9 Reciclaje de los desechos -Pregunta 6.....	33
Figura 10 Tipo de separación de desechos -Pregunta 7 .....	34
Figura 11 Disposición para separar y reciclar los desechos sólidos -Pregunta 8.....	34
Figura 12 Problemas en el servicio de recolección -Pregunta 9 .....	35
Figura 13 Acopio de desechos sólidos -Pregunta 10 .....	35
Figura 14 Disposición final de los desechos -Pregunta 10 .....	36
Figura 15 Charlas de concientización de RSU -Pregunta 12.....	37
Figura 16 Disposición para recibir charlas concientización -Pregunta 13.....	37
Figura 17 Aportación económica para mejorar la gestión de desechos -Pregunta 14....	38
Figura 18 Producción Per-Cápita del Cantón Santa Rosa .....	42
Figura 19 Presencia de desechos sólidos fuera del horario de recolección .....	44
Figura 20 Relleno sanitario del Cantón Santa Rosa.....	44
Figura 21 Entrada de camiones recolectores al relleno sanitario.....	45
Figura 22 Tractor de cadena fuera de servicio.....	45

Figura 23 Entrevista al Ing. Jenner Rivera Morán Técnico encargado de la disposición final .....	45
Figura 24 Toma de encuestas.....	46
Figura 25 Toma de muestra de los desechos .....	46
Figura 26 Tipo I de contenedores para reciclaje .....	53
Figura 27 Tipo II de contenedores para reciclaje .....	54
Figura 28 Croquis de la planta de recuperación de RSU .....	57
Figura 29 Proceso del sistema de enfardado de RSU .....	58
Figura 30 Biofiltro de composta .....	59
Figura 31 Compactador CS8.....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Rutas de recolección diarias por zonas .....	25
Anexo 2 Tamaño de la muestra para aplicación de encuestas .....	26
Anexo 3 Modelo de la encuesta.....	27
Anexo 4 Resultados de los datos obtenidos de las encuestas a los habitantes del Cantón Santa Rosa.....	31
Anexo 5 Cálculo de la Producción Per-Cápita del Cantón Santa Rosa .....	39
Anexo 6 Cálculo de número de camiones recolectores para la empresa EMASEP .....	43
Anexo 7 Evidencia fotográfica .....	44



## 1. INTRODUCCIÓN

La protección del medio ambiente en los últimos años se ha convertido en un tema de discusión que engloba a todo un país. Empezando a aplicar normativas ambientales, para lograr una adecuada gestión de los residuos sólidos, para garantizar un ambiente sano para las futuras generaciones.

El manejo de los desechos sólidos urbanos siempre ha sido un problema más aún con el acelerado crecimiento poblacional lo que provoca un consumo desmedido afectando directamente en la disposición final inadecuada de los residuos sólidos ya que al no haber suficiente capacidad de almacenamiento crece la generación de botaderos de basura a cielo abierto, por lo que las autoridades de nuestro país se han visto en la obligación de establecer medidas necesarias para un apropiado sistema de gestión de residuos sólidos, encargando esta tarea a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD).

Ante la preocupación por la generación de desechos, varios países han optado y apostado por nuevas propuestas más seguras y amigables con el medioambiente, para poder aprovechar estos residuos generados, realizando un tratamiento y aprovechamiento desde la generación en la fuente hasta su disposición final.

El Cantón Santa Rosa cuenta con una aceptable gestión de los residuos sólidos, no obstante, no se ve reflejado el apoyo de su ciudadanía en cuanto al correcto manejo de los RSU ya que la carencia de conocimientos ambientales es notoria y si no se toman los debidos correctivos a largo plazo podrían presentar un grave problema para su población en cuanto a la generación de residuos.

Por lo antes mencionado el estudio recolectó información mediante un cuestionario a 68 familias del Cantón para detectar la base del problema y formular una serie de actividades y programas para aportar con soluciones antes los procesos recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos en Santa Rosa y mejorar el manejo y la recuperación de los residuos sólidos urbanos.

En el presente trabajo, se desarrolló con el objetivo de determinar un plan que fomente la gestión integral del manejo de los residuos sólidos urbanos aprovechables en el Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro. Y para lograr dicho objetivo se realizó una investigación bibliográfica donde se recopiló información de los procesos de recuperación y la gestión

de los residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario del cantón. Se realizó un diagnóstico de la gestión de los RSU de la empresa mediante visitas de campo en el relleno sanitario, entrevistas a las autoridades encargadas de la disposición final y la aplicación de encuestas a la comunidad. Mediante lo anterior se realizó un plan con una serie de actividades para la instalación y operación de centros de recuperación de RSU.

## **2. DESARROLLO**

El siguiente apartado presenta la conceptualización teórica, caracterización de datos de campo, diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos urbanos y la interpretación de las alternativas elegidas para solucionar la problemática existente en el manejo de residuos sólidos del Cantón Santa Rosa.

### **2.1 Marco Teórico**

#### **2.1.1 Residuos sólidos urbanos**

Los residuos sólidos urbanos también conocidos como RSU, provienen de actividades domésticas, comerciales e industriales y conformados por materiales de origen orgánico e inorgánico [1], donde la producción de sus desechos no sobrepase 1.10 kg/hab. [2]

Factores como el crecimiento poblacional, inadecuada gestión en el ciclo de generación de los RSU, consumo desmedido de ciertos materiales y poco o inexistente conocimiento sobre el manejo de residuos sólidos, provocan una elevada producción de los RSU [3].

#### **2.1.2 Clasificación de los residuos sólidos urbanos**

De acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) [4], código donde se establecen políticas básicas ambientales del Ecuador, clasifica a los RSU, de la siguiente forma:

- Residuos Domésticos
- Residuos Comerciales
- Residuos de Demolición
- Residuos Hospitalarios
- Residuos Industriales
- Residuos Peligrosos

#### **2.1.3 Gestión integral de residuos sólidos**

De acuerdo al nuevo informe del Banco Mundial titulado What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, se espera que la cantidad de los desechos que se generan en países en desarrollo aumenten más de tres veces para el 2050 [5]

Es por ello que una adecuada gestión integral de residuos sólidos (GIRS) es indispensable en todos los municipios de cada país, ya que este sistema tiene la finalidad de desarrollar acciones regulatorias desde el ámbito financiero, administrativo, educativo, etc. Con el

fin de ayudar al manejo de los RSU desde su generación hasta su disposición final para obtener beneficios económicos, sociales y ambientales. [6][7]

#### **2.1.4 Etapas de la gestión integral de residuos sólidos**

*2.1.4.1 Generación de residuos.* Es la respuesta a la generación de desechos por actividades de consumo, servicios, domésticas o industriales. [8] Aquí los materiales una vez utilizados pasan a ser desechados o recogidos para su deposición, es aquí donde son identificados con o sin ningún valor.[9]

*2.1.4.2 Almacenamiento.* Esta etapa se realiza con el propósito de salvaguardar la salud de sus habitantes y la conservación del medio ambiente, además de cumplir con las ordenanzas de cada municipio. Esta actividad se la ejecuta en cada punto de generación de RSU dispuestos por cada institución reguladora.[10] Una vez almacenados estos residuos, serán recolectados y llevados a su próxima fase.

*2.1.4.3 Recolección y transporte.* Esta es una etapa de gran importancia ya que se recolectan RSU desde sus centros de acopio u origen para ser transportados a su siguiente proceso de este ciclo. Esta actividad es realizada por la institución a cargo del aseo de cada ciudad ya sea una entidad pública o privada.[8]

*2.1.4.4 Estación de transferencia.* Son centros donde se dedican a la recuperación y traslado de los residuos de un vehículo a otro con mayor capacidad. Los cuales transportan dichos residuos a su sitio de tratamiento o disposición final. Estas estaciones ayudan a reducir tiempos de ejecución.[11]

*2.1.4.5 Tratamiento.* Aquí los desechos inorgánicos (papel, cartón, vidrio, etc.) son separados dependiendo de su categoría, y enviados para su comercialización o reutilización de ser el caso. En este proceso se aplica maquinaria y tecnología adecuada ya que pueden haber desechos donde su manipulación es peligrosa.[12]

*2.1.4.6 Disposición final.* A grandes rasgos, un sitio de disposición final (vertedero o relleno sanitario), es un lugar donde se depositan los desechos que no se pueden recuperar.[7] Esta es la etapa final del GIRS y su intención es crear un plan para la gestión de estos residuos, dando una nueva imagen a este relleno sanitario y evitar dañar la salud y el medio ambiente.[13]

Figura 1 Etapas de la gestión integral de residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.5 Producción per cápita

La producción per cápita (PPC), es la cantidad de residuos generados por habitante en un día, y su unidad de medida es kg/hab/día, este cálculo es un gran indicador para un adecuado manejo de gestión integral de residuos sólidos.[14]

### 2.1.6 Relleno sanitario

Un relleno sanitario es el sitio de disposición final donde van los desechos sólidos que no pudieron ser recuperados o tratados. Este sitio deberá cumplir con requisitos y normativas técnicas regulatorias de cada institución. Estos sitios son muy utilizados por los municipios ya que es una técnica económicamente viable para un adecuado tratamiento de los desechos.[15]

### 2.1.7 Reciclaje

Como hemos visto anteriormente, la mayor problemática es la generación sin control de desechos sólidos, provocado generalmente por el aumento desmedido de la población y el consumo excesivo de productos sin un tratamiento posterior a su utilización. Una medida para ayudar a la reducción o recuperación de RSU es el reciclaje. Existe una regla sencilla llamada las 3R, que corresponde a las iniciales de “Reducir”, “Reutilizar” y “Reciclar” [9]. Los habitantes desechan los RSU sin tomar en cuenta la importancia de

reducir, reutilizar y reciclar esos desperdicios, lo que conlleva a una situación ambiental crítica.[16]

### **2.1.8 Reglamento de gestión integral de residuos sólidos del GAD municipal de Santa Rosa**

En Código Orgánico De Organización Territorial (COOTAD), en el capítulo III, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, en su artículo 55, literal d) [17] Menciona que una de las competencias del gobierno autónomo descentralizado municipal es prestar el servicio público de manejo de desechos sólidos. Además, en el código orgánico ambiental, su capítulo II de las Facultades Ambientales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en su artículo 27, numeral 6. Señala que los GAD deben: *“Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos”*. [18]

Bajo esta normativa La Empresa Municipal de Aseo Santa Rosa (EMASEP), creada por la Ordenanza Municipal el 29 de abril del 2011 publicada en el Registro Oficial número 138 [19]. Es la encargada del manejo y tratamiento de los desechos sólidos urbanos de Santa Rosa. Donde su misión es servir de manera eficiente a su ciudadanía en la recolección y barrido de los desechos producidos, así como encargarse de la disposición final para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y ser responsables con el medio ambiente.[19] La empresa se encuentra a cargo del relleno sanitario “Canoas” ubicado en la parroquia San Antonio, construido en el año 2007. Cumpliendo con el reglamento de la Constitución de la República en su art. 264, numeral 4.[20]

## **2.2 Contextualización**

### **2.2.1 Cantón Santa Rosa**

Ubicado en la provincia de El Oro, Santa Rosa limita al norte con el Océano Pacífico y los cantones Machala y Pasaje, al sur con los cantones Arenillas y Piñas, al este con el cantón Atahualpa y al oeste con el cantón Arenillas y el Océano Pacífico.[21]

### **2.2.2 Población**

De acuerdo con la proyección de crecimiento en su Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Santa Rosa – El Oro 2020-2023 [21], para el año 2020 su población es de 82171 habitantes.

Figura 2 Ubicación geográfica de Santa Rosa.



Fuente: GAD Municipal del Cantón Santa Rosa. Administración 2019-2023

### 2.2.3 Sistema de recolección y transporte

Como se mencionó anteriormente la empresa EMASEP está a cargo de la recolección, transporte y disposición final de los desechos de Santa Rosa. La modalidad empleada para la recolección es la denominada pie de vereda, caracterizándose por brindar el servicio puerta a puerta en los diferentes barrios, ciudadelas y parroquias de este cantón. La recolección se realiza en 11 rutas: 8 rutas urbanas, 2 rutas rurales y 1 ruta que se efectúa en el centro de la ciudad, donde 10 son diurnas y 1 nocturna.

Los horarios de recolección se los realiza de lunes a sábados tanto diurno como nocturno. En el diurno se cubren tres rutas al día con tres recolectores los cuales son los encargados de ir a los diferentes barrios, ciudadelas, parroquias y en el horario nocturno, se cubre toda la parte céntrica. En el anexo 1 se presentan los días y zonas de recolección de basura.

En cuanto a la recolección de los desechos peligrosos que vienen del hospital, maternidad y centros de salud. El relleno sanitario no cuenta con una celda específica para estos residuos. En entrevista con el técnico de disposición final el ingeniero Jenner Rivera Moran, manifestó que existen gestores ambientales que realizan el traslado de esos desechos. En el caso de la ciudad de Santa Rosa la empresa GADERE S.A cumple el rol de fiscalizador y desde el 2016 cuenta con un convenio con la empresa EMASEP, además de tener un contrato con el Ministerio de Salud Pública.

En cuanto al traslado de los desechos al relleno sanitario la empresa cuenca con:

- Cuatro recolectores: dos de ellos se encuentran en reparación, y los dos restantes son alquilados. Es decir, la empresa no es dueña de estos recolectores.
- Una Barredora.
- Un Tractor de cadena: Se encuentra inhabilitado hace más de año y medio por motivo de robo de sus piezas.
- Una Retroexcavadora: La empresa alquila esta maquinaria.
- Una volqueta de 6 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### **2.2.4 Sistema de tratamiento y reciclaje**

En la visita técnica al relleno sanitario se evidencio que el Cantón Santa Rosa no realiza ningún tipo de tratamiento, clasificación o aprovechamiento. Se han realizado campañas de reciclaje y separación de desechos sólidos pilotos sin ningún éxito ya que los residuos orgánicos e inorgánicos se mezclan tanto al momento de su recolección como de su disposición final en el relleno sanitario actual, lo cual provoca la reducción de su vida útil. Todos los desechos que llegan, son depositados directamente a las celdas transitorias.

#### **2.2.5 Disposición final**

La disposición final se realiza en el relleno sanitario ubicado en el sitio Canoas que se encuentra en la parroquia San Antonio, con una superficie de 17 ha. Cuenta con cuatro celdas, donde tres de estas ya fueron cerradas y la cuarta celda está en 70% de su capacidad en su primera fase. La cantidad de desechos recolectados por día oscila entre 60 a 62 toneladas.

#### **2.2.6 Situación actual del relleno sanitario en el sitio canoas**

Según lo expresado por el ing. Jenner Rivera Morán; técnico encargado de la disposición final, el relleno sanitario fue construido en el año 2007, diseñado para una vida útil de aproximadamente 25 años. Cuenta con cuatro celdas cada una con un tiempo de funcionamiento de dos a tres años. En cuanto a la recolección de lixiviado se realiza por medio de drenes principales y secundarios dentro de cada fase de las celdas, estos van conectados con el tanque de recolección y almacenamiento ubicados al costado derecho de la celda. No cuenta con un sistema de riego por aspersión en el interior del relleno sanitario para poder cumplir con lo que indica la normativa.

Cabe destacar que existe maquinaria inhabilitada y en reparación por lo que los equipos que tienen en uso como los caminos recolectores y la retroexcavadora utilizada en el relleno sanitario son alquilados por la empresa EMASEP.



### **2.2.7 Producción per-cápita del Cantón Santa Rosa**

Según [21] la producción per-cápita en el cantón Santa Rosa para el 2020 fue de 0.62 kg/hab/día. Para verificar este dato se realizó un muestro de forma estratégica a 12 familias, obteniendo un resultado de 0.60 kg/hab/día, mostrando una diferencia de 0.02 kg/hab/día. Se determinó que el 65% pertenecen a residuos orgánicos y el 35% a residuos inorgánicos (figura 18).

El boletín técnico de la gestión de residuos sólidos [22] para el 2020 señaló que el Ecuador contaba con una PPC de 0.84 Kg/hab/día. Comparando estos dos resultados, podemos determinar que el Cantón Santa Rosa se encuentra por debajo del promedio.

## **2.3 Marco Metodológico**

A continuación, se presenta la metodología y procedimiento aplicado para formular y resolver la problemática utilizando los datos obtenidos en campo.

### **2.3.1 Investigación bibliográfica**

Esta etapa se refiere a la recopilación de material informativo como libros, revistas de divulgación científica, tesis, sitios web y demás información necesaria para empezar con la búsqueda para proponer una solución al problema.

### **2.3.2 Visita in situ**

Es el proceso mediante el cual se realiza una evaluación visual en campo para poder determinar la situación actual del problema. En esta investigación se realizaron visitas al relleno sanitario, al área de estudio donde se recorrió diferentes barrios de interés. Ya que esta evaluación nos permitirá presentar propuestas para ayudar en la mejora de la gestión de los residuos sólidos en el Cantón Santa Rosa.

### **2.3.3 Análisis estadístico**

Esta fase se realizó mediante una encuesta a los habitantes del Cantón Santa Rosa, la misma que cuenta con 14 preguntas (Ver anexo 3). Las respuestas obtenidas serán la base para analizar la situación de los desechos sólidos enfocado en la ciudadanía. La encuesta se realizó utilizando la herramienta Google Forms y el software Microsoft Excel para la cuantificación, procesamiento y representación de resultados, dichos resultados se presentan en el anexo 4.

## **2.4 Resultado del análisis estadístico de la problemática**

### **2.4.1 Encuestas**

El modelo de encuesta consta de 14 preguntas que fueron aplicadas a 68 viviendas del Cantón Santa Rosa. El objetivo fue determinar cuáles pueden ser los posibles problemas y cómo podemos proponer una solución para beneficiar a la población de ese Cantón.

Los datos obtenidos mostraron que, el 96% de las familias encuestadas cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos, el 57% califican como regular el servicio de recolección de basura. Además, los desechos que más producen son restos de comida (desechos orgánicos) con un 62%, seguido de 21% de producción de plástico. El 74% de la población encuestada no realiza ningún tipo de reciclaje y el 75% tampoco separa la basura antes de ser desechada. Pero 85% estaría dispuesto a reciclar y separar los residuos sólidos generados en su casa. Por otra parte, el 46% menciona que existe un escaso número de camiones recolectores. El 90% no ha recibido ningún tipo de charla de concientización sobre el tratamiento de desechos sólidos, en contraste a esto, el 79% declaró que estaría dispuesto a recibir este tipo de charlas. Y el 57% estaría dispuesto a aportar económicamente para mejorar la gestión de los residuos sólidos en su cantón.

### **2.4.2 Estado del problema**

Con las visitas realizadas in situ y la encuestas, se evidenció que el Cantón Santa Rosa no cuenta con un adecuado tratamiento de disposición final de los desechos ya que todos los residuos recolectados llegan y son depositados directamente a las celdas sin previo tratamiento, convirtiéndolo de un relleno sanitario a un botadero a cielo abierto.

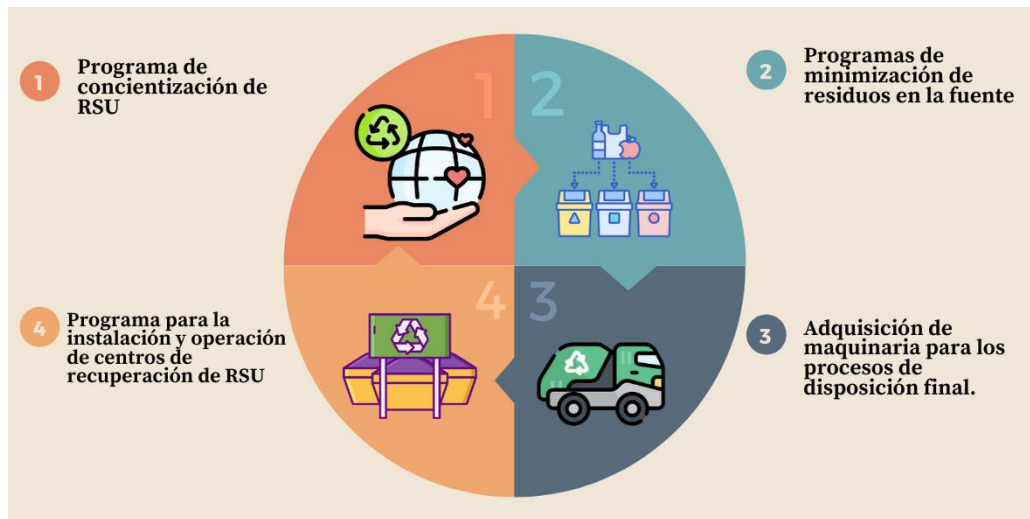
Además, se puede aprovechar y reducir la recolección en la fuente de los desechos ya que muchas familias no reciclan ni separan sus desechos y un factor muy importante es la falta de información sobre el adecuado uso de los desechos sólidos. Aprovechando los residuos inorgánicos se puede reducir en gran cantidad los desechos que acaban en el relleno sanitario y así aumentar su vida útil.

Otro factor de interés es que la empresa de aseo del Cantón no cuenta con equipos propios, donde la mayoría de sus equipos son alquilados. Asimismo, cuentan con maquinarias averiadas o en reparación lo que perjudica la gestión de los desechos sólidos.

Es por ello que se presentan las siguientes propuestas para mejorar y aprovechar los residuos sólidos generados en el Cantón Santa Rosa.

- Programa de concientización de residuos sólidos urbanos.
- Programas de minimización de residuos en la fuente.
- Programa para la instalación y operación de centros de recuperación de RSU.
- Adquisición de maquinaria para los procesos de disposición final.

Figura 3 Programas para mejorar la gestión de los desechos sólidos



Fuente: Elaboración propia

### 3. CONCLUSIONES

Con base al estudio realizado se pudo constatar que en el relleno sanitario “Canoas” no existe ningún tipo de tratamiento de los residuos sólidos urbanos que llegan al sitio. Ya que todos estos desechos son depositados en las respectivas celdas, lo que ocasiona la disminución de la vida útil del relleno sanitario. Además, se pudo constatar mediante las encuestas que aproximadamente el 74% de los habitantes no separan ni realizan ningún tipo de reciclaje de sus desechos.

Con la información obtenida el 57% de los encuestados califican de regular al proceso de recolección de los residuos además mencionan que existe un escaso número de camiones recolectores para realizar la labor de aseo en el Cantón.

Se determinó que la producción per cápita del cantón es de 0.60 kg/hab/día siendo 0.39 kg/hab/día para los residuos orgánicos y 0.21 kg/hab/día para los inorgánicos, representando un 65% y 35% respectivamente.

Se estableció un plan para mejorar la gestión de los residuos sólidos, presentado propuestas para dar solución a los problemas encontrados en el trabajo realizado en campo, se estableció programas de concientización de residuos sólidos urbanos en la comunidad, programas para la minimización de residuos en la fuente proponiendo dos tipos de recipientes para fomentar el reciclaje y la separación de residuos, además se propuso la instalación y operación de centros de recuperación de RSU mediante una planta de recuperación de residuos empleando los enfardados provenientes de materia inorgánica y la utilización de un sistema de biofiltros de composta para la remoción de gases contaminantes que se producen en el relleno sanitario y finalmente la adquisición de maquinaria para los procesos de disposición final.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. Cárdenas, R. Santos, A. Contreras, E. Rosa, and J. Domínguez, “Propuesta Metodológica Para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara,” *Tecnol. Química*, vol. 39, no. 2, p. 19, 2019.
- [2] A. J. Farzenda and M. A. Tavares-Russo, “Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos,” *Ciencias Holguín*, vol. 22, no. 4, pp. 1–15, 2016.
- [3] M. O. Urbina Reynaldo, L. M. Zúñiga Igarza, and I. Valdivia Fernández, “Gestión ambiental urbana del ciclo de vida de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Holguín, Cuba,” *Cuad. Urbano*, vol. 26, no. 26, p. 24, 2019.
- [4] Ministerio del Ambiente, “Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA,” *Regist. Of. Edición Espec. 2 31-mar.-2003*, no. 3399, p. 407, 2003.
- [5] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, and F. Van Woerden, *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank, 2018.
- [6] A. Rodríguez-Rodríguez, R. Elizondo-Mejías, and M. C. Vindas-Chacón, “Impacto de las medidas implementadas en la gestión integral de residuos sólidos, en el Tecnológico de Costa Rica,” *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 34, p. 13, 2021.
- [7] P. Alcocer Quinteros, J. Knudsen González, F. Marrero Delgado, and B. Miranda Casanova, “Modelo multicriterio para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Quevedo – Ecuador,” *Rev. Ciencias Soc.*, vol. XXVI, p. 23, 2020.
- [8] L. Alea, L. Marín, and N. Bruguera, “Diagnóstico de la gestión del reciclaje de los residuos sólidos generados en el destino turístico Viñale,” *Avances*, vol. 21, p. 12, 2019.
- [9] A. Charpentier and L. Tusó, “Propuesta de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para la Ciudad de Esmeraldas, Provincia de Esmeraldas, Ecuador Mediante un Modelo Espacial.,” 2014.
- [10] R. García Batista, A. Socorro Castro, and A. V. Maldonado, “Manejo y Gestión

Ambiental de los Desechos Sólidos, Estudio de Casos,” *Univ. y Soc.*, vol. 9, no. 2, p. 7, 2019.

[11] K. Varón Valencia, J. Orejuela Cabrera, and P. Manyoma Velásquez, “Modelo Matemático para la Ubicación de Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos,” *Rev. EIA*, no. 23, p. 11, 2015.

[12] K. Moreno, G. Freire, D. Caisa, and A. Moreno, “Cadena de suministros verde: Análisis estratégico de la gestión de residuos sólidos en Pelileo-Ecuador,” *Rev. Ciencias Soc.*, vol. 27, no. ESPECIAL 3, p. 16, 2021.

[13] J. M. Romero-cuero, J. R. Calderón-Maya, and A. M. Marmolejo-Uribe, “Lineamientos Base para Elaborar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Ixtlahuaca, Estado de México,” *Quivera*, vol. 18, no. 1, p. 28, 2016.

[14] A. G. Vélez, P. A. Peñafiel, M. Heredia, S. N. Barreno, and J. F. Chávez, “Propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos domésticos en la comunidad Waorani Garenó de la Amazonía ecuatoriana,” *Cienc. y Tecnol.*, vol. 12, no. 2, p. 13, 2019.

[15] H. M. Correa Guaicha and L. E. Alvarado Correa, “Proceso y Trato Al Aplicar Medidas Ambientales en un Relleno Sanitario. Cantón Santa Rosa – Prov. El Oro - Ecuador. Caso de Estudio,” *Rev. DELOS*, no. February, p. 27, 2017.

[16] J. Novais and J. S. Márquez Cundú, “Los Residuos Sólidos Urbanos Municipales En Luanda, Caracterización Y Consecuencias Ambientales De Su Inadecuada Gestión,” *Cent. Azúcar*, vol. 47, no. 1, p. 10, 2020.

[17] Código Orgánico de Organización Territorial Descentralizado.(COOTAD), *Código Orgánico de Organización Territorial Descentralizado.(COOTAD)*. 2019, p. 181.

[18] Asamblea Nacional del Ecuador, *Código Orgánico Del Ambiente*. 2017, p. 92.

[19] Empresa Municipal de Aseo Santa Rosa (EMASEP), *Plan estratégico municipal para la empresa municipal de aseo del Cantón Santa Rosa EMASEP (2015-2017)*. 2017, p. 49.

[20] Asamblea Nacional del Ecuador, “Constitución de la República del Ecuador,” *Iusrectusecart*, no. 449, p. 219, 2008.

- [21] Equipo Técnico GADM Santa Rosa, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Rosa - El Oro 2020-2023*. 2020, p. 388.
- [22] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), “Gestión de Residuos Sólidos,” *Boletín Técnico N° 01-2017-GAD Munic.*, p. 14, 2020.
- [23] L. N. Yépez Cepeda, “Optimización Del Servicio De Recolección Y Transporte De Residuos Sólidos No Peligrosos En La Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua – Provincia De Cotopaxi,” *Univ. Técnica Estatal Quevedo*, p. 139, 2015.
- [24] P. R. Alcocer Quinteros, O. Cevallos Muñoz, and J. Knudsen González, “Mejoramiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en el Cantón de Quevedo, Ecuador,” *Univ. y Soc.*, vol. 9, no. 2, p. 6, 2019.
- [25] Ley Orgánica de Salud, “Ley Órgánica de Salud del Ecuador,” *Plataforma Prof. Investig. Jurídica*, vol. Registro O, p. 46, 2006.
- [26] Sistema Integrado de Legislación Ecuatoriana, “Ley De Prevención Y Control De La Contaminación,” *Regist. Of. Supl. 418*, no. 907040, p. 4, 2004.
- [27] Scudelati & Asociados, “Plantas de Recuperación / Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos,” p. 14, 2000.
- [28] C. Rodríguez Flóres, “Alternativas para la crisis de la basura ya empiezan a tener eco | Vanguardia.com,” 11-Jan-2015. [Online]. Available: <https://bit.ly/3rPs501>.
- [29] Grupo Tecnomatrix, “Sistema para el Prensado y Enfardado de Residuos Sólidos.” p. 11.
- [30] M. Sauri Riancho and E. Casrillo Borges, “Utilización de la composta en procesos para la remoción de contaminantes,” *Ingeniería*, vol. 6, no. 3, p. 6, 2002.
- [31] “Compactador CS8 – Scorza.” [Online]. Available: <https://bit.ly/3KIBdfs>.

## 5. ANEXOS

### Anexo 1 Rutas de recolección diarias por zonas

**Cuadro 1. Día de recolección para cada zona del cantón Santa Rosa**

<b>DIA/ZONA</b>	
<b>Lunes</b>	Zona 1. 29 de Noviembre
	Zona 2. Empresa Eléctrica
	Zona 3. Parroquias La Vict.
	Zona 4. Central
<b>Martes</b>	Zona 1. 24 de Mayo
	Zona 2. Barrio Ecuador
	Zona 3. Parroquias Torata
	Zona 4. Central
<b>Miércoles</b>	Zona 1. Las Palmeras
	Zona 2. Cdla.Paraiso
	Zona 3. Parroquias Jelí
	Zona 4. Central
<b>Jueves</b>	Zona 1. 29 de Noviembre
	Zona 2. Empresa Eléctrica
	Zona 3. Parroquias La Vict.
	Zona 4. Central
<b>Viernes</b>	Zona 1. 24 de Mayo
	Zona 2. Barrio Ecuador
	Zona 3. Parroquias Torata
	Zona 4. Central
	Zona Sitios
<b>Sábado</b>	Zona 1. Las Palmeras
	Zona 2. Cdla.Paraiso
	Zona 4. Central
<b>Domingo</b>	Zona 4. Central
	Feria Libre

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 2 Tamaño de la muestra para aplicación de encuestas

El tamaño de la muestra se lo obtiene mediante la ecuación de población estadística finita, como se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{\epsilon^2 (N - 1) + Z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

- $n$ = Tamaño de la muestra
- $Z$ = Nivel de confianza
- $p$ = Probabilidad de éxito
- $q$ = Probabilidad de error
- $N$ = Tamaño de la población
- $\epsilon$ = Margen de error

$$n = \frac{(1.645)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 82171}{(0.1)^2(82171 - 1) + (1.645)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 68 \text{ Encuestas}$$

### Anexo 3 Modelo de la encuesta

#### ENCUESTA-TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS

A continuación, se describirán una serie de preguntas para la propuesta de un plan para la instalación y operación de centros de recuperación de RSU aprovechables, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro.

*\*Obligatorio*

1. ¿Cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos? \*

*Marca solo un óvalo.*

Si

No

2. ¿Cuál es el medio de recolección utilizado en su barrio? \*

*Marca solo un óvalo.*

Camión recolector

Volqueta

Triciclo

Otro: \_\_\_\_\_

3. ¿Cómo calificaría el servicio de recolección de basura? \*

*Marca solo un óvalo.*

Malo

Regular

Bueno

Excelente

4. ¿Cuál es el desecho que más produce en su casa? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Restos de comida
- Plásticos
- Papel y cartón
- Metal, latas
- Vidrio
- Otro: \_\_\_\_\_

5. ¿Conoce los términos desechos orgánicos y desechos inorgánicos? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Si
- No

6. ¿En su casa realizan algún tipo de reciclaje? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Si
- No

7. ¿Separa la basura antes de ser desechada? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Si
- No

8. ¿Estaría dispuesto a separar y reciclar los residuos sólidos generados en su vivienda? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Si
- No

9. ¿Qué problema detecta en el servicio de recolección de basura? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Escaso número de camiones recolectores
- Falta de personal
- Incumplimiento en los horarios
- Mal condición de equipos de recolección
- Otro: \_\_\_\_\_

10. ¿En dónde deposita la basura para su recolección? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Fuera de la vivienda (Acera)
- Esquina de la calle
- Centro de la Calle
- Lugar específico
- Otro: \_\_\_\_\_

11. ¿Sabe dónde van los residuos sólidos? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Relleno Sanitario/botadero
- Rio
- Incinerados
- No sabe

12. ¿Ha recibido charlas de concientización sobre el tratamiento de desechos sólidos por parte de alguna institución pública o privada? \*

*Marca solo un óvalo.*

Si

No

13. ¿Estaría dispuesto a recibir charlas de concientización para el tratamiento de desechos sólidos? \*

*Marca solo un óvalo.*

Si

No

14. ¿Estaría dispuesto a aportar económicamente para mejorar la gestión de residuos sólidos? \*

*Marca solo un óvalo.*

Si

No

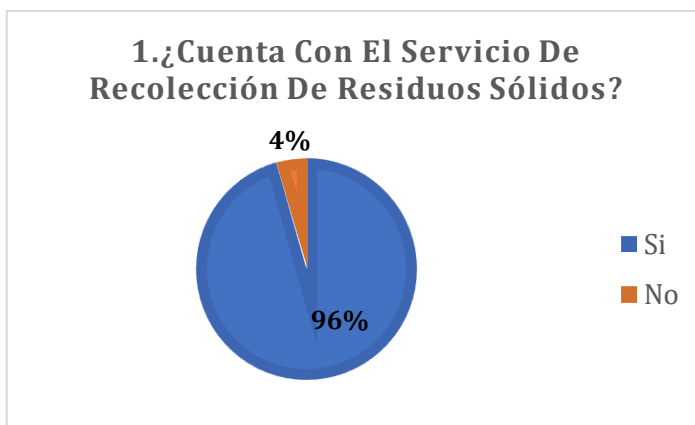
## **Anexo 4 Resultados de los datos obtenidos de las encuestas a los habitantes del Cantón Santa Rosa**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a 68 familias del Cantón Santa Rosa, dando como resultado lo siguiente:

### **1. ¿Cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos?**

El 96% de la población afirmó que sí cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos mientras que el 4% de 68 personas encuestadas no cuentan con este servicio.

Figura 4 Servicio de recolección -Pregunta 1

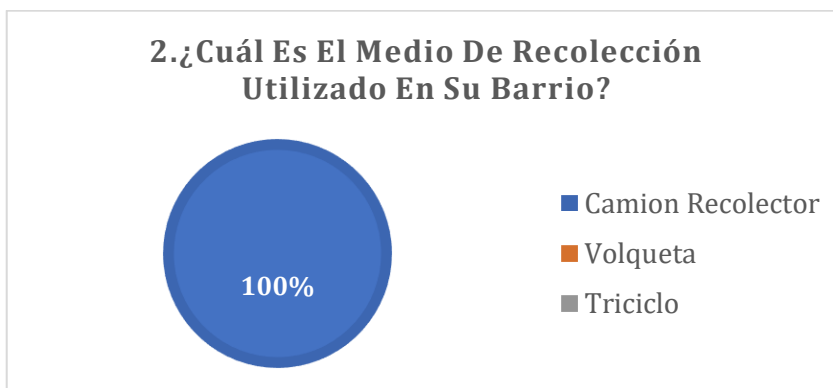


Fuente: Elaboración propia

### **2. ¿Cuál es el medio de recolección utilizado en su barrio?**

El 100% de los encuestados respondieron que el medio que utiliza la empresa para la recolección de los desechos es el camión recolector.

Figura 5 Tipo de recolección de basura -Pregunta 2

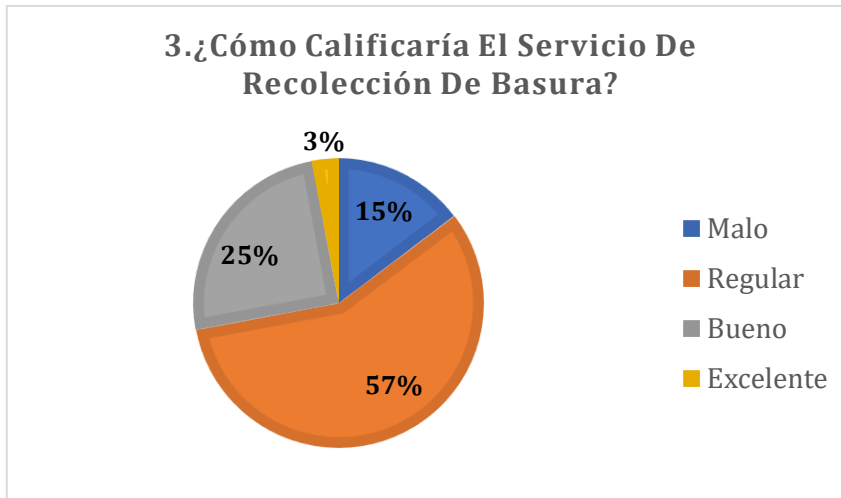


Fuente: Elaboración propia

### 3. ¿Cómo calificaría el servicio de recolección de basura?

El 57% de los encuestados califican a este servicio como regular, el 25% como bueno y finalmente el 15% reconoció que es un mal servicio.

Figura 6 Calificación al servicio de recolección -Pregunta 3

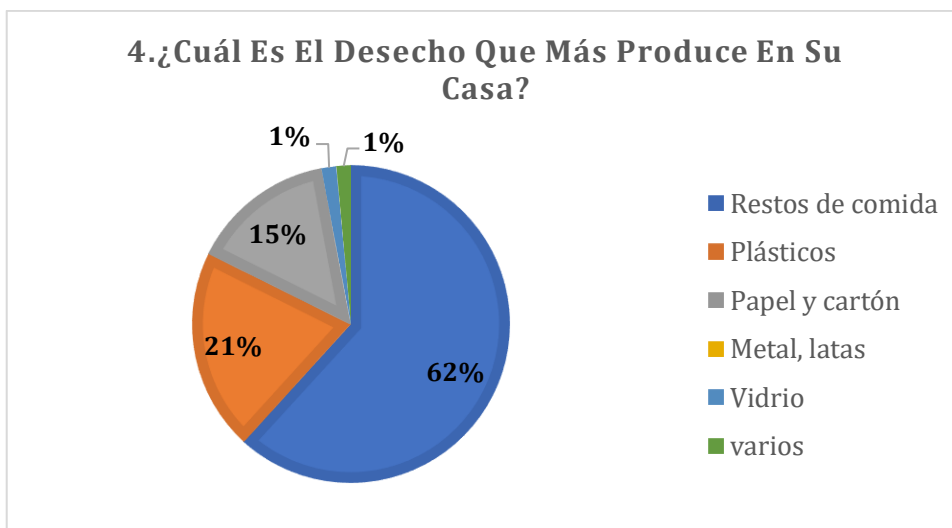


Fuente: Elaboración propia

### 4. ¿Cuál es el desecho que más produce en su casa?

Según los datos de las encuestas, los restos de comida son los desechos que más producen en los hogares de Santa Rosa con un 62%, seguido de plásticos con 21% y residuos como papel y cartón toman el tercer lugar con un 15%

Figura 7 Tipo de desecho producido -Pregunta 4

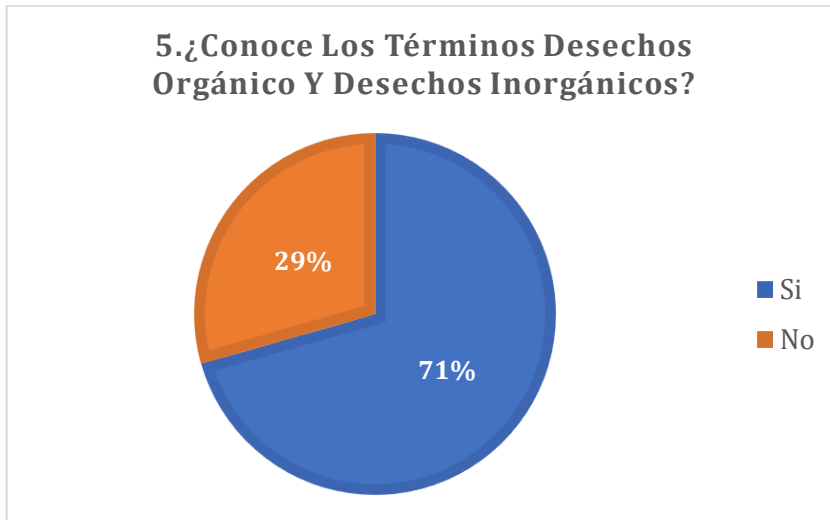


Fuente: Elaboración propia

### 5. ¿Conoce los términos desechos orgánicos y desechos inorgánicos?

El 71% de la población no conoce el significado de los desechos orgánicos e inorgánicos, mientras que el 29% tiene claro estos conceptos.

Figura 8 Concepto de desecho orgánico e inorgánico -Pregunta 5

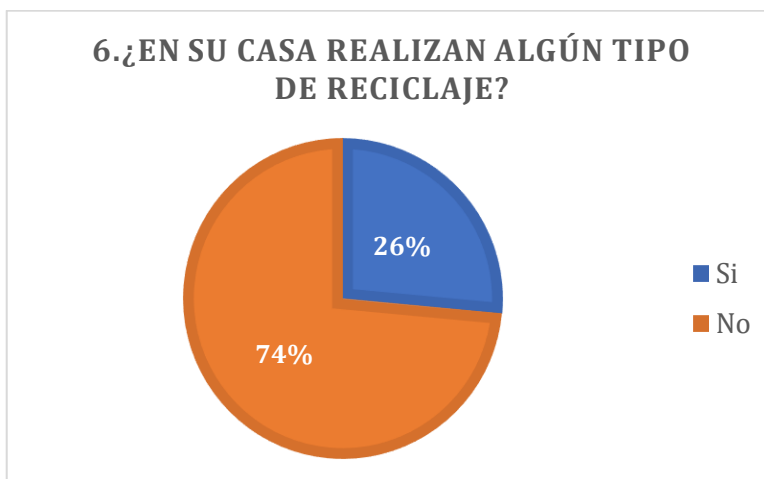


Fuente: Elaboración propia

### 6. ¿En su casa realizan algún tipo de reciclaje?

El 74% afirmó que en sus hogares no realizan ningún tipo de reciclaje de los desechos, mientras que el 26% mencionó que si realizan reciclaje antes de desechar la basura.

Figura 9 Reciclaje de los desechos -Pregunta 6



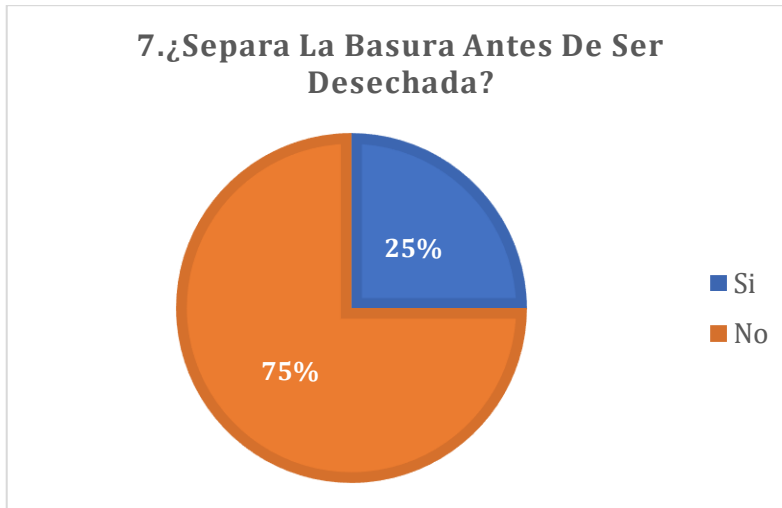
Fuente: Elaboración propia



### 7. ¿Separa la basura antes de ser desechada?

Con datos similares a la pregunta anterior, tenemos que el 75% de los encuestados no realizan ningún tipo de separación a sus desechos. Mientras que el 25% si realiza una separación previa a ser desechada.

Figura 10 Tipo de separación de desechos -Pregunta 7

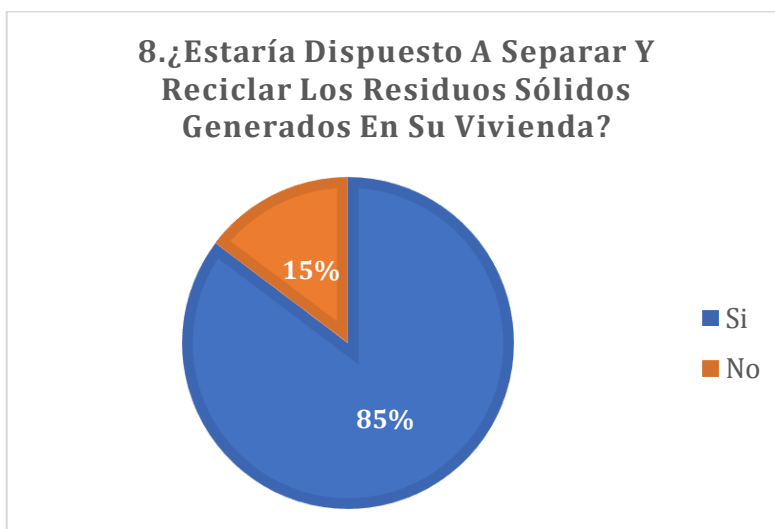


Fuente: Elaboración propia

### 8. ¿Estaría dispuesto a separar y reciclar los residuos sólidos generados en su vivienda?

Favorablemente el 85% de las familias encuestadas están dispuestas a separar y reciclar los residuos generados en sus hogares, por otro lado, el 15% no está dispuesto a realizar estas acciones con sus desechos.

Figura 11 Disposición para separar y reciclar los desechos sólidos -Pregunta 8

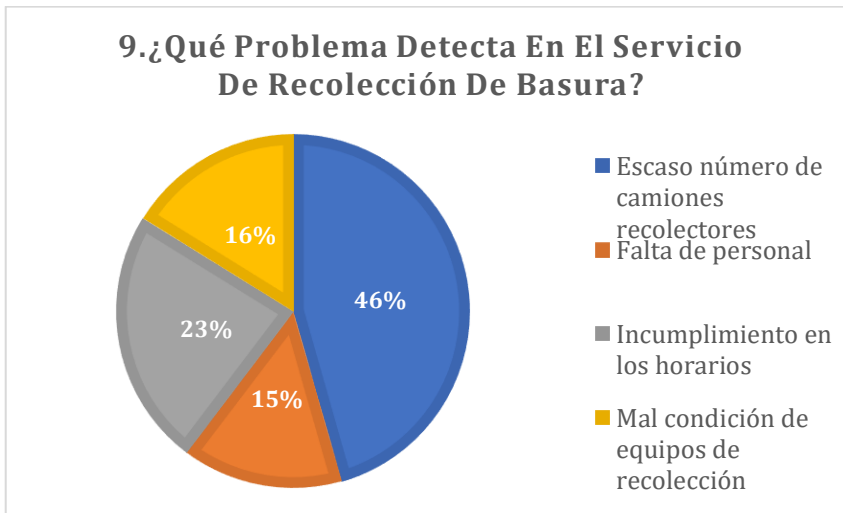


Fuente: Elaboración propia

### 9. ¿Qué problema detecta en el servicio de recolección de basura?

El problema que detecta la comunidad en el servicio de recolección de basura es el escaso número de camiones recolectores respaldando este dato con el 46% de la población, otro problema detectado es el incumplimiento de los horarios de atención con un 23%, seguido de mala condición de los equipos de recolección y falta de personal con un 16% y 15% respectivamente.

Figura 12 Problemas en el servicio de recolección -Pregunta 9

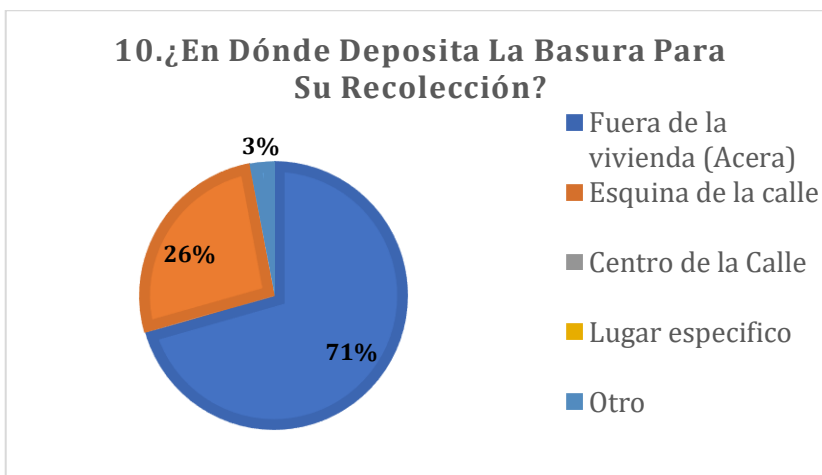


Fuente: Elaboración propia

### 10. ¿En dónde deposita la basura para su recolección?

El 71% de los encuestados que depositan su basura fuera de su vivienda, es decir, en la acera y el 26% lo realizan en la esquina de la calle.

Figura 13 Acopio de desechos sólidos -Pregunta 10

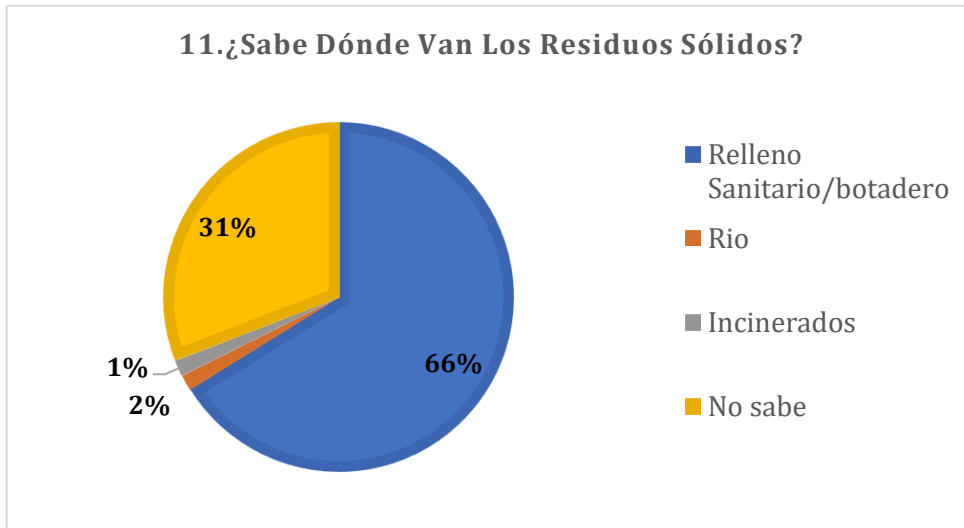


Fuente: Elaboración propia

### 11. ¿Sabe dónde van los residuos sólidos?

El 66% de los encuestados están conscientes que la disposición final de los desechos sólidos del cantón Santa Rosa es realizada en el relleno sanitario “Canoas” ubicado en la parroquia San Antonio, no obstante, el 31% no sabe cuál es el destino final de estos desechos.

Figura 14 Disposición final de los desechos -Pregunta 10

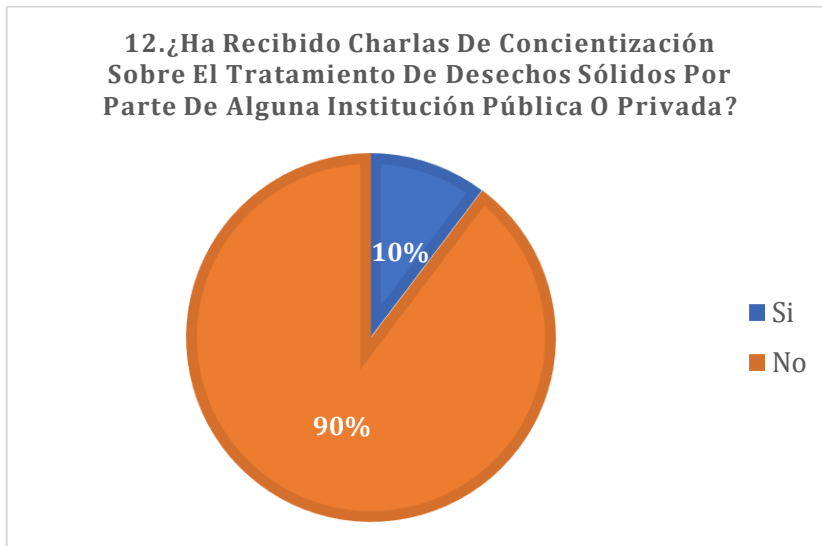


Fuente: Elaboración propia

### 12. ¿Ha recibido charlas de concientización sobre el tratamiento de desechos sólidos por parte de alguna institución pública o privada?

El 90% de la población del cantón no ha recibido ninguna charla sobre el tratamiento de desechos sólidos ni el adecuado uso de los residuos sólidos, de ninguna institución pública como el municipio o la empresa de aseo (EMASEP) o de una institución privada. Por otro lado, el 10% si ha recibido charlas de concientización sobre el tratamiento de desechos sólidos.

Figura 15 Charlas de concientización de RSU -Pregunta 12

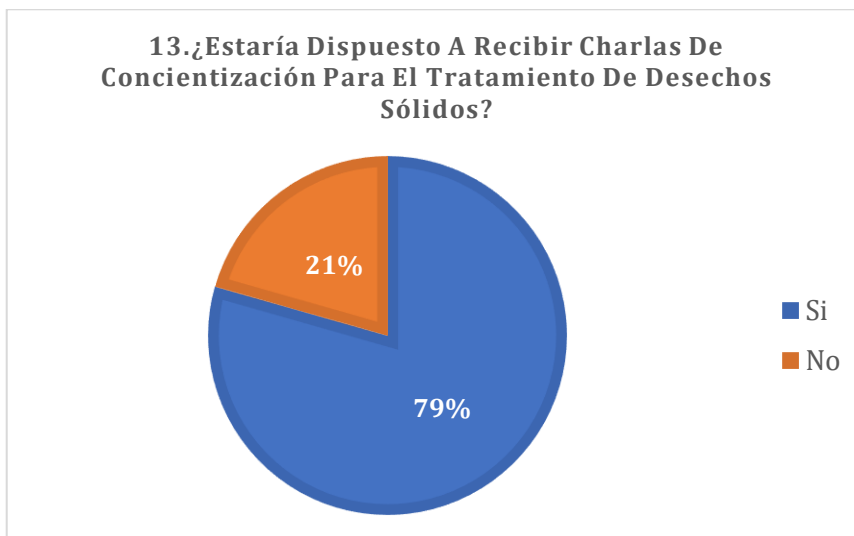


Fuente: Elaboración propia

**13. ¿Estaría dispuesto a recibir charlas de concientización para el tratamiento de desechos sólidos?**

En respuesta a la interrogante anterior, el 79% de las personas están predispuesto a recibir charlas y conocer sobre el tratamiento de los desechos sólidos y a recibir información para la concientización de desechos sólidos urbanos mientras que el 21% no desea recibir este tipo de charlas.

Figura 16 Disposición para recibir charlas concientización -Pregunta 13

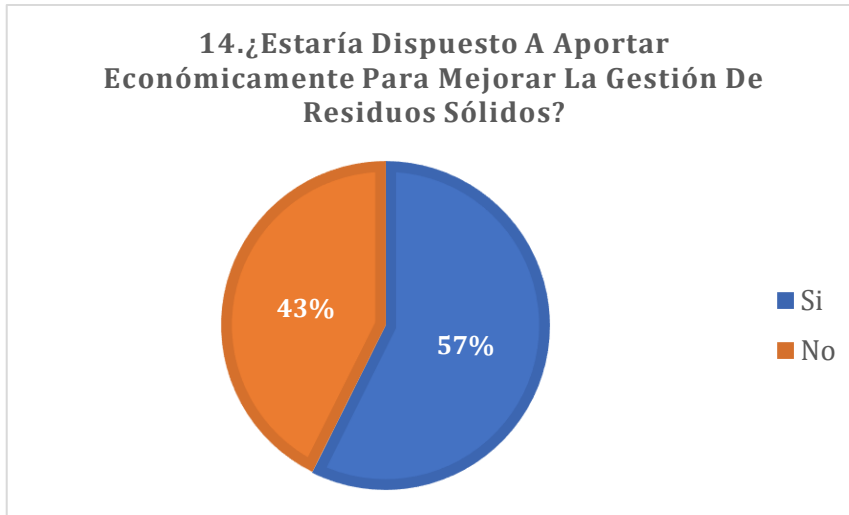


Fuente: Elaboración propia

**14. ¿Estaría dispuesto a aportar económicamente para mejorar la gestión de residuos sólidos?**

Se preguntó a los encuestados si estarían dispuestos a ayudar de forma monetaria en la gestión de residuos sólidos, para mejorar su disposición final y ayudar a mitigar el impacto probado, el 57% afirmó que, si está dispuesto en aportar económicamente, mientras que el 43% no estaría dispuesto a aportar.

Figura 17 Aportación económica para mejorar la gestión de desechos -Pregunta 14



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 5 Cálculo de la Producción Per-Cápita del Cantón Santa Rosa

<b>LUNES 17 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>Nº De Viviendas</b>	<b>Nº De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	0.81	0.45	1.26	0.42
2	4	1.21	0.76	1.97	0.49
3	2	0.87	0.88	1.75	0.88
4	5	2.90	0.60	3.50	0.70
5	6	2.54	1.01	3.55	0.59
6	4	0.95	0.69	1.64	0.41
7	4	1.03	0.54	1.57	0.39
8	2	0.90	0.45	1.35	0.68
9	3	1.41	0.75	2.16	0.72
10	6	3.10	0.99	4.09	0.68
11	4	1.06	0.87	1.93	0.48
12	5	0.85	0.85	1.70	0.34
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.57</b>

<b>MARTES 18 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>Nº De Viviendas</b>	<b>Nº De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	0.74	0.89	1.63	0.54
2	4	0.49	0.56	1.05	0.26
3	2	0.52	0.44	0.96	0.48
4	5	0.74	0.68	1.42	0.28
5	6	3.6	1.30	4.90	0.82
6	4	0.89	0.65	1.54	0.39
7	4	0.69	0.85	1.54	0.39
8	2	0.55	0.45	1.00	0.50
9	3	0.69	0.63	1.32	0.44
10	6	3.05	0.88	3.93	0.66
11	4	2.89	0.56	3.45	0.86
12	5	3.29	0.34	3.63	0.73
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.53</b>

<b>MIÉRCOLES 19 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>N° De Viviendas</b>	<b>N° De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	1.45	0.75	2.20	0.73
2	4	2.15	0.38	2.53	0.63
3	2	0.87	0.65	1.52	0.76
4	5	1.35	0.46	1.81	0.36
5	6	3.02	2.87	5.89	0.98
6	4	0.97	1.10	2.07	0.52
7	4	1.21	0.87	2.08	0.52
8	2	0.78	0.48	1.26	0.63
9	3	1.03	0.79	1.82	0.61
10	6	2.88	1.08	3.96	0.66
11	4	0.79	0.44	1.23	0.31
12	5	2.04	1.23	3.27	0.65
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.61</b>

<b>JUEVES 20 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>N° De Viviendas</b>	<b>N° De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	1.87	0.45	2.32	0.77
2	4	2.41	0.46	2.87	0.72
3	2	0.68	0.34	1.02	0.51
4	5	1.78	0.64	2.42	0.48
5	6	1.99	1.99	3.98	0.66
6	4	1.06	1.09	2.15	0.54
7	4	0.69	0.68	1.37	0.34
8	2	1.25	0.48	1.73	0.87
9	3	1.06	0.45	1.51	0.50
10	6	2.87	1.05	3.92	0.65
11	4	0.78	0.99	1.77	0.44
12	5	1.69	0.91	2.60	0.52
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.58</b>

<b>VIERNES 21 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>N° De Viviendas</b>	<b>N° De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	2.15	0.48	2.63	0.88
2	4	3.25	0.36	3.61	0.90
3	2	0.78	0.53	1.31	0.66
4	5	0.99	0.65	1.64	0.33
5	6	3.23	1.01	4.24	0.71
6	4	1.08	0.87	1.95	0.49
7	4	0.97	0.44	1.41	0.35
8	2	0.56	0.46	1.02	0.51
9	3	1.03	0.59	1.62	0.54
10	6	2.99	2.04	5.03	0.84
11	4	0.88	1.01	1.89	0.47
12	5	1.58	0.78	2.36	0.47
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.60</b>

<b>SÁBADO 22 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>N° De Viviendas</b>	<b>N° De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	2.41	0.45	2.86	0.95
2	4	2.46	0.46	2.92	0.73
3	2	0.78	0.34	1.12	0.56
4	5	1.87	0.64	2.51	0.50
5	6	3.40	2.04	5.44	0.91
6	4	1.06	1.09	2.15	0.54
7	4	0.41	0.59	1.00	0.25
8	2	0.87	0.48	1.35	0.68
9	3	1.09	0.78	1.87	0.62
10	6	2.98	2.03	5.01	0.84
11	4	0.45	1.01	1.46	0.37
12	5	2.98	0.91	3.89	0.78
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.64</b>



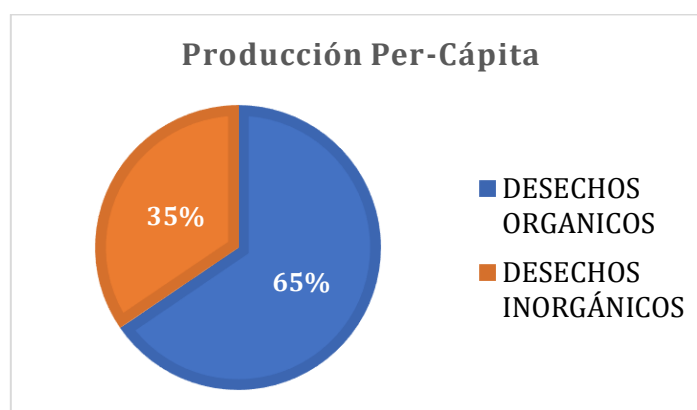
<b>DOMINGO 23 DE ENERO DE 2022</b>					
<b>N° De Viviendas</b>	<b>N° De Habitantes</b>	<b>Desechos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (Kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>PPC (kg/hab/día)</b>
1	3	2.03	0.41	2.44	0.81
2	4	3.50	0.36	3.86	0.97
3	2	0.88	0.42	1.30	0.65
4	5	1.87	0.74	2.61	0.52
5	6	2.09	2.03	4.12	0.69
6	4	1.04	1.01	2.05	0.51
7	4	0.74	0.98	1.72	0.43
8	2	1.21	0.58	1.79	0.90
9	3	1.03	0.87	1.90	0.63
10	6	2.44	2.03	4.47	0.75
11	4	0.98	1.06	2.04	0.51
12	5	2.07	0.89	2.96	0.59
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.66</b>

**Cuadro 2 Tasa de Generación Per Cápita de Residuos**

<b>Día</b>	<b>Desechos Orgánicos (kg/hab/día)</b>	<b>Desechos Inorgánicos (kg/hab/día)</b>	<b>Total (kg/hab/día)</b>
<b>Lunes</b>	0.365	0.200	0.57
<b>Martes</b>	0.347	0.181	0.53
<b>Miércoles</b>	0.383	0.231	0.61
<b>Jueves</b>	0.390	0.194	0.58
<b>Viernes</b>	0.402	0.193	0.60
<b>Sábado</b>	0.427	0.216	0.64
<b>Domingo</b>	0.431	0.232	0.66
<b>Total</b>	<b>0.39</b>	<b>0.21</b>	<b>0.60</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 18 Producción Per-Cápita del Cantón Santa Rosa**



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6 Cálculo de número de camiones recolectores para la empresa EMASEP

Los cálculos presentados a continuación se los realizó siguiendo la metodología aplicada en [23].

$$N_{vehículos} = \left[ \frac{PPC \times P \times 7 \times Kr \times K}{Nv \times C \times dh} \right] \quad (2)$$

Donde:

- $PPC$  = Producción per-cápita de residuos
- $P$  = Población
- $kr$  = Factor de reserva
- $K$  = Factor de cobertura
- $Nv$  = Número de viajes
- $C$  = Capacidad del vehículo
- $dh$  = Residuos sólidos generados en los días que se trabaja (7 días)

$$N_{vehículos} = \left[ \frac{0.60 \times 82171 \times 7 \times 1.10 \times 1}{7 \times 3058 \times 7} \right]$$

$$N_{vehículos} = 2.5 \approx 3 + reserva$$

$$N_{vehículos} = 4 Vehiculos$$

## Anexo 7 Evidencia fotográfica

Figura 19 Presencia de desechos sólidos fuera del horario de recolección



Figura 20 Relleno sanitario del Cantón Santa Rosa



Figura 21 Entrada de camiones recolectores al relleno sanitario



Figura 22 Tractor de cadena fuera de servicio



Figura 23 Entrevista al Ing. Jenner Rivera Morán Técnico encargado de la disposición final



Figura 24 Toma de encuestas



Figura 25 Toma de muestra de los desechos



## **6. PROPUESTA TÉCNICA**

### **6.1 Datos informativos**

**6.1.1 Título de la propuesta.** Plan para instalación y operación de centros de recuperación de RSU aprovechables, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro.

**6.1.2 Institución ejecutora.** Empresa Municipal de Aseo Santa Rosa EP (EMASEP)

**6.1.3 Ubicación geográfica.** Cantón Santa Rosa, provincia de El Oro.

**6.1.4 Beneficiarios.** Los habitantes que conforman el Cantón Santa Rosa los cuales mejoran su calidad de vida además de atenuar los impactos negativos sobre el ambiente, la salud y reducir la presión sobre los recursos naturales.

### **6.2 Antecedentes**

En Ecuador, desde el año 2002 hasta el 2010, de un total de 221 municipios, solo 160 disponían sus desechos en botaderos a cielo abierto, perjudicando y contaminando los recursos naturales, afectando principalmente a la salud de la población y al medio ambiente. Los restantes 61 municipios, presentaban una gestión de desechos sólidos con criterios técnicos muy escasos que no cumplían con las normas de disposición final.[24]

Y es evidente que después de doce años la gestión por parte de los municipios no ha mejorado ya que sigue sin haber un tratamiento previo antes de la disposición final de los desechos.

En el Catón de estudio, no existe un adecuado tratamiento de los RSU, si bien el relleno sanitario cumple con ciertas normas para su funcionamiento, poco a poco se irá transformando en un botadero a cielo abierto. Por lo que un tratamiento previo de estos desechos sería una solución óptima para mejorar la gestión de RSU en el Cantón.

### **6.3 Justificación**

El presente trabajo se realiza con el objetivo de detectar los posibles problemas que presenta el Cantón Santa Rosa en la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Con base en la investigación bibliográfica, visitas in situ y modelos de encuestas, se logró identificar que el principal problema es el inexistente tratamiento de los desechos sólidos urbanos que llegan al relleno sanitario, además del poco equipo de recolección y

maquinaria para la disposición final que cuenta la empresa y la escasa participación y responsabilidad ambiental por parte de la ciudadanía.

Por lo tanto, el presente plan busca dotar a la empresa EMASEP, con alternativas para ayudar en la solución de estos problemas para fortalecer el servicio de aseo que brinda la empresa, potenciando la gestión de residuos sólidos urbanos.

## **6.4 Objetivos**

**6.4.1 Objetivo general.** Elaborar un plan que fomente la gestión integral del manejo de los residuos sólidos urbanos aprovechables en el Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro.

### **6.4.2 Objetivos específicos.**

- Incentivar a la comunidad del Cantón a adquirir una actitud positiva y responsable en el manejo de los residuos sólidos, a través de talleres, charlas y concursos ambientales en centros educativos, para reducir la producción de residuos sólidos.
- Evaluar la eficiencia del sistema de recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, para disminuir el tratamiento final de ciertos desechos y optimizar recursos.
- Realizar un diagnóstico en la disposición final de los residuos sólidos en el cantón Santa Rosa.
- Promover la adquisición de maquinaria para la recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos urbanos.

## **6.5 Fundamentación**

Las normas que se encargan de legislar los residuos sólidos urbanos y su gestión en nuestro país se resumen a continuación:

1. Constitución del Ecuador: En la carta Magna vigente desde el 2008, en el capítulo II, Art. 14, reconoce el derecho a la población a vivir en un ambiente sano y que esté en equilibrio con el medio ambiente, garantizando el buen vivir, *sumak kawsay*. [20]
2. Código de la Salud: El capítulo II, en los artículos 97,98,99,100, mencionan las normas para el manejo, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos y residuos que afecten a la salud humana, así también promueven los programas y campañas para la concientización de desechos sólidos urbanos.[25]
3. TULSMA: En el libro VI Anexo 6, el objetivo principal es proteger y conservar la integridad de las personas y el ecosistema. Esta norma determina cómo se debe

manipular los residuos sólidos, así como prohibiciones y normas de tratamiento y disposición final.[4]

4. Ordenanzas municipales: La Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Santa Rosa”, publicada en el Registro Oficial N° 138 del 29 de abril de 2011. Consta de 12 capítulos que tratan aspectos como: ámbitos legales, servicios de barrido y recolección, disposición final, contravenciones y sanciones, tasas y cobros, entre otros temas.[19]
5. Ley Orgánica del Régimen Municipal: Esta ley establece los servicios de aseo que deben prestar los municipios, así también su recolección y tratamiento.[9]
6. Ley de Prevención y control de la contaminación: El art. 13 determina que los Ministerios de Salud y Ambiente, en coordinación con los municipios deberán planificar, regular, supervisar y normar los sistemas de recolección, transporte y disposición final.[26]

## **6.6 Plan de acción**

Una vez realizado y analizado el diagnóstico del sistema de gestión de RSU actual en el Cantón Santa Rosa, se plantean las siguientes propuestas para aportar con una solución viable a los problemas presentados para mejorar la gestión de los RSU.

**6.6.1 Programa de concientización de residuos sólidos urbanos.** Incentivar a la población del Cantón Santa Rosa una cultura y conciencia ambiental en cuanto al manejo de los residuos sólidos, a través de charlas orientadas a adultos y niños, para lograr mejorar y salvaguardar el medio ambiente, a través de la correcta disposición y manejo de los RSU.

### **Actividades:**

#### **1. Charlas y talleres de concientización de residuos sólidos**

Están orientadas principalmente a la población tanto de la parte urbana como rural para establecer conceptos, normativas, tratamientos y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos que producen en cada hogar. Además de dar a conocer la gestión de los RSU desde su recolección, transporte, almacenamiento y disposición final en el relleno sanitario “Canoas”, ya que el 31% de las familias encuestadas no conocen cual es la disposición final de los desechos.



Es de gran importancia realizar campañas para la concientización sobre la reducción de residuos sólidos a toda la comunidad, y a su vez dar charlas del aprovechamiento de estos que se generan en cada hogar del Cantón Santa Rosa. Las charlas deberán estar a cargo de profesionales municipales en temas de Gestión Ambiental. En la tabla 3, se propone los posibles temas con una breve descripción, duración y materiales a utilizar en las charlas de concientización de RSU:

**Cuadro 3 Temario de charlas y talleres de concientización de RSU**

TEMAS:	DESCRIPCIÓN
¿Qué es la Gestión integral de Residuos sólidos urbanos?	<p><b>Descripción:</b> Concepto, elementos de la Gestión Integral de RSU, importancia y beneficios.</p> <p><b>Duración:</b> 20 min.</p> <p><b>Materiales:</b> Computadora, proyector, folletos y diapositivas</p>
Normativa Nacional vigente	<p><b>Descripción:</b> Normas encargadas de la gestión de los RSU, así como la participación de la ciudadanía en estas normas, Relleno Sanitario “Canoas”</p> <p><b>Duración:</b> 15 min</p> <p><b>Materiales:</b> Computadora, proyector, folletos y diapositivas</p>
Clasificación de los Residuos	<p><b>Descripción:</b> Tipos de residuos, función, características, modelo de contenedores de reciclaje</p> <p><b>Duración:</b> 20 min</p> <p><b>Materiales:</b> Computadora, proyector, folletos, videos, diapositivas</p>
Tratamiento de los residuos generados	<p><b>Descripción:</b> Alternativas para el tratamiento de RSU, vida útil del relleno sanitario.</p> <p><b>Duración:</b> 15 min</p>

	<b>Materiales:</b> Computadora, proyector, material didáctico, diapositivas
Reciclaje y Separación de residuos sólidos	<b>Descripción:</b> Tipos de materiales que se pueden reciclar, Separación y forma de reciclaje de los residuos en las escuelas y hogares. <b>Duración:</b> 20 min <b>Materiales:</b> Computadora, proyector, material didáctico.
Importancia del compromiso individual y colectivo de los ciudadanos.	<b>Descripción:</b> Reducir y evitar el consumo de productos que generen residuos, cuidado de la limpieza externa de las escuelas, viviendas, sociabilización de los horarios de recolección por tipo de residuo sólido. <b>Duración:</b> 20 min <b>Materiales:</b> Computadora, proyector, material didáctico.

Fuente: Elaboración propia

## 2. Programas sobre el manejo de RSU en centros educativos

Busca promover en los alumnos de los diferentes centros educativos del Cantón Santa Rosa la importancia del adecuado manejo de residuos sólidos, inculcar un cambio de actitud frente a los problemas de nuestro planeta, facilitando una formación ambiental a los profesores para que ellos transmitan ese conocimiento a sus alumnos, creando contenidos sobre concientización de RSU y alternativas de reutilización de los desechos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos. En la siguiente tabla se proponen posibles programas a ser utilizados:

### Cuadro 4 Programas en centros de educación

PROGRAMAS	DETALLES
Promover prácticas de consumo responsable y sostenible	Dar a conocer a los alumnos los diferentes modos de consumo que tienen un mínimo impacto en el medio ambiente y la

	sociedad, además de enseñar a evitar el consumo innecesario de artículos comunes en el hogar.
Fomentar las 3R	Transmitir que desde nuestros hogares podemos reducir, reutilizar y reciclar ciertos desechos producidos. Así contribuir a mitigar la producción excesiva de los desechos.
Concurso de manualidades con desechos inorgánicos	Realizar concurso con otras instituciones educativas donde se promueva la creación de manualidades con materiales como plástico, cartón, telas, vidrio, madera, etc. Promoviendo la imaginación y destreza de los alumnos.
Colocar contenedores de reciclaje	Colocar en las instituciones educativas contenedores de reciclaje de colores.

Fuente: Elaboración propia

## 6.6.2 Programas de minimización de residuos en la fuente

### Actividades:

#### 1. Socialización mediante medios de comunicación

Este programa pretende utilizar el alcance de las redes sociales como Facebook, Instagram, Twitter y otros medios de comunicación como la radio, para impartir información sobre la gestión de desechos sólidos de la empresa dentro del Cantón.

De esta forma se pretende que la ciudadanía esté al tanto de temas como:

- Horarios de recolección.
- Rutas de recolección, o variaciones.
- Charlas y talleres.
- Campañas de reciclaje, mingas.
- Adquisición de maquinaria y temas referentes a la gestión de los RSU en el cantón Santa Rosa.

## 2. Recipientes para almacenar los RSU

Colocar en puntos estratégicos del Cantón dos tipos de recipientes para el reciclaje y recolección de los RSU, para lograr mejoras sanitarias, estéticas y otorgando facilidad de trabajo a los recolectores.

La elección de los contenedores o recipientes para almacenar y recolectar los residuos varía dependiendo de las distintas zonas del Cantón, por lo que la elección de estos debe ser de forma eficiente, de acuerdo a su funcionalidad y capacidad.

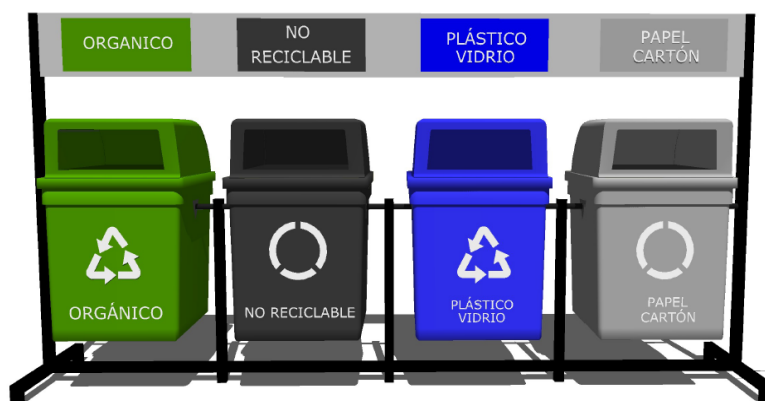
- **Tipo I**

Estos contenedores se los colocaran en lugares estratégicos como: parques, canchas, centros educativos, hospitales, maternidades, municipio, terminal, plazas, cementerios, etc. Los contenedores estarán separados por cuatro colores, divididos por: desechos orgánicos, no reciclables, plásticos y vidrio y papel y cartón.

Se recomienda que estos contenedores sean colocados en lugares estables y en buenas condiciones. Estos tendrán una capacidad 132 litros, con 50 cm de largo, 48 cm de ancho y 97 cm de alto, respectivamente. Además de cumplir con los requisitos de la norma NTE INEN 2841.

El diseño de estos contenedores se presenta en la figura 26. Como se puede observar el color verde pertenece a desechos orgánicos, el negro a desechos que no se pueden reciclar, azul para plásticos y vidrio y finalmente el color gris para todo tipo de papel y cartón.

Figura 26 Tipo I de contenedores para reciclaje



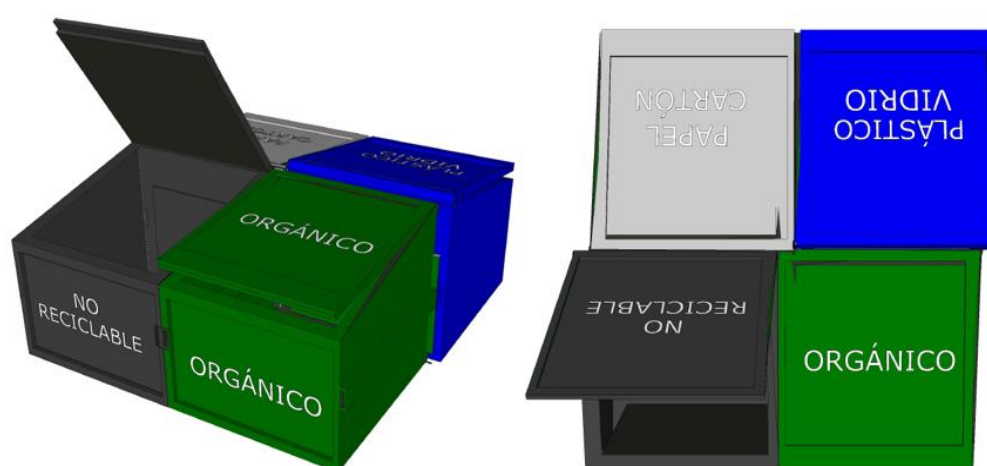
Fuente: Elaboración propia

- **Tipo II**

Este tipo de contenedores se colocarán en sitios rurales, con gran generación de RSU y sitios que son propensos a ser utilizados como botaderos improvisados. Estarán separados por cuatro categorías dependiendo de sus desechos, la capacidad es de 660 litros, sus medidas son de: 101 cm de alto, 102 cm ancho y 120 cm de largo.

En la figura 27 se presenta el diseño de estos contenedores. Como se observa el color verde será para los orgánicos, el negro para no reciclables, azul para plásticos y vidrio y el color gris para papel y cartón.

Figura 27 Tipo II de contenedores para reciclaje



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se presenta una guía para clasificar los desechos para cada recipiente. Esta muestra los materiales que deben y no deben ser colocados en los recipientes, esta información debe ser socializada con la comunidad para que estén conscientes del uso correcto de los mismos.

**Cuadro 5** Guía para clasificar los desechos

<b>ORGÁNICO</b>	
<b>Qué debemos depositar</b>	<b>Qué NO debemos depositar</b>
Restos de comida	Aceite de cocina
Huesos, cáscaras de frutas y hortalizas	Residuos de limpieza
Filtros de café	Colillas
Sobres de tes	Pañales

Cáscaras de marisco y moluscos Taponos de corcho Cáscaras de huevo Restos de plantas y flores Cáscaras de frutos secos	Productos de higiene femenina
<b>NO RECICLABLE</b>	
<b>Qué debemos depositar</b>	<b>Qué NO debemos depositar</b>
Colillas Pañales Productos de higiene femenina Cuchillas de afeitar Cepillos de dientes Chicles Excrementos de animales	Pilas
<b>PLÁSTICO Y VIDRIO</b>	
<b>Qué debemos depositar</b>	<b>Qué NO debemos depositar</b>
Envases leche, zumos, derivados Vasos y cubiertos descartables Botellas, taponos y otros envases de plástico Papel de aluminio y film Guantes de goma Botellas de vidrio Jarras y copas de vidrio	Botes de pintura o productos químicos Taponos de botellas y botes Focos y lámparas Fracos de medicamentos Fracos que hayan contenido productos tóxicos o peligrosos
<b>PAPEL Y CARTÓN</b>	
<b>Qué debemos depositar</b>	<b>Qué NO debemos depositar</b>
Periódicos, libros, sobres, revistas y otros papeles. Bolsas y envases de papel, cajas de cartón, que deben plegarse antes de depositarlas Cartón de huevos	Envases mixtos de papel y plástico Papeles muy sucios, como de cocina usados o manteles de papel Papel de fotos

Fuente: Elaboración propia

### **6.6.3 Programa para la instalación y operación de centros de recuperación de RSU**

#### **Actividades:**

##### **1. Planta de Recuperación de RSU**

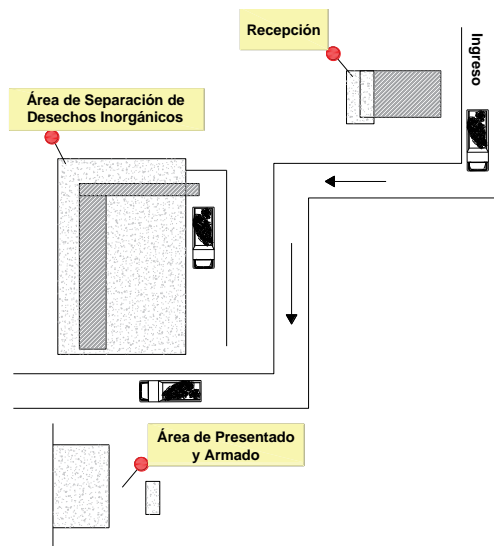
Este programa va de la mano con la colocación de recipientes de reciclaje de RSU, ya que el objetivo principal de este plan es separar los residuos inorgánicos y gestionar una posible comercialización o reutilización de estos materiales. Y los desechos orgánicos y los desechos no reciclables recolectados, serán enviados directamente al relleno sanitario para su disposición final.

Las ventajas más significativas de esta planta de recuperación de RSU son: fácil y rápida operación e implementación, se recupera gran cantidad de materiales como papel, vidrio, aluminio y plástico para su posible comercialización, crea nuevas fuentes de trabajo y genera un impacto positivo tanto al medio ambiente como en la comunidad y es de baja inversión. Por otro lado, podemos mencionar que una de sus desventajas es que no utiliza los residuos orgánicos para su reutilización.[27]

La metodología de operación de la planta es la siguiente:

1. Los residuos sólidos urbanos ingresan a la planta en recipientes sin una separación previa.
2. Posteriormente se lo conduce a una cinta transportadora para su separación manual.
3. Una vez realizada la separación, son enviados al área de selección por: color, tipo y calidad.
4. Se almacenan en el área de prensado y enfardado en paquetes hasta su comercialización.
5. Los residuos que no se pudieron recuperar son enviados al relleno sanitario que se encargará de su disposición final.[27]

Figura 28 Croquis de la planta de recuperación de RSU



Fuente: Elaboración propia

## 2. Relleno sanitario por sistema de enfardados de RSU

Una planta de Recuperación de RSU y el sistema de enfardados de RSU es una alternativa que van de la mano ya que se puede utilizar la basura empaquetada o en fardos y disponerlas en el relleno sanitario, optimizando el espacio de cada celda, disminuyendo el impacto ambiental causado y aumentando la vida útil del relleno.

El sistema de enfardados es una tecnología que convierte la materia orgánica en materia inerte, esta tecnología compacta la basura y elimina el oxígeno haciendo que su fermentación sea más lenta disminuyendo la emisión de gases tóxicos y no produce lixiviados. Este tipo de basura puede ser enfardada y acumulada sin límite, lo que permite ahorrar espacio en los rellenos sanitarios ya que la basura se compacta en un 70%. [28]

### Proceso:

- La planta recicladora recibirá los desechos, los separará según sus categorías y los materiales que serán utilizados pasan al área de prensado.
- Una vez presentado el material saldrá en paquetes, serán enfardados y empaquetados agregando una cubierta con un film de polietileno de alta densidad, lo que mejorará la conservación de los desechos y reducir los olores.
- Posteriormente se realiza el transporte en camiones de carga y serán conducidos a los rellenos sanitarios para su disposición final.



Figura 29 Proceso del sistema de enfardado de RSU



Fuente: Elaboración propia

### Ventajas de utilizar este sistema

- Optimización del transporte a vertedero.
- Aumenta la vida útil del relleno sanitario.
- Genera un menor impacto ambiental del vertedero.
- Optimiza recursos económicos porque se requiere menor cantidad de tierra para su cobertura.
- Mejora la seguridad del vertedero, ya que los fardos son más estables, compactos por lo que no hay riesgos por asentamientos, derrumbes e incendios.
- Hay mayor sanidad dentro del vertedero, disminuyendo la presencia de aves y roedores debido a que los desechos están envueltos en fardos de alta densidad y atados.[29]

### 3. Biofiltros de composta para la remoción de gases contaminantes en el relleno sanitario

La composta es un material que se obtiene de la degradación de la materia orgánica, es empleado en la agricultura como abono para plantas, sin embargo, también se puede utilizar este material en la remoción de contaminantes. La composta puede utilizarse para oxidar el gas metano producido en los rellenos sanitarios o vertederos de basura.[30]

La biofiltración es un proceso biológicamente activo para remover contaminantes de una corriente de residuos. La composta tiene una alta diversidad microbiana mucho mayor que los suelos fértiles, lo que ayuda a la remoción de estos contaminantes, por lo que el ambiente de la composta en el biofiltro proporcionar un crecimiento óptimo de los microorganismos.[30]

Estos biofiltros de composta pueden utilizarse en la remoción de gases volátiles, controlando la emisión de los gases que se producen en el relleno sanitario, ya que estos sitios son la tercera fuente más contaminante de metano.[30]

Además, la utilización de la composta madura para la cubierta final de los rellenos sanitarios empleando la vegetación correcta, puede ser otra alternativa para dar un uso sustentable a los residuos urbanos producidos en el Cantón Santa Rosa.

Figura 30 Biofiltro de composta



Fuente: Periódico UNAL/ (<https://bit.ly/3H5pNAI>)

**6.6.4 Adquisición de maquinaria para los procesos de disposición final.** La empresa EMASEP actualmente cuenta con cuatro camiones recolectores, los mismos que son alquilados, es decir la empresa no es propietaria de estos equipos. Pero cuando se realizó

el presente estudio se pudo constatar que solo se utilizan dos camiones recolectores ya que los dos restantes se encuentran en reparación y su tiempo de habilitación es indefinido.

Además, existen maquinaria paralizada como es el caso del tractor de cadena que se muestra en la figura 22, este equipo era utilizado en la disposición final, en el vertido de los desechos a las celdas. Por lo que actualmente utilizan una retroexcavadora (que también es alquilada), para verter estos desechos a su respectiva celda, retrasando y dificultando labores al personal encargado. Además de aumentar el presupuesto por el alquiler de esta maquinaria.

Es por ello que se propone a la empresa la adquisición de maquinaria y equipos de trabajo adecuados para la correcta gestión de estos residuos. En el anexo 6 se muestra el cálculo del número adecuado de camiones recolectores necesarios para la demanda de generación de RSU del Cantón Santa Rosa, dando como resultado que se necesitan tres camiones más una reserva, es decir 4 camiones recolectores. Número que coincide con los equipos que contaba anteriormente la empresa. Recordando que solo dos de sus camiones están disponibles. Por lo que actualmente el número disponible con el cálculo realizado para su demanda es inadecuado.

Se propone la adquisición de equipos necesarios para el correcto manejo de los RSU. A continuación, se presentan las propuestas de maquinarias.

### **Camión recolector**

#### Características Funcionales

- Manejo de compactación por los operarios cargadores desde el lateral trasero derecho, con palancas de accionamiento manual.
- Interconexión entre cargadores y chofer por timbre en cabina.
- Comando de levante de Tolva y descarga de residuos desde lateral delantero izquierdo, accionamiento manual.
- Seguridad en la descarga de los residuos debido a la posición de comando alejada de la Tolva.
- Sistema automático de cierre de Tolva.
- Tiempo de ciclo de 20/22 segundos aproximadamente.
- Tolva de carga con guías de chapa alta resistencia y patines de poliamida.

- Sistema doble placa con 4 cilindros intercambiables.
- Materiales resistentes y de gran durabilidad.
- Diversas capacidades de carga.
- Mayor densidad de compactación (hasta 750 kg/m<sup>3</sup>).[31]

Figura 31 Compactador CS8



Fuente: Scorza (<https://bit.ly/32wqi7r>)