

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

“Plan de Manejo de Residuos Sólidos para la Comunidad de Colorado Norte, Pococí”

Maryan Hidalgo Vargas

CARTAGO, Noviembre, 2021

TEC | Tecnológico de Costa Rica
Ingeniería Ambiental

“Plan de Manejo de Residuos Sólidos para la Comunidad de Colorado Norte, Pococí”

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

Miembros del tribunal

PhD. Lilliana Abarca Guerrero
Director

Licda. Ariana Solís Blandón
Lector 1

Licdo. Alberto Vásquez Granados
Lector 2

Dra.ir. Mary Luz Barrios Hernández
Coordinador COTRAFIG

MSc. Ricardo Coy Herrera
Director Escuela de Química

MSc. Ana Lorena Arias Zúñiga
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

A mi roble, que me cuida desde el cielo.

A mi madre, mi padre y mi hermana y mejor amiga Nancy, por darme la oportunidad de convertirme en la mujer que hoy soy y acompañarme en el proceso.

AGRADECIMIENTOS

A la Unidad Técnica de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Pococí, en especial a Ari que puso alma, vida y corazón en este proyecto.

A Fabián Delgado, Andrea Camacho, Cyntia Ávila y Hugo Alvarado, miembros de la Municipalidad de Pococí.

A la profe Lilly, por transmitirme sus conocimientos de una forma tan genuina y con tanto amor.

A Sofía Ramírez, Fabricio Leandro y Popito, por ayudarme de una manera tan sincera y desinteresada.

A Sonia Chinchilla, por rescatarme tantas veces de mí misma.

A la familia Alvarado Bonilla, por acogerme, apoyarme y motivarme en todo este proceso.

A mis mejores amigas de la vida (Yuli, Bren y Michi) por recordarme siempre quién soy y de lo mucho que soy capaz.

Y principalmente a mí misma, por llegar hasta acá.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	13
2	OBJETIVOS	15
2.1.1	Objetivo general	15
2.1.2	Objetivos específicos	15
3	REVISIÓN DE LITERATURA	16
3.1	<i>INTRODUCCIÓN</i>	16
3.2	<i>SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</i>	17
3.2.1	Actores Involucrados	17
3.2.2	Elementos del Sistema de Residuos Sólidos	18
	Generación	18
	Almacenamiento	19
	Recolección	20
	Transporte	20
	Tratamiento	21
	Valorización	21
	Disposición final	21
3.2.3	Otros aspectos	22
	Aspecto institucional	23
	Aspecto financiero	24
	Aspecto tecnológico	25
	Aspecto sociocultural	26
	Aspecto legislativo	27
	Aspecto educativo	28
4	MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1	<i>LUGAR DE ESTUDIO</i>	30
4.2	<i>ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</i>	32
4.2.1	Determinación del número de muestras	32
4.2.2	Selección de la muestra	33
4.2.3	Divulgación a viviendas seleccionadas	33
4.2.4	Toma de muestras	33
4.2.5	Realización del estudio de caracterización y composición de residuos sólidos	34

4.3	<i>ENTREVISTAS AL SECTOR RESIDENCIAL</i>	34
4.3.1	Contenido de las entrevistas	35
4.4	<i>ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS</i>	36
4.5	<i>IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO TARIFARIO</i>	36
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
5.1	<i>ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</i>	37
5.2	<i>ENTREVISTAS AL SECTOR RESIDENCIAL</i>	40
		41
5.3	<i>ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS</i>	46
5.3.1	Avances dentro de la comunidad	47
5.3.2	Análisis de los actores clave	47
5.3.3	Análisis FODA del manejo de residuos en la comunidad	49
5.4	<i>PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA COMUNIDAD DE COLORADO NORTE</i>	50
5.4.1	Árbol de objetivos	50
5.4.2	Línea estratégica 1. Gestión de residuos en la fuente de generación	52
5.4.3	Línea estratégica 2. Recolección y transporte de los residuos sólidos	52
	Método de recolección	54
	Transporte de residuos	54
	Frecuencia de recolección	55
	Ruta de recolección	55
5.4.4	Línea estratégica 3. Educación, capacitación y sensibilización	55
5.4.5	Línea estratégica 4. Fortalecimiento legal y administrativo	56
5.5	<i>IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO TARIFARIO</i>	58
5.5.1	Estimación de costos	59
	Costo trimestral del servicio	62
5.5.2	Modelo de cobro del servicio	62
6	CONCLUSIONES	64
7	RECOMENDACIONES	66
8	REFERENCIAS	67
	APÉNDICES	71

Apéndice 1: Situación actual de la comunidad	72
Apéndice 3: Entrevistas realizadas al sector residencial	76
Apéndice 4: Estudio de generación y composición de RS	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Ciclo de vida de los residuos sólidos. Tomado de Urbina-Reynaldo & Zúñiga-Igarza (2016).....	22
Figura 4.1. Ubicación del distrito de Colorado. (Tomado de Inder. (2021).....	31
Figura 4.2. Vista 3D de aceras suspendidas. (Fuente: Municipalidad de Pococí).....	31
Figura 5.1. Composición porcentual de residuos sólidos en la comunidad de Colorado Norte	37
Figura 5.2. Número de habitantes por vivienda en Colorado Norte.....	41
Figura 5.3. Porcentaje de separación de RS en las viviendas de Colorado Norte	41
Figura 5.4. Tipos de residuos separados según las viviendas entrevistadas.....	42
Figura 5.5. Cantidad de residuos que se generan semanalmente por vivienda	43
Figura 5.6. Frecuencia de eliminación de residuos sólidos de la vivienda.....	43
Figura 5.7. Disposición de los residuos sólidos generados en las viviendas de Colorado Norte	44
Figura 5.8. Disposición de recibir capacitación sobre reciclaje y compostaje	45
Figura 5.9. Disposición de trasladar los residuos valorizables al centro de acopio	46
Figura 5.10. Análisis FODA del manejo de residuos en la comunidad	50
Figura 5.11. Metas por alcanzar con la implementación de un Plan de Manejo de RS en la comunidad de Colorado Norte.....	50
Figura 5.12. Ejemplo de vehículo de recolección a utilizar. (Fuente: Municipalidad de Pococí).....	54
Figura 5.13. Diagrama de proceso de recolección de residuos propuesto.....	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro 5.1. Proyección semanal de RS generados según su categoría.....	39
Cuadro 5.2. Proyección a cinco años de los residuos valorizables recolectados mensualmente (kg/mes).....	40
Cuadro 5.3. Estimación de costos asociados al servicio de recolección de RS.....	60

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADI	Asociación de Desarrollo Integral
ASADA	Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos
CYMA	Competitividad y Medio Ambiente
ENSRVR	Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos
FUNPADEM	Fundación para la Paz y la Democracia
GDC	Generación per cápita por día
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
Inder	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
JAPDEVA	Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica de Costa Rica
NIMBY	Not in my backyard (no en mi patio trasero)
ONG	Organización no gubernamental
PMGIRS	Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos
ppc	Generación por habitante (ppc)
RS	Residuos sólidos
SGIR	Sistema de Gestión Integral de Residuos
UNED	Universidad Estatal a Distancia
UTGAM	Unidad Técnica de Gestión Ambiental Municipal

RESUMEN

Como propuesta para mejorar la situación actual en cuanto al inexistente manejo de residuos sólidos en la comunidad de Colorado Norte ubicada en Pococí, se plantea la implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos. Este sistema permite la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas idóneos para lograr metas y objetivos específicos para el manejo adecuado del total de residuos generados en un área geográfica, con el objetivo de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. Para la propuesta de este sistema fue necesaria la realización de un estudio de generación y composición de residuos sólidos y la aplicación de entrevistas a la comunidad, de esta manera se logró identificar los principales problemas asociados a la gestión de residuos sólidos a los que se enfrentan, destacando entre ellos la ausencia de un servicio de recolección de residuos sólidos y la inexistencia de un lugar adecuado para la disposición final de residuos en la comunidad. A partir del análisis de estos aspectos es posible tomar decisiones para proponer un plan que se adecue a las necesidades de la comunidad.

Palabras clave: Manejo de residuos sólidos, reciclaje, disposición final, transporte, Colorado Norte.

ABSTRACT

As a proposal to improve the current situation regarding the non-existent management of solid waste in the community of Colorado Norte located in Pococi, the implementation of a comprehensive solid waste management system is proposed. This system allows the selection and application of techniques, technologies, and programs suitable to achieve specific goals and objectives for the proper management of the total waste generated in a geographical area, with the aim of protecting the environment and the quality of life of the population. For this proposal of this system, it was necessary to carry out a study of generation and composition of solid waste and the application of interviews to the community. In this way, it was possible to identify the main problems associated with solid waste management that they face, among them the absence of a solid waste collection service and the lack of an adequate place for the final disposal of waste in the community. From the analysis of these aspects, it is possible to make decisions to propose a plan that suits the needs of the community.

Key words: Solid Waste Management, Recycling, Final Disposal, Transportation, Colorado Norte

1 INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos constituyen un gran problema en la sociedad, ya que son el resultado de la mayoría de las actividades llevadas a cabo por el ser humano. Factores como el crecimiento poblacional, las actividades humanas y el consumismo han acrecentado la cantidad de residuos generados, provocando conflictos sociales, ambientales y económicos (Masís Leandro, 2018). El inadecuado manejo de los residuos representa un peligro debido a la generación de focos de contaminación que traen consigo la reproducción de vectores de enfermedades, sin dejar de lado los impactos que estos residuos presentan en los suelos y fuentes de agua superficial y subterránea (Anchía Leitón, 2018).

Costa Rica no es la excepción a este problema, el Informe Nacional del Ambiente (2017) indica que se generan aproximadamente 4000 toneladas de residuos sólidos por día, y la gestión de estos representa una de las grandes problemáticas presentes. En el país, la gestión integral de los residuos sólidos es una obligación de las municipalidades según la Ley 8839 para la gestión integral de residuos y el Código Municipal N°7794. Sin embargo, aún existen limitaciones en el sistema de recolección brindado por las municipalidades, dado que no se tiene un 100% de cobertura en el territorio, lo que implica que las personas tienen que disponer sus residuos de una forma no segura al ambiente (Abarca y Lobo, 2020). Este es el caso del distrito de Colorado, ubicado en el cantón de Pococí, donde el servicio de recolección de residuos sólidos es inexistente ya que la zona es de difícil acceso y el gobierno local no cuenta con el recurso económico y humano necesario (Bernache Pérez, 2015). Como resultado a esta deficiencia, los vecinos optan por otros métodos para la disposición final de sus residuos, tales como quemas ilegales, enterramientos y descargas en el río Colorado (Municipalidad de Pococí, 2015).

Esta situación puede ser enfrentada mediante la implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos (SGIR). Esta es una iniciativa que permite la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas idóneos para lograr metas y objetivos específicos para el manejo adecuado del total de residuos generados en un área geográfica, con el objetivo de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población (Anchía Leitón, 2018). Mediante el presente proyecto se pretende analizar la herramienta propuesta con el fin

de analizar la situación actual de la gestión de residuos sólidos en la localidad de Colorado Norte, determinar sus impactos y proponer soluciones para reducirlos, mejorando las condiciones ambientales y afectando menos la salud de la población.

2 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Elaborar un plan de gestión integral de residuos sólidos para la comunidad de Colorado Norte, Pococí.

2.1.2 Objetivos específicos

- Identificar las prácticas actuales de manejo de residuos sólidos.
- Establecer una estrategia para el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- Estimar el costo del servicio de recolección para la comunidad.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento poblacional, el aumento de la generación per cápita de residuos y la falta de terrenos convenientemente situados para la disposición de estos, representan un reto para la gestión de los residuos sólidos (RS). En general, el inadecuado manejo de los residuos sólidos es uno de los problemas ambientales que ocasiona más preocupación en los países en desarrollo, donde los servicios suelen ser muy deficientes, especialmente en las comunidades alejadas de las zonas urbanas, debido a la gran extensión y la población (Shahmoradi, 2013).

Uno de los elementos en la gestión de residuos sólidos es la recolección, donde las municipalidades enfrentan dificultades debido a la falta de consideración de las importantes diferencias entre regiones geográficas, ciudades e incluso dentro de una misma ciudad. Brindar un servicio de recolección eficiente requiere una combinación de técnicas y equipos, para adaptarse a los diferentes desafíos que pueden tener las comunidades dentro de una misma región (Shahmoradi, 2013).

Una de las consecuencias de una mala recolección de residuos es la acumulación de ellos, que genera focos de contaminación dentro de espacios geográficos que resultan de gran importancia tanto para el desarrollo económico como social de los distintos países y que trae consigo la reproducción de vectores de enfermedades tales como ratas, cucarachas e insectos, que afectan la salud pública (Anchía Leitón, 2018).

Las municipalidades son generalmente, las responsables de la gestión de residuos en las ciudades y tienen el reto de ofrecer un sistema efectivo y eficiente a los habitantes. Sin embargo, a menudo enfrentan problemas que superan su capacidad para resolverlos, principalmente debido a la falta de organización, recursos financieros, y la complejidad y multidimensionalidad del sistema (Abarca et al., 2015).

Las municipalidades en Costa Rica no son la excepción a lo mencionado anteriormente, ya que poseen ciertas deficiencias en la gestión de sus residuos sólidos municipales. Según Abarca y Lobo (2020) en nuestro país existe aproximadamente un 23% de fugas diarias

(residuos no recolectados) en la recolección de RS, lo cual se debe en gran medida a que las rutas de recolección se extienden únicamente a sectores de fácil acceso.

En Costa Rica, la palabra “**Residuo**” se define como un material sólido, semisólido, líquido o gaseoso, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados según la Ley 8839 de Gestión Integral de Residuos. Para la presente investigación se mantendrá este concepto ya establecido en la legislación nacional (*Ley para la Gestión Integral de Residuos*, 2010).

3.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

En cuanto a la definición conceptual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), la Ley No. 8839 para la Gestión Integral de Residuos en Costa Rica indica que es “un conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final”. Esto quiere decir que se busca incorporar instituciones públicas y privadas, así como a la población en general, de modo que se comprometan desde el inicio (generación en la fuente) hasta la disposición final (reciclaje, compost, entre otros) (Anchía Leitón, 2018).

3.2.1 Actores Involucrados

Los actores se definen como personas, grupos de personas u organizaciones con intereses o preocupaciones con respecto al manejo de los residuos sólidos. Estos se pueden ver beneficiados o afectados por los elementos del sistema de manejo de los residuos sólidos, los objetivos planteados o políticas y legislaciones relacionadas. Cada uno de los involucrados poseen diferentes intereses, actitudes, roles, influencias o responsabilidades. A la hora de proponer un sistema de manejo de residuos es importante tomar en cuenta tanto las necesidades como las percepciones de los afectados. Algunos de los actores involucrados pueden ser: familias, sector informal privado, sector formal privado, autoridades municipales, autoridades gubernamentales locales o nacionales, organizaciones no gubernamentales y agencias de apoyo internacional, entre otros (Zurbrügg, 2013).

3.2.2 Elementos del Sistema de Residuos Sólidos

Según Zurbrügg (2013) un sistema típico de gestión de residuos sólidos se puede describir a través de una serie de procesos funcionales relacionados. Estos se describen a continuación:

Generación

Según (Anchía Leitón, 2018), esta etapa se da cuando los usuarios desechan algún bien que ya no es considerado de utilidad, sin embargo, en ocasiones se afirma que la etapa inicia desde el momento que los usuarios adquieren los bienes.

En Costa Rica, la legislación en Gestión Integral de Residuos define al generador como aquella “persona física o jurídica, pública o privada, que produce residuos al desarrollar procesos productivos, agropecuarios, de servicios, de comercialización o de consumo” (*Ley para la Gestión Integral de Residuos*, 2010). Esta definición hace que todos los ciudadanos, empresas y cualquier tipo de organización se categoricen como generadores de residuos sólidos, y por lo tanto las responsabilidades que atribuye la legislación abarcan a toda la población del país (Venegas Mata, 2014).

Los generadores pueden ser clasificados de dos formas: los generadores individuales siendo todos aquellos que no requieren de programas particulares de gestión, como pueden ser las familias, y los generadores especiales que son los que requieren de programas particulares de gestión, como por ejemplo las empresas. Dentro del sistema de gestión integral, se espera que sea cual sea el generador, éste clasifique los residuos evitando que se mezclen y se conviertan en basura (Anchía Leitón, 2018).

En los países en desarrollo, hasta dos terceras partes de los residuos domésticos consisten en residuos orgánicos de cocina. El resto se compone de residuos no valorizables, textiles, papel y cartón, un porcentaje pequeño pero creciente de plástico y pequeñas proporciones de vidrio, caucho, cuero, hueso y metales. En los países ricos se incluyen los muebles desechados, los electrodomésticos usados y los restos del jardín. La tasa de generación y la composición de los residuos se ven directamente afectados por el estilo de vida de los generadores, así como del nivel de sus ingresos económicos (Solís Blandón, 2018).

Existe un indicador llamado Generación per Cápita de Residuos Sólidos Ordinarios, el cual indica cuál es el aporte diario en peso de residuos sólidos de cada persona perteneciente a una región específica, y se mide en kilogramos producidos diariamente por cada habitante. De acuerdo con el primer informe Situación de la Gestión de los Residuos Sólidos para la determinación de la NAMA residuos Costa Rica, cada costarricense produce en promedio 0,78 kg de residuos diariamente (MINAE, 2019).

Según el artículo 22 del Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos, el diagnóstico de los planes municipales para la gestión integral de residuos debe contener las estimaciones de generación y composición de los residuos ordinarios producidos en el cantón en el último año, con el fin de contar con datos confiables para la toma de decisiones de manera local y nacional. Para lograr que estos datos sean confiables y comparables, el Ministerio de Salud oficializó, mediante el Decreto Ejecutivo N° 37745-S del 19 de abril del 2013, la Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios (Ministerio de Salud, 2013).

Los estudios de generación de residuos sólidos y su composición son una herramienta valiosa para la planificación de actividades en los gobiernos municipales, ya que determinan el índice de generación por habitante (ppc) y la composición porcentual de los materiales que son desechados. El uso de estos indicadores y los porcentajes de contribución de cada tipo de material que se desecha, permiten estimar las inversiones necesarias para dedicarlas a educación ambiental, a la recolección, el transporte, la disposición final, el tratamiento y la administración y, por ende, hacer cálculos realistas de los costos del servicio. Además, le indica al municipio los costos en inversiones en caso de que se quiera invertir en centros de recuperación de materiales, compostaje de material biodegradable o cualquier otra opción alternativa al tratamiento de vertidos en rellenos sanitarios (Campos-Rodríguez & Soto-Córdoba, 2014).

Almacenamiento

Se refiere a la modalidad mediante la cual los residuos son depositados en contenedores. Se puede clasificar como general cuando no existe separación en el origen y diferenciada cuando si lo hay (Anchía Leitón, 2018).

Esta etapa puede darse tanto dentro de la casa, como en un terreno exterior o en el vecindario (ya sea en montículos expuestos al ambiente, bolsas o contenedores). Se ha reportado que el nivel de ingresos económicos de los generadores, así como las prácticas de higiene que estos le brinden a sus residuos sólidos afecta la manera en que estos serán almacenados (Zurbrügg, 2013).

Recolección

En esta etapa se transfieren los residuos al equipo destinado para transportarlos a las instalaciones de tratamiento o disposición final. Es una de las etapas más importantes del sistema, ya que minimiza el tiempo que los residuos permanecen en la fuente de generación.

Para Bonmatí (2018) “la recolección puede ser selectiva y no selectiva o en masa. La selectiva consiste en la clasificación en origen de los componentes que pueden ser recuperados, mediante un acondicionamiento diferente para cada uno o grupo de ellos”. Está precedida de la clasificación por parte de los usuarios en depósitos previamente establecidos. Tiene como ventaja la optimización de los servicios del personal recolector y del vehículo dedicado al transporte. La no selectiva o en masa consiste en recolectar los residuos mezclados, sin una previa selección en el origen y normalmente tampoco una selección posterior.

Para garantizar un nivel de organización adecuado se utilizan métodos de recolección en función de la demanda de los servicios y el grado de especialización de los equipos. Para la prestación del servicio de recolección se utilizan además equipos en función de la capacidad volumétrica, la eficiencia y la frecuencia. Uno de los factores que más influye sobre el servicio es la frecuencia de recolección, que deberá prever que el volumen acumulado de residuos sólidos no sea excesivo (Urbina-Reynaldo & Zúñiga-Igarza, 2016).

Transporte

Consiste en el traslado de los residuos entre los diferentes sitios. Deberá efectuarse en vehículos debidamente acondicionados de manera que se garantice una adecuada contención y evitar su dispersión en el ambiente. El proceso de recolección y transporte puede variar en gran manera de un sitio a otro dependiendo de factores como topografía, accesibilidad, infraestructura vial, así como los vehículos utilizados para tal fin (Solís Blandón, 2018).

Algunos autores indican que en conjunto recolección y el transporte son de las etapas más costosas, ya que representan hasta el 80% y 90% del costo total del servicio en la mayoría de los casos (Jaramillo, 2018). A manera de ejemplo en Costa Rica, la Concejo Municipal de Distrito de Cóbano reporta que el 80% del presupuesto para la gestión de residuos se invierte en la recolección y el transporte hasta el relleno sanitario que queda a 210 km de la comunidad (Vásquez, 2021).

Tratamiento

Involucra todas las operaciones por las cuales los residuos son tratados para minimizar los impactos ambientales. Estos procesos se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que se van a disponer, y para la recuperación de subproductos. Los residuos pueden ser transformados mediante procesos químicos y biológicos.

El proceso de transformación química más utilizado es la incineración, y la tendencia en los países industrializados es su uso con recuperación de energía en forma de calor. El proceso de transformación biológica más común es el compostaje aerobio (Jaramillo, 2018).

Valorización

La valorización de residuos se refiere al proceso de conversión de materiales de desecho en productos más útiles, incluidos combustibles, materiales y productos químicos. Este concepto ha sido muy integrado a nuestra sociedad con gran interés debido al rápido agotamiento de los recursos naturales. Recientemente, el aumento de la generación y el vertido de residuos en todo el mundo, hizo hincapié en la necesidad de protocolos de gestión de residuos más sostenibles y rentables. Actualmente, las diferentes técnicas de valorización muestran una gran esperanza y promesa para satisfacer las demandas industriales (Abdel-Shafy & Mansour, 2018).

Disposición final

Se realizan un conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos. Se efectúa en lugares especialmente acondicionados, llamados centros de disposición final. La técnica más utilizada para alcanzar el objetivo de esta etapa es el relleno

sanitario, el cual es una obra de ingeniería planeada, diseñada, ejecutada y operada para prevenir efectos adversos al ambiente y a la salud pública (Anchía Leitón, 2018).

Según Zurbrügg (2013), esta disposición final también puede ser vista como un proceso de tratamiento, ya que parte de los materiales dispuestos serán degradados y estabilizados con el paso del tiempo bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas, provocando cambios en sus propiedades.

Es importante tener en cuenta que en todas las etapas se producen residuos, tal como se refleja en la Figura 3.1, y que cada una se convierte en oportunidad o desafío para reducir el impacto que generan.

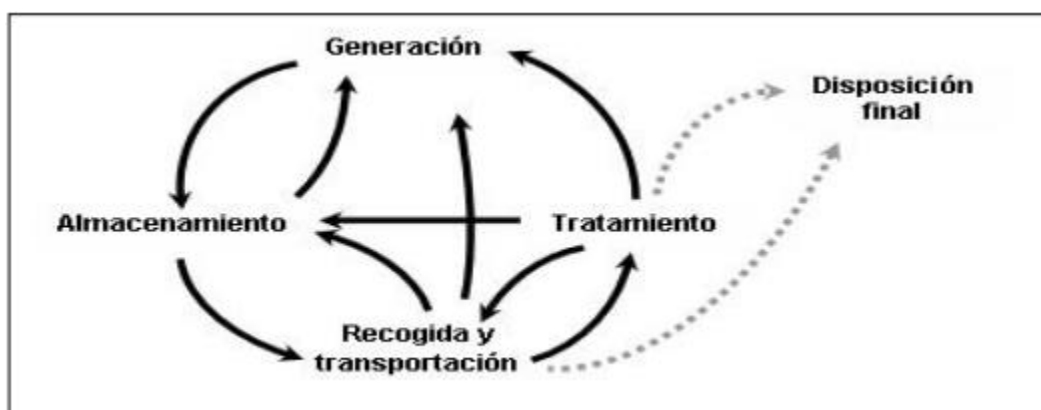


Figura 3.1. Ciclo de vida de los residuos sólidos. Tomado de Urbina-Reynaldo & Zúñiga-Igarza (2016).

3.2.3 Otros aspectos

Klundert & Anschutz (2001), Coffey, M. y Coad, A. (2010) y Zurbrügg (2013) establecen que la sostenibilidad en el manejo de los residuos implica la integración de aspectos que impactan en la efectividad y eficiencia de un sistema de recolección de residuos sólidos, tales como: factores institucionales, financieros, tecnológicos, socioculturales, legislativos y educativos.

Estos aspectos comprenden:

- Adecuada gobernabilidad (responsabilidad, transparencia, equidad).

- Prestación de servicios que sean económicos (costo de eficiencia, asequibilidad, asignación de presupuesto).
- Sustentabilidad financiera (mecanismos de recuperación de costos, flujo de caja).
- Conservación de recursos naturales (consumo de recursos).
- Participación pública (diálogo, sensibilización).
- Tecnologías apropiadas para el ambiente (minimización de impactos, monitorización de emisiones).
- Participación de actores del sector privado (integración de sectores alternos).

A continuación, se describen los aspectos en mayor detalle.

Aspecto institucional

Relacionado a este aspecto, cuando se plantea un proyecto de gestión de residuos sólidos, se debe demostrar la capacidad administrativa y de gestión tanto del organismo ejecutor de las obras como el administrador de servicio con el fin de hacer posible su realización y operación eficiente (Jaramillo, 2018).

Para fines de este análisis, las instituciones del sector de residuos sólidos son los organismos que manejan o están vinculados al manejo de residuos generados en ambientes domésticos, comerciales, institucionales, industriales, barrido de calles, establecimientos de salud (residuos especiales) y otros manejados formal e informalmente (Acurio et al., 2014).

Según Jaramillo (2018), las funciones de estas instituciones se pueden agrupar en:

N: Normativas, planificadoras, supervisoras, controladoras, asesoras, reguladoras.

O: Operativas, administradoras, ejecutoras, financiadoras, comercializadoras.

Por otra parte, los niveles en que están ubicados estos organismos son:

- Nivel nacional
- Nivel municipal

Aspecto financiero

Las municipalidades han fracasado en la gestión de los residuos sólidos debido a factores financieros. El enorme gasto necesario para brindar el servicio, la ausencia de apoyo financiero, los recursos limitados, los usuarios que no están dispuestos a pagar por el servicio (Sujauddin et al., 2008) y la falta de un uso apropiado de los instrumentos económicos han impedido la entrega de servicios apropiados de gestión de residuos. Sharholy et al. (2008) indicaron que el involucramiento del sector privado es un factor que podría mejorar el desempeño del sistema (Abarca et al. 2015).

En muchos países, los sistemas de recaudación de impuestos municipales están mal administrados y, por lo tanto, no se disponen de fondos suficientes para proporcionar un nivel de servicio adecuado. Las comunidades rurales informales u ocupantes ilegales, debido a su estatus informal, no pagan impuestos municipales, y este hecho a menudo, se ha utilizado como el principal argumento en contra de la prestación de servicios municipales a estas comunidades. La emisión de títulos de propiedad de la tierra o, al menos, una intención declarada de otorgar títulos es necesaria antes de que los ingresos municipales puedan derivarse de estas comunidades (Coffey & Coad, 2010).

Algunos de los factores económicos que deben tenerse en cuenta al diseñar un sistema de gestión de residuos según Coffey, M. y Coad, A. (2010) son:

- Costos laborales y desempleo: debido a los altos niveles salariales, los países industrializados han desarrollado tecnologías intensivas en capital para la recolección de residuos sólidos con el fin de mantener las facturas salariales y los costos totales al mínimo. Los países de bajos ingresos en el otro extremo, tienen grandes grupos de trabajadores desempleados que están dispuestos a trabajar por salarios muy bajos y, en tales casos, los métodos intensivos en mano de obra pueden ser apropiados. Cuando este fenómeno se combina con los problemas que experimentan algunos países en desarrollo para mantener en buenas condiciones vehículos sofisticados y otras máquinas, los métodos que requieren mucha mano de obra se vuelven atractivos debido a su economía y fiabilidad. Gestionar grandes equipos de trabajadores de forma eficaz es todo un reto.

- Disposición a pagar: En algunas ciudades existe la convicción casi universal de que las autoridades municipales deben brindar un servicio de recolección de residuos sin cobrar directamente por ello. Otras comunidades pueden estar acostumbradas a hacer sus propios arreglos para la recolección de desechos y pagar por este servicio directamente. Cualquier plan para financiar un sistema de gestión de residuos sólidos con cargo a los usuarios debe tener en cuenta las actitudes locales y la situación existente.

Para realizar el cobro del servicio, es necesario implementar un modelo tarifario que consiste un conjunto de procedimientos matemáticos y técnicos en el cual se contemplan variables acordes a las condiciones y características de un área determinada con el fin de generar tarifas adecuadas que cubran los costos de la prestación de un servicio (Programa CYMA, 2011).

El servicio de recolección de residuos sólidos tiene un costo como cualquier otro servicio brindado por el Gobierno Local. En cuanto a la determinación de tasas para el cobro del servicio, el artículo 83 del Código Municipal establece que se autoriza a las municipalidades a implementar el modelo tarifario que más se adecue a su realidad, con el objetivo del cumplimiento de la Ley 8839 (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 1998). Para la realización de dicha tarea se requiere de la coordinación de los diferentes departamentos municipales involucrados en la prestación del servicio de gestión de residuos sólidos, así como otras áreas financieras y administrativas que garanticen que el cobro del servicio sea adecuado para la cantidad de usuarios y sus costos (Granados & Ramírez, 2009).

La estimación del costo del sistema de recolección de residuos es determinante para direccionar la toma de decisiones con el fin de mejorar el manejo de los recursos económicos (Zamora Arenales, 2013).

Aspecto tecnológico

Se refiere al análisis de operaciones tecnológicas posibles y apropiadas para solucionar la deficiencia existente en el servicio. Su alcance incluye consideraciones técnicas, estudios diseños finales y presupuesto de obra (Jaramillo, 2018).

Los factores técnicos que influyen en el sistema están relacionados con la falta de destrezas técnicas entre el personal de las municipalidades y autoridades gubernamentales, infraestructura deficiente, carreteras y vehículos en mal estado e insuficientes tecnologías y datos confiables (Abarca et al., 2015).

Según Coffey, M. y Coad, A. (2010) son muchas las razones por las que es fundamental elegir diseños y tecnologías que se adecuen a las condiciones en las que funcionarán las máquinas. Los vehículos de recolección de residuos diseñados para un conjunto particular de condiciones pueden no ser adecuados para otra situación.

Además, un manejo municipal eficiente de los residuos requiere de la aplicación de tecnologías y sistemas eficientes, salvaguardando en el proceso, la salud pública y el mantenimiento de sitios que sean estéticamente agradables para la sociedad (Phillips & Thorne, 2013).

Aspecto sociocultural

Las diferencias en el estilo de vida pueden ser grandes, incluso dentro de una ciudad. Esto no solo afecta el tipo y la cantidad de desperdicios que se generan, sino también la manera en que se disponen. Algunos grupos sociales tienen mucho cuidado de poner siempre todos sus desechos dentro del contenedor adecuado, mientras que otros consideran la calle como un lugar apropiado para tirar residuos domésticos (Coffey & Coad, 2010).

Desde la década de 1960 ha habido un proceso gradual de ampliación de los límites de la preocupación ambiental, de un barrio a otro, y ahora, con la preocupación por el cambio climático, a nivel mundial. Sin embargo, este proceso se encuentra en diferentes etapas en distintos países y avanza a velocidades desiguales. Por lo tanto, no se puede suponer que los dueños de casas estarán interesados en si sus desechos se arrojan ilegalmente o se llevan a un sitio de eliminación aprobado, siempre que se saquen del vecindario de inmediato. Esto a menudo se conoce como el factor "NIMBY" (Not in my backyard o bien, no en mi patio trasero). Esta misma falta de preocupación con respecto al destino de los residuos puede ocasionar que se le dé una baja prioridad a su gestión en general. Un bajo nivel de conciencia ambiental de una comunidad puede dificultar la implementación de un sistema de recolección

de residuos eficaz. Todos estos factores pueden influir en el éxito o el fracaso de un sistema de recogida de residuos, por lo que deben tenerse en cuenta al diseñar cualquier sistema (Coffey & Coad, 2010).

A la hora de implementar un sistema de gestión de residuos sólidos es importante consultar las poblaciones afectadas, su voluntad y capacidad de pago, y en los casos que ameriten se analizarán los posibles impactos ambientales derivados de la ejecución y funcionamiento del proyecto con el fin de prever acciones destinadas a contrarrestar los efectos adversos (Jaramillo,2018).

Aspecto legislativo

En cuanto a la normatividad vigente que regula la producción, manejo, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos en Costa Rica, se tiene la Ley No. 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos, que fue publicada en el año 2010. En esta ley se identifica a los residuos como agentes de contaminación del suelo, por lo que se establecen las bases para controlar la generación, manejo y disposición de residuos sólidos (*Ley para la Gestión Integral de Residuos*, 2010).

También se cuenta con:

- Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021, que contiene estrategias que guiarán a las instituciones públicas, sector privado, junto con las organizaciones sociales y la comunidad, en el tema de residuos integrando los enfoques de Derechos Humanos, Igualdad y Equidad de Género, Diversidad y Cohesión Social (Ministerio de salud,2011).
- Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) (2016), que tiene como objetivo desarrollar un modelo inclusivo para la gestión integral de los residuos sólidos en el país que permita el fortalecimiento de las capacidades entre el sector público, sector privado y sociedad civil y finalmente, indica que cada municipalidad debe contar con un Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos (PMGIRS) que permita la promoción de la gestión de los residuos como un proceso serio, de gran importancia y abordado de manera

profesional y transparente, con instrumentos y herramientas de gestión y con visión a futuro .

Aspecto educativo

La sostenibilidad del servicio del aseo urbano sólo puede ser garantizada por la población usuaria, que es la responsable de la gran cantidad de toneladas de residuos que se generan en la localidad y, en consecuencia, son quienes deben pagar la tarifa que se cobra por el servicio.

Las actitudes públicas deben modificarse para reducir el impacto ambiental y económico que soporta la sociedad entera por la inadecuada disposición de los residuos sólidos, mediante un programa permanente de educación ambiental (Jaramillo, 2018).

Los componentes indicados anteriormente, provocan que el manejo de los residuos por parte de las municipalidades sea una tarea compleja que requiere de niveles muy altos de organización y cooperación de los diversos agentes involucrados.

Según Parra et al. (2018) , dentro del contexto de los residuos sólidos, la educación ambiental requiere la definición de horizontes que encaminen y definan la acción transformadora, estos desde luego deben respetar las costumbres, valores y tradiciones de la comunidad. Dichos elementos además deben permitir que la comunidad refleje, evalúe y concluya el grado de incidencia en los efectos pretendidos y deben mantener vivo el interés y entusiasmo en los propósitos cambistas. Los principios básicos implícitos en dicho proceso educativo son los siguientes:

- Continuidad: la educación requiere de la continuidad y permanencia precisa de un desarrollo coherente, planeado, consecutivo y creativo que motive en los actores sociales acciones naturales y espontáneas acorde con los propósitos buscados.
- Participación: movilizar a cada persona en su carácter individual y colectivo, significa un factor vital en el desarrollo de un proceso educativo, se requiere motivar a planear e identificar acciones y soluciones a desarrollar, operar participativamente, retroalimentar y evaluar el acontecer de la acción.

- Coordinación: los propósitos deben contener acciones vinculantes e influyentes de los actores sociales responsables e interesados para que en simultaneidad y de manera coherente se adelante el desarrollo del proceso.
- Desarrollo Humano: El crecimiento personal e intelectual de los grupos comunitarios gestores y responsables de operar las actividades de gestión de residuos, simboliza una necesidad ligada con la permanencia y sostenibilidad de los procesos.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se emplearon técnicas de investigación tanto de tipo cualitativa como cuantitativa, tal como se describe a continuación:

4.1 LUGAR DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en la comunidad de Barra del Colorado Norte, perteneciente al distrito de Colorado, ubicado en el cantón de Pococí en la provincia de Limón. Cuenta con aproximadamente 1000 habitantes distribuidos en 200 viviendas, de acuerdo con el registro de abonados de la ASADA que brinda el servicio de agua potable. Además, es importante destacar que la zona cuenta únicamente con 2 centros educativos, 1 iglesia y 3 comercios pequeños.

Esta comunidad se considera de difícil acceso, puesto que, para llegar se debe utilizar transporte terrestre y acuático. Para llegar al sitio desde Guápiles, se debe emplear transporte terrestre hasta el embarcadero de Puerto Lindo, cuya distancia es de aproximadamente 54 km, de los cuales, al menos un 70% corresponde a caminos de lastre; posteriormente, se debe tomar transporte acuático, el cual tarda aproximadamente 1 hora en llegar a Barra de Colorado. La comunidad de Barra del Colorado Norte se encuentra totalmente rodeada por el río Tortuguero.

En la Figura 4.1 se muestra la ubicación del distrito:

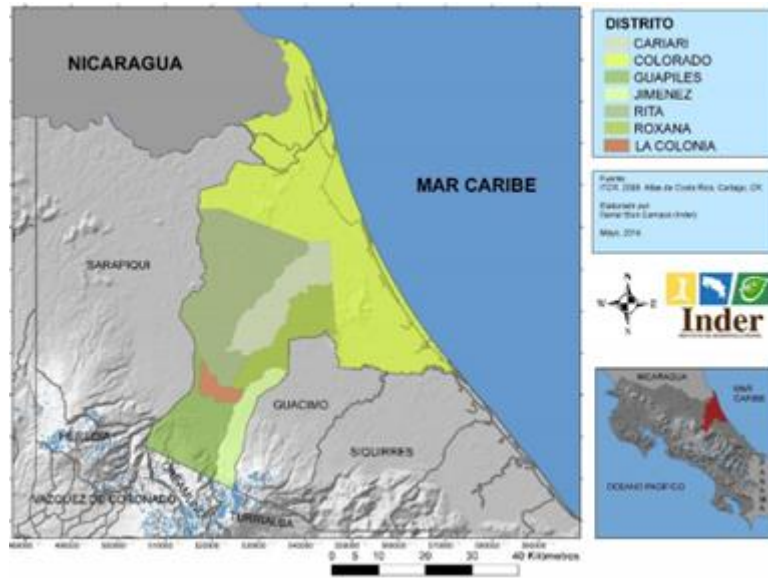


Figura 4.1. Ubicación del distrito de Colorado. (Tomado de Inder. (2021))

Debido a la ubicación de la zona, los habitantes se encuentran constantemente expuestos a inundaciones, debido a ello, la Comisión Nacional de Emergencias construyó una acera de 0,9 m de altura para facilitar el tránsito de las personas, para aquellas ocasiones en la que se presente desbordamiento del río. La siguiente figura, facilitada por el Departamento de Desarrollo y Control Constructivo de la Municipalidad de Pococí, muestra el diseño de dicha acera:

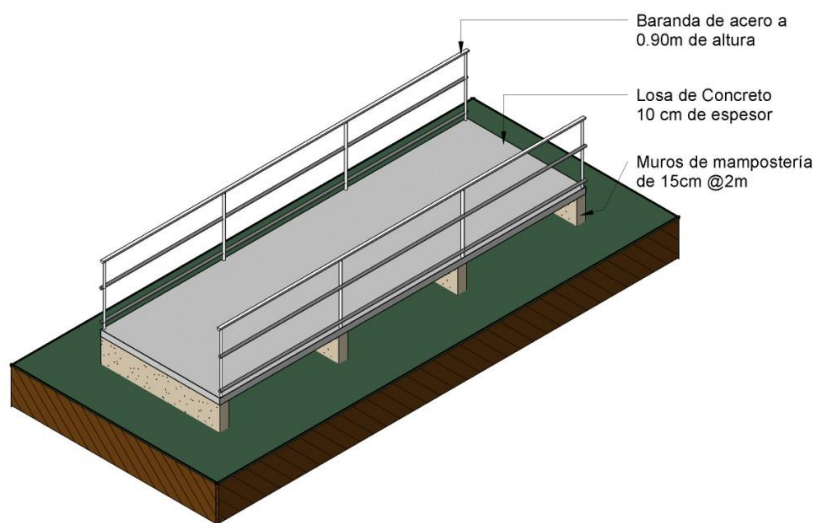


Figura 4.2. Vista 3D de aceras suspendidas. (Fuente: Municipalidad de Pococí)

4.2 ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Este estudio fue realizado únicamente a nivel residencial pues como se menciona anteriormente, los comercios son escasos y pequeños y por lo tanto se supone que no representan una gran diferencia en los datos respecto a las viviendas.

4.2.1 Determinación del número de muestras

Para determinar el número de muestras del estudio, se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$g_{fam} = P_{fam} \cdot g_{pc} \cdot d$$

$$n_{viv} = \frac{cap}{g_{fam}}$$

Donde:

n_{viv} = número de viviendas de la muestra

P_{fam} = Personas por familia promedio= 3,3 hab/fam

g_{pc} = generación per cápita promedio= 0,7 kg/hab/día

g_{fam} = generación por familia= kg/fam/semana

d = día/semana

cap = capacidad de la lancha= 500 kg

Sustituyendo los datos reales correspondientes al distrito de Colorado obtenemos:

$$g_{fam} = 3,3 \frac{hab}{fam} \cdot 0,7 \frac{kg}{hab \cdot día} \cdot 7 \frac{días}{semana} = 16,17 \frac{kg}{fam \cdot semana}$$

$$n_{viv} = \frac{500 \frac{kg}{semana}}{16,17 \frac{kg}{fam \cdot semana}} = 30,9 \text{ familias}$$

Basado en este cálculo se tomó una muestra de 31 familias.

4.2.2 Selección de la muestra

La muestra fue seleccionada de manera aleatoria, contando 31 casas desde un punto de partida y considerando barreras como la ausencia de personas en la vivienda a la hora del estudio y la falta de disposición de ser entrevistado.

4.2.3 Divulgación a viviendas seleccionadas

A las viviendas seleccionadas se les entregó una notificación por medio de un oficio de la Unidad Técnica de Gestión Ambiental Municipal (UTGAM), donde se explicaba que la vivienda había sido seleccionada de manera aleatoria, el objetivo del estudio y la posible fecha para realizarlo. Se visitó cada una de las casas seleccionadas, se entregó el oficio y se explicó el contenido de este. En cada visita se solicitó información como el nombre de algún representante familiar, número de teléfono y cantidad de integrantes del hogar. Esto

con el fin de contactarlos para indicarles la fecha exacta del estudio y aplicar las entrevistas vía telefónica.

4.2.4 Toma de muestras

El sábado 3 de julio de 2021, a partir de las 10 a.m., se realizaron los recorridos respectivos en compañía del personal de la UTGAM. Se pasó por cada una de las viviendas seleccionadas para indicarles que sacaran sus residuos a la acera, para luego trasladarlos en un carrito hasta la lancha encargada de transportarlas a Puerto Lindo, lugar donde serían transferidos a un camión recolector y transportados hasta el plantel municipal para su análisis. Se recolectaron únicamente 19 muestras, ya que 12 de las familias seleccionadas no recogieron los residuos.

4.2.5 Realización del estudio de caracterización y composición de residuos sólidos

El proceso de clasificación de los residuos se realizó en el Plantel de la Municipalidad de Pococí ubicado en Guápiles, en un espacio techado, utilizando una mesa plástica de 2 m x 1 m forrada con un plástico negro. , Los residuos fueron depositados en recipientes de 55 galones o 208 litros (también denominados estañones) de acuerdo con la categorización seleccionada para este estudio, misma que se especifica a continuación:

- Orgánico
- Papel y cartón
- Plásticos valorizables
- Plástico no valorizable
- Vidrio
- Aluminio/hojalata
- Textiles
- Tetra Brik
- Sanitarios
- Ordinarios no valorizables (sin plásticos)

Luego de su clasificación, se realizó el pesaje de los residuos empleando una báscula digital, se anotó el peso por tipo de residuos y finalmente se entregaron al servicio municipal de recolección de residuos para su adecuado manejo.

Para el proceso de separación de los materiales se contó con la participación de dos estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica; por otra parte, la Municipalidad de Pococí facilitó el equipo necesario para realizar el estudio de composición, tal como: delantales, guantes, mascarillas e implementos de limpieza para el aseo del área de trabajo.

4.3 ENTREVISTAS AL SECTOR RESIDENCIAL

Se realizaron entrevistas vía telefónica y de tipo semiestructuradas a 25 de las 31 personas seleccionadas como muestra del estudio de composición descrito anteriormente. Este número

se redujo debido a que 6 de las personas seleccionadas presentaron problemas de cobertura telefónica, no contestaron la llamada telefónica o decidieron no participar en el estudio.

4.3.1 Contenido de las entrevistas

Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

¿Cuántas personas habitan diariamente en la vivienda?: Esta pregunta es de suma importancia para el estudio de generación y composición de RS, ya que permite calcular el dato del promedio de habitantes por vivienda a partir del cual se realiza el cálculo de la generación per cápita.

¿Separa sus residuos para su posterior reciclaje?: Es importante determinar si en la comunidad del estudio se realiza la separación de los RS para su posterior reciclaje. El objetivo de esta pregunta es generar una idea de la disposición que se les da a los residuos en el área de estudio.

¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos generados en la vivienda por semana?: Es necesario determinar la cantidad de bolsas con residuos que se generan y son entregadas para la recolección durante el muestreo, con el fin de realizar una estimación del número de bolsas que se producen en la totalidad de viviendas.

¿Cada cuánto elimina los residuos de su vivienda?: Esta pregunta al igual que la anterior es de suma importancia a la hora de la toma de decisiones en cuanto a frecuencia de recolección.

¿Cómo dispone los residuos sólidos generados en su hogar?: Mediante esta pregunta se identifican las prácticas de los vecinos en torno al manejo de residuos sólidos y se crea un panorama de la situación actual.

¿Estaría dispuesto a participar en una capacitación en temas de reciclaje y compostaje?: Esto es importante para conocer la disposición de los vecinos a ser parte de esta clase de actividades planteadas con el fin de educar a la población y asegurar el éxito del sistema planteado.

En caso de habilitarse el centro de acopio de la comunidad, ¿Estaría dispuesto a trasladar sus residuos sólidos reciclables hasta el lugar?: Esta pregunta se plantea con el fin de conocer la disposición de los vecinos de trasladar sus residuos valorizables al centro de acopio o bien, para valorar la implementación de una posible ruta de recolección para residuos sólidos valorizables en el futuro.

4.4 ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para el cumplimiento de este objetivo, se utilizó la metodología del marco lógico, con el propósito de identificar problemas, causas y efectos en las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad. Se realizó un análisis de involucrados, un árbol de problemas y objetivos, identificación de resultados y actividades de mejora.

La estrategia tendrá un enfoque de género consistente, ya que durante todo el proceso de formulación se consideró a las mujeres como protagonistas y líderes de desarrollo local, con una participación activa tanto en el proceso de diseño de la estrategia como en la fase de implementación.

4.5 IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO TARIFARIO

La primera actividad planteada para la estimación tarifaria es realizar un diagrama del proceso de recolección de residuos, con el fin de definir los recursos necesarios para el proceso, tanto a nivel humano como financiero.

El objeto de costos se refiere a todo aquello de lo que se requiere medir los costos involucrados, por lo que, para caso de interés corresponderá a cada tonelada de residuos sólidos manejada por la Municipalidad de Pococí en la comunidad de Colorado Norte.

Una vez definido esto, se procedió a identificar los costos asociados a la recolección, transporte y disposición final de cada tonelada de residuos sólidos según el sistema planteado. Se consideran costos directos los gastos asociados a: mano de obra y cargas sociales de los funcionarios (operarios), depreciación, mantenimiento y reparación de los equipos de trabajo, materiales y suministros, pago por disposición final y tratamiento de los residuos, seguros y permisos de circulación de los vehículos, servicios públicos y compra de equipo. Con

respecto a los costos indirectos, se toman en cuenta únicamente gastos administrativos y de suministros de limpieza.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para proponer un sistema de gestión integral de los residuos sólidos que se adapte a las necesidades de la comunidad de Colorado Norte, es necesario contar con información real sobre la generación y composición de estos. El estudio de generación y composición realizado durante una semana completa determinó la composición de los residuos según su tipo como se muestra en la siguiente gráfica:

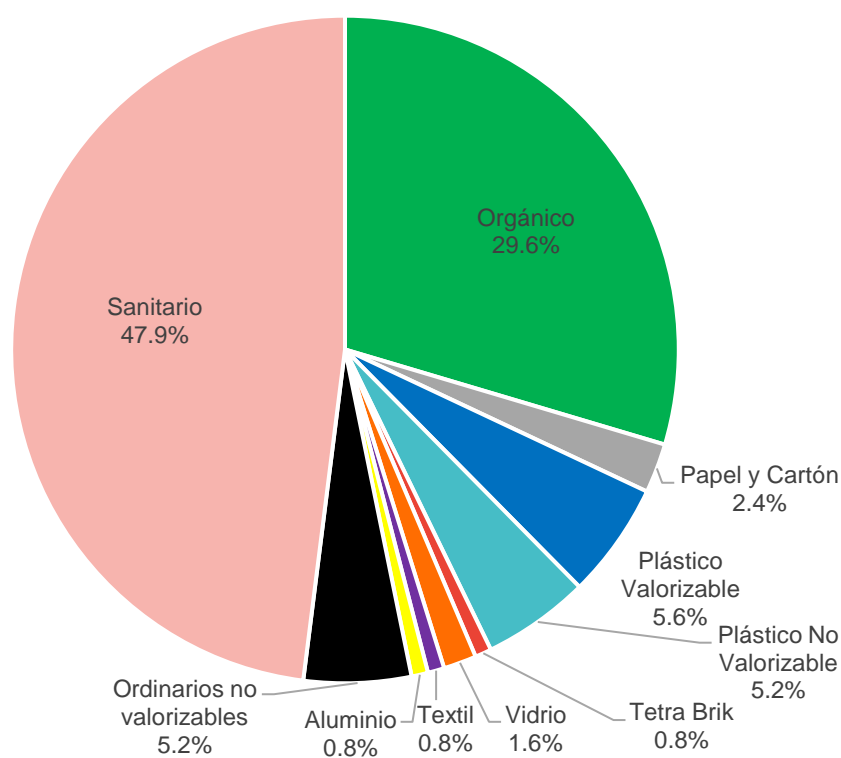


Figura 5.1. Composición porcentual de residuos sólidos en la comunidad de Colorado Norte

Como se muestra en la figura anterior, los residuos sanitarios representan un 47,9% del total de la masa, siendo la mayor fracción. Seguido de la categoría de orgánicos, plástico

valorizable, ordinarios no valorizables, plástico no valorizable, papel y cartón, vidrio, aluminio, textil y por último Tetra Brik.

Es importante destacar, que 0,5 g de RS corresponden a mascarillas para la prevención del COVID-19, sin embargo, se catalogaron como residuos ordinarios puesto que en Costa Rica no existe una declaratoria oficial por parte del Ministerio de Salud para considerarlo como residuo infectocontagioso.

Entre las 19 viviendas seleccionadas, se contabilizó un total de 250,3 kg de RS, sin separación alguna. Se obtuvo un índice de generación per cápita de residuos sólidos diarios (GDC) de 0,51 kg/habitantes/día, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$GDC_{viv} = \frac{250,3 \text{ kg/semana}}{19 \text{ viv} \cdot 3,7 \frac{\text{hab}}{\text{viv}} \cdot 7 \text{ días/semana}} = (0,51 \pm 0,05) \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}}$$

Para implementar un buen sistema de gestión de RS es indispensable determinar la cantidad de residuos a manejar según su categoría, para obtener un promedio de generación de toda la comunidad. En el Cuadro 5.1 se reportan los residuos contabilizados en 19 viviendas durante una semana según su categoría, y a partir de estos datos se crea una proyección semanal para las 200 viviendas existentes en la comunidad, esto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Residuos contabilizados} \frac{\text{kg}}{\text{sem}} \cdot 200 \text{ viviendas}}{19 \text{ viviendas}} = \text{Proyección de RS} \frac{\text{kg}}{\text{semana}}$$

Por ejemplo, para el cálculo de la proyección de los residuos sanitarios los datos fueron los siguientes:

$$\frac{120 \frac{\text{kg}}{\text{sem}} \cdot 200 \text{ viviendas}}{19 \text{ viviendas}} = 1263 \frac{\text{kg}}{\text{semana}}$$

Cuadro 5.1. Proyección semanal de RS generados según su categoría

Categoría	Residuos contabilizados para 19 viviendas (kg/semana)	Proyección de residuos para 200 viviendas (kg/semana)
Sanitario	120	1263
Orgánico	74	779
Plástico valorizable	14	148
Ordinarios no valorizables (sin plástico)	13	137
Plástico no valorizable	13	137
Papel y cartón	6	63
Vidrio	4	42
Aluminio	2	21
Textil	2	21
Tetra Brik	2	21
TOTAL	250	2632

(Fuente: Elaboración propia).

*Residuo sanitario: Papel higiénico, toallas sanitarias y pañales.

Los residuos sanitarios representan el mayor porcentaje de los residuos recolectados, sin embargo, esto es inusual y puede deberse a que realmente las personas incluyeron residuos generados fuera de la semana del estudio.

El centro de recuperación de residuos sólidos se enfocará únicamente en el aprovechamiento de residuos plásticos, metálicos, polilaminados, Tetra Brik, papel y cartón, a pesar de que los residuos sanitarios y orgánicos son los que mayor masa representan, como se observa en la figura 5.1.

Tomando en cuenta la cantidad de residuos valorizables obtenida en el estudio de composición y utilizando la población actual, se realiza una proyección a 5 años basada en

el aumento del porcentaje de recuperación de residuos, debido a la educación ambiental brindada y la habilitación del centro de acopio municipal, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.2. Proyección a cinco años de los residuos valorizables recolectados mensualmente (kg/mes)

Año	1	2	3	4	5
% de recuperación	25%	30%	40%	60%	80%
Plástico	148	177	236	354	472
Papel y cartón	63	74	99	148	197
Vidrio	42	44	59	88	118
Aluminio	21	29	39	58	77
Tetra Brik	21	22	30	45	60
TOTAL	290	346	463	693	924

(Fuente: Elaboración propia).

5.2 ENTREVISTAS AL SECTOR RESIDENCIAL

Con el fin de obtener información relevante con respecto al comportamiento de las personas en las viviendas, relacionado a la generación y composición de los residuos sólidos, se aplicaron entrevistas semi estructuradas, las cuales formaron parte de la muestra del estudio. El análisis de la información obtenida se muestra a continuación:

Pregunta 1. ¿Cuántas personas habitan diariamente en la vivienda?

Se determinó que, entre 1 y 6 habitantes por vivienda, resultando una moda de 3 habitantes por viviendas, lo que representa un 32% del total de viviendas evaluadas, como se muestra en la Figura 5.2.

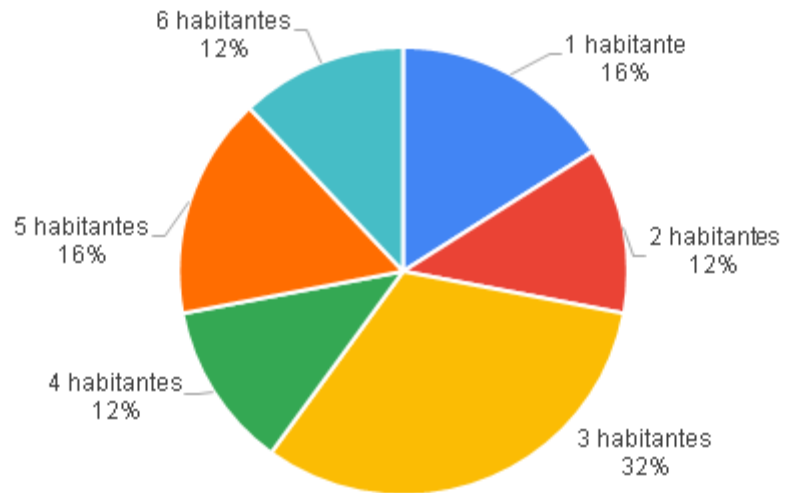


Figura 5.2. Número de habitantes por vivienda en Colorado Norte

Pregunta 2. ¿Separa sus residuos para su posterior reciclaje?

El resultado de la cantidad de viviendas que llevan a cabo la separación de los residuos se muestra en la Figura 5.3.



Figura 5.3. Porcentaje de separación de RS en las viviendas de Colorado Norte

Como se observa en la figura anterior, el 52% de la población entrevistada no realiza ningún tipo de separación de los RS, mientras que un 40% separa los residuos, pero no son enviados a otro lugar para el reciclaje. La Figura 5.4 muestra los tipos de residuos que se separan en las viviendas.

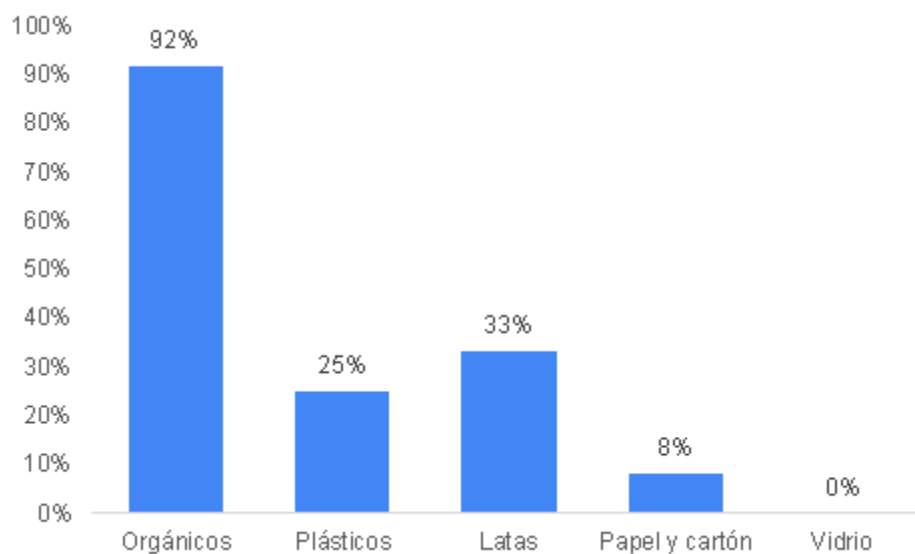


Figura 5.4. Tipos de residuos separados según las viviendas entrevistadas

Las personas entrevistadas que realizan una separación de los RS en su vivienda afirman que los residuos orgánicos son los que más separan, seguido de las latas y los residuos plásticos. Los residuos que tienen menor porcentaje de separación son el papel, cartón y vidrio. Como se mencionó anteriormente, en el área de estudio los residuos con mayor porcentaje de separación son los orgánicos, esto se debe en gran medida a que se utilizan como abono para las plantas o para alimentar a los animales domésticos y de granja.

Pregunta 3. ¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos generados en la vivienda por semana?

En el área de estudio, el 44% de las viviendas entrevistadas generan únicamente una bolsa de residuos por semana, el 28% genera dos bolsas y el 28% de ellas desconoce la cantidad de bolsas que generan.

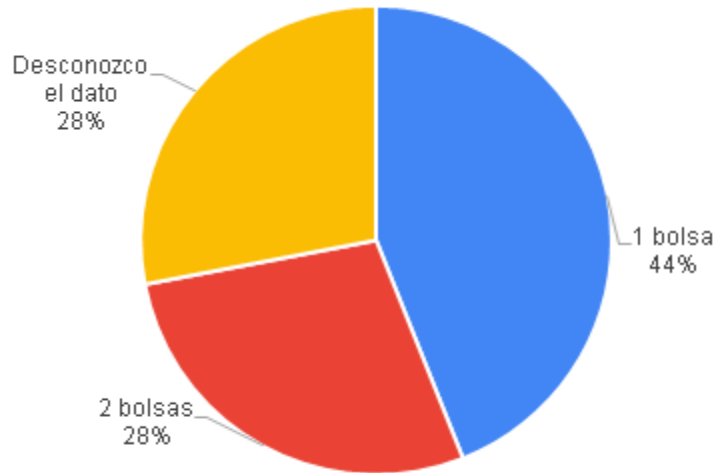
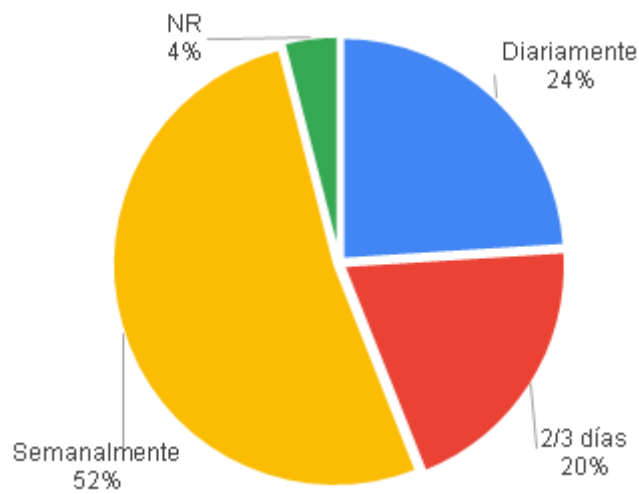


Figura 5.5. Cantidad de residuos que se generan semanalmente por vivienda

Pregunta 4. ¿Cada cuánto elimina los residuos de su vivienda?



*NR: No respondió

Figura 5.6. Frecuencia de eliminación de residuos sólidos de la vivienda

Con respecto a la frecuencia de disposición de los residuos sólidos fuera del hogar, el 52% de los entrevistados afirman deshacerse de ellos semanalmente, un 20% al menos dos veces a la semana y un 24% los desecha diariamente.

Pregunta 5. ¿Cómo dispone los residuos sólidos generados en su hogar?

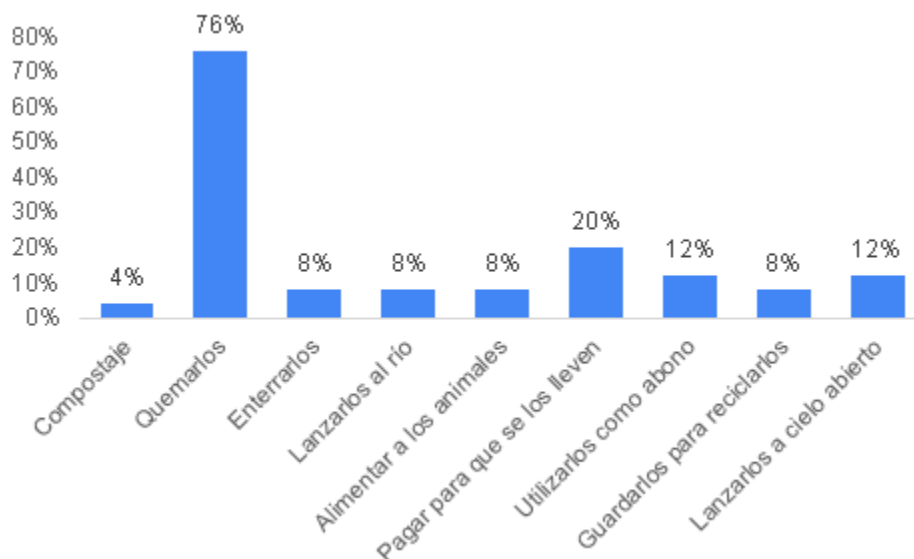


Figura 5.7. Disposición de los residuos sólidos generados en las viviendas de Colorado Norte

Debido a la inexistencia del servicio de recolección en la comunidad, las personas se ven obligadas a realizar prácticas tales como quemar residuos (76%), tirarlos al río o abandonarlos en cualquier lugar a cielo abierto (20%). Así mismo, el 24% de los vecinos utilizan sus residuos orgánicos para alimentar animales, abonar plantas o hacer compostaje. El 20% de las personas entrevistadas afirman pagarle a alguien para que se deshaga de sus residuos sólidos, sin embargo, no saben qué sucede con estos una vez que salen de su hogar. También, un 8% de los entrevistados entierran sus RS y finalmente, un 8% afirma guardar sus residuos sólidos valorizables para cuando se habilite el centro de acopio.

Pregunta 6. ¿Estaría dispuesto a participar en una capacitación en temas de reciclaje y compostaje?

Por otra parte, se les preguntó a los vecinos de la comunidad si estarían dispuestos a ser partícipes de capacitaciones en temas ambientales como reciclaje y compostaje; a partir de esto se obtuvieron las siguientes respuestas:

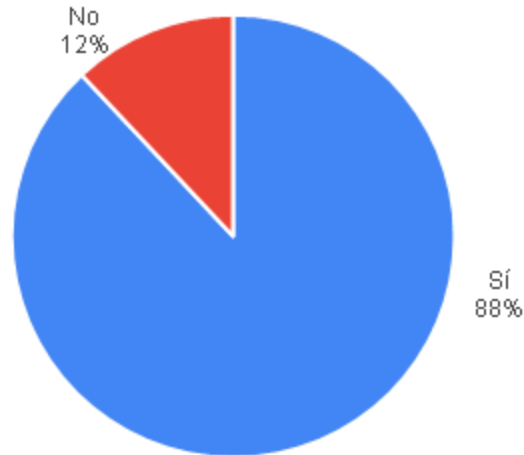


Figura 5.8. Disposición de recibir capacitación sobre reciclaje y compostaje

El 88% de los entrevistados aseguran que estarían dispuestos a recibir una capacitación en temas de reciclaje y compostaje, con el fin de aprender a disponer de mejor manera los RS, mientras que un 12% se niega a participar de estas capacitaciones por falta de interés o de tiempo.

Pregunta 7. En caso de habilitarse el centro de acopio de la comunidad, ¿Estaría dispuesto a trasladar sus residuos sólidos reciclables hasta el lugar?

Finalmente, se les explicó a los entrevistados que la comunidad actualmente cuenta con un centro de acopio destinado a la preparación de los materiales para su reciclaje, pero que este se encuentra en desuso, por lo que se les planteó la pregunta de si ellos estarían dispuestos a movilizar sus RS valorizables hasta dicho lugar en caso de habilitarse. En la Figura 11 se muestran las respuestas obtenidas.

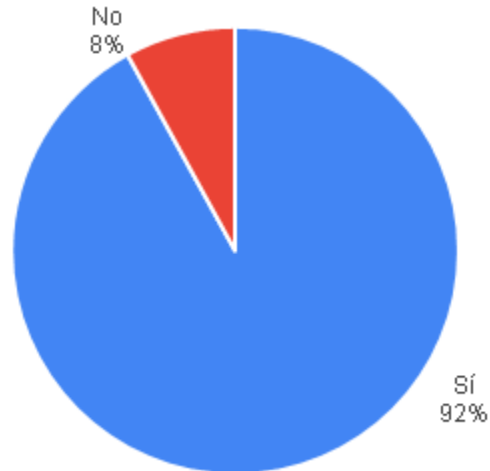


Figura 5.9. Disposición de trasladar los residuos valorizables al centro de acopio

El 92% de los vecinos entrevistados se mostraron entusiastas y dispuestos a trasladar sus residuos valorizables hasta el centro de acopio, mientras que un 8% se negaron a desplazarse hasta el lugar, aunque afirman estar dispuestos a dar sus residuos valorizables si se los recogen en la puerta de su hogar.

5.3 ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La implementación de un Sistema de Gestión Integral de Residuos (SGIR) en la zona de Colorado Norte se dificulta debido a la lejanía de la comunidad al sitio de disposición final, el difícil acceso (terrestre y fluvial), la falta de personal operativo en la UTGAM para asumir esta labor, la ausencia de títulos de propiedad y la evasión de impuestos, y aunque la prestación del servicio es responsabilidad de la municipalidad, se requiere también un compromiso por parte de la población.

Actualmente, en la comunidad de Colorado Norte no existe un sistema de recolección de residuos sólidos, el reto en los próximos años es lograr incluir a la comunidad como parte del servicio de recolección de la Municipalidad de Pococí. Sin embargo, esta meta solamente se puede lograr contando con el recurso económico necesario.

Como se menciona anteriormente, por medio de las entrevistas realizadas determinó que la mayor parte de la población se encuentra anuente a participar en las capacitaciones que se realicen, llevar sus residuos sólidos valorizables al centro de acopio local y participar

activamente para lograr la implementación de un sistema de manejo de residuos; de igual manera, las autoridades municipales tienen completo interés en buscar soluciones a corto, mediano y largo plazo para reducir los niveles de contaminación que afectan dicha comunidad.

5.3.1 Avances dentro de la comunidad

Es importante destacar los esfuerzos realizados por la Municipalidad de Pococí en conjunto con distintas asociaciones para disminuir el problema de RS, entre ellos se puede destacar: la existencia de un centro de acopio que se logró concretar gracias a la sinergia de Fundación para la Paz y la Democracia (FUNPADEM) dentro del Marco del proyecto Manos a la Costa, auspiciado por la Unión Europea, la Municipalidad de Pococí, la organización no gubernamental (ONG) Moviendo Esperanzas y la participación activa de la comunidad, el cual cuenta con una quebradora de vidrio y una prensa de plástico entregados por la Municipalidad.

Por otra parte, la UTGAM está mediando con la comunidad para definir responsabilidades con el fin de habilitar este centro de acopio y educar a la población con respecto a su funcionamiento, mediante el Programa de Educación Ambiental de la Municipalidad de Pococí.

5.3.2 Análisis de los actores clave

En todo sistema de manejo de residuos es de suma importancia la identificación de actores clave asociados a este. Una vez identificados dichos actores, se procedió a describir su participación en el plan de manejo de RS.

- Municipalidad de Pococí: Esta entidad es la encargada de brindar el servicio de recolección de residuos sólidos en el cantón de Pococí, esto según lo establecido en el Código Municipal y el Reglamento de Manejo de Residuos Sólidos. Además, es la encargada de establecer tarifas de recolección que se ajusten al servicio brindado. La municipalidad está en obligación de actuar como ente ejecutor y regulador del sistema de recolección que se plantee.

- MINAE: Según lo que se establece en la Ley 7152 del Ministerio del Medio Ambiente Energía (MINAE), esta entidad es la encargada de formular, planificar y ejecutar las políticas de recursos naturales y de protección ambiental, lo cual lo relaciona directamente con la Gestión de los Residuos Sólidos. Además, a través de DIGECA (Dirección de Gestión de Calidad Ambiental) se encarga de fiscalizar, evaluar y monitorear el equilibrio entre las actividades productivas humanas y el ambiente por medio de la Contraloría Ambiental. Este Ministerio trabaja en conjunto con la municipalidad con el fin de monitorear la contaminación del agua y del suelo ocasionada por la mala disposición de los residuos.
- Vecinos de la comunidad: Son los actores principales en el sistema de recolección de residuos sólidos ya que son los responsables y generadores de los residuos sólidos, así mismo, son los principales beneficiados de su gestión. El vínculo de la comunidad y el sistema de recolección de residuos se establece en el artículo 4 del Código Municipal, donde también se establecen las tasas para el cobro del servicio. Es importante recalcar que actualmente la mayoría de los vecinos no realiza ningún tipo de separación de residuos y en caso de aplicar esta estrategia, la Municipalidad de Pococí trabajará en la sensibilización de la comunidad.
- Centros educativos: Estos juegan un papel muy importante en cuanto a la implementación del plan de manejo de RS, pues a través de ellos se puede incentivar la adopción de prácticas sostenibles y amigables con el ambiente por medio de un programa de educación ambiental continua.
- Asociaciones comunales: Con el fin de que el sistema de gestión propuesto funcione de manera correcta es importante la incorporación de estos sectores en los procesos de diálogo y toma de decisiones. En la comunidad se cuenta con una asociación de desarrollo integral, grupos de trabajo formados por estudiantes de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), organizaciones de mujeres, entre otros.
- Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos (ASADA): Esta organización es importante, ya que mediante ella se puede gestionar el cobro del servicio de recolección, claramente sin condicionar el servicio de agua potable, ya que ellos se encuentran organizados para realizar el cobro de los servicios a la comunidad.

5.3.3 Análisis FODA del manejo de residuos en la comunidad

Mediante un análisis FODA se pueden identificar las fortalezas o aspectos positivos existentes para establecer un plan de manejo de residuos sólidos de la comunidad de Colorado Norte, así como las debilidades que pueden afectar negativamente el proceso y partiendo de ahí, es posible establecer una propuesta que se adapte a sus necesidades con el fin de mejorar la situación actual. Para este análisis se tomaron en cuenta las etapas de generación, almacenamiento, recolección, transporte, valorización y disposición final.

<p>Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Un gran porcentaje de los residuos generados son biodegradables. 2. Existencia de un centro de acopio en la comunidad. 3. Se cuenta con una lancha para el desplazamiento de los residuos. 4. Obligación municipal para la gestión de los residuos de la comunidad. 5. 40% de los vecinos separa los residuos y el 8% los entregan para el reciclaje 6. La mayoría de los vecinos separa los residuos orgánicos. 7. 88% de los entrevistados asegura que estaría dispuesto a recibir capacitación en temas de reciclaje y compostaje 8. El 92% de los vecinos entrevistados se mostraron entusiastas y dispuestos a trasladar sus residuos valorizables hasta el centro de acopio. 	<p>Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apertura de mercado de reciclaje y compostaje. 2. Existencia de un marco legal que hace responsable a la municipalidad de la gestión de los residuos sólidos de la comunidad. 3. 20% de los vecinos paga a alguien para que se deshaga de sus residuos.
<p>Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No existe el servicio de recolección de residuos. 2. Comunidad de difícil acceso y lejana al sitio de disposición final. 	<p>Amenazas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminación de los recursos naturales. 2. Riesgos a la salud humana por la mala disposición de RS.

<p>3. No existe escritura de finca o formalización de construcciones ante la municipalidad.</p>	<p>3. Riesgo de inundaciones por la obstrucción de canales causada por la mala disposición de residuos. 4. Deterioro de espacios públicos y paisaje visual.</p>
---	---

Figura 5.10. Análisis FODA del manejo de residuos en la comunidad

5.4 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA COMUNIDAD DE COLORADO NORTE

La siguiente propuesta se realiza con el fin de brindar a la Municipalidad de Pococí elementos claves para la implementación de un sistema de recolección de los residuos generados en la comunidad de Colorado Norte, y así, reducir los impactos ambientales y los riesgos a la salud pública asociados, con el fin de mejorar la calidad de vida de los vecinos.

5.4.1 Árbol de objetivos

En la siguiente figura se plantean las metas a alcanzar con la implementación de un plan de manejo de residuos sólidos, orientado al mejoramiento de la situación actual:

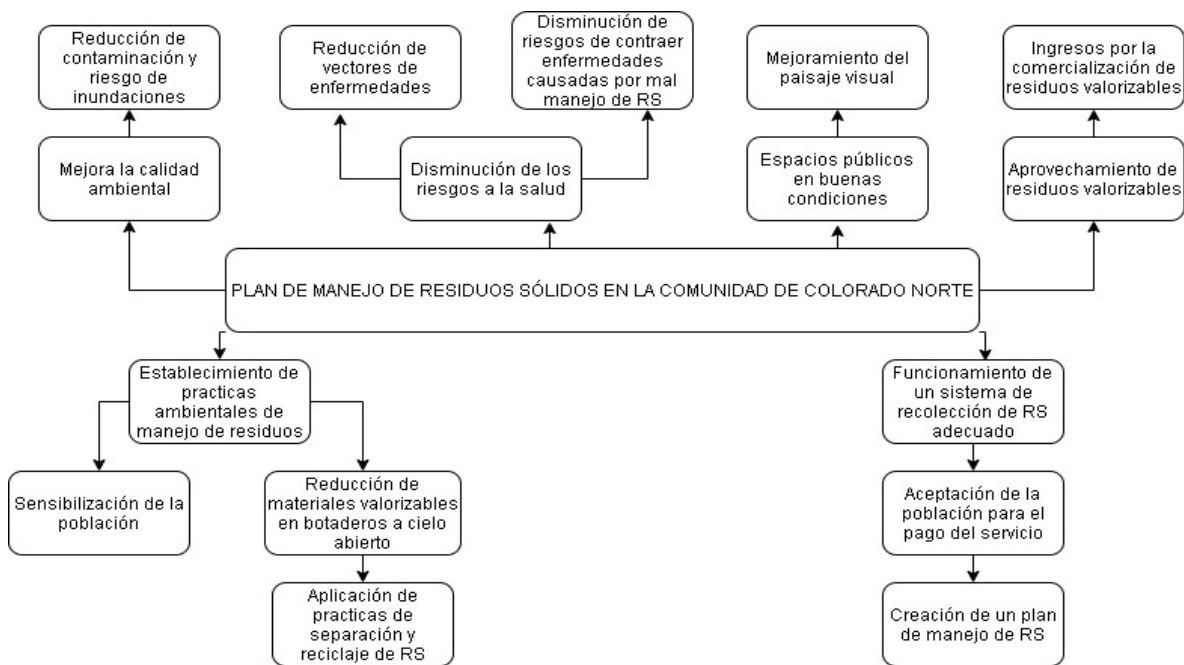


Figura 5.11. Metas por alcanzar con la implementación de un Plan de Manejo de RS en la comunidad de Colorado Norte

Basado en el análisis anterior, se establecen 4 objetivos principales que se pretenden alcanzar con la implementación de un plan de manejo de RS:

- Mejorar de la calidad ambiental
- Embellecer el aspecto visual de espacios públicos
- Disminuir los riesgos asociados a la salud
- Aprovechar los materiales reciclables

Para el cumplimiento de estos, se deben establecer acciones por medio de líneas estratégicas, algunas de ellas son:

- Lograr que la población se apropie del plan, para que este sea sustentable y funcional. Para ello se debe sensibilizar y capacitar a diferentes sectores de la comunidad.
- Impulsar a la comunidad a realizar la separación de los RS en la fuente, al menos en dos grupos: residuos valorizables y residuos no valorizables, esto con el fin de aprovechar los materiales que puedan ser reciclados y comercializados y así mismo disminuir la cantidad de residuos a la que se le debe dar tratamiento en el relleno sanitario.
- Brindar un servicio de recolección y transporte de residuos sólidos en condiciones seguras, sanitarias y conforme lo establece la Legislación actual vigente.
- Contar con el apoyo municipal es de suma importancia, ya que son los responsables legales de brindar el servicio de recolección y disposición de los residuos generados, así como de la asignación presupuestaria del proyecto.

Con respecto a las actividades planteadas, se proponen las siguientes líneas estratégicas:

1. Gestión de residuos en la fuente de generación
2. Recolección y transporte de RS
3. Educación, capacitación y sensibilización
4. Fortalecimiento legal y administrativo

A continuación, se detalla cada una de las líneas estratégicas a tomar en cuenta con sus respectivos objetivos y actividades:

5.4.2 Línea estratégica 1. Gestión de residuos en la fuente de generación

Objetivo: Prevenir y gestionar los residuos en la fuente de generación.

Actividades	Responsable	Colaboradores
<p>Preparar una estrategia de compostaje doméstico.</p> <p>Entregar a las familias que estén dispuestas a realizar la separación, dos recipientes: uno para materiales valorizables y otro para materiales no valorizables.</p> <p>Desarrollar un conjunto de indicadores para medir la eficiencia y eficacia del sistema de gestión de residuos.</p> <p>Reactivar el centro de acopio, donde se recibirán, clasificarán y almacenarán los residuos de manera eficiente y segura.</p> <p>Definir una figura encargada de administrar el centro de acopio.</p>	<p>Municipalidad de Pococí.</p>	<p>Asociaciones de desarrollo</p> <p>Sector educativo</p> <p>Figura encargada del centro de reciclaje</p>

5.4.3 Línea estratégica 2. Recolección y transporte de los residuos sólidos

Objetivo: Recuperar la mayor cantidad de residuos.

Actividades	Responsable	Colaboradores
-------------	-------------	---------------

<p>Establecer el tipo de sistema de recolección, dadas las características de la comunidad.</p> <p>Explicar a la comunidad cómo será la recolección de residuos no valorizables, horarios, rutas, frecuencia, tarifa, haciendo énfasis en la importancia de separar los residuos valorizables y trasladarlos al centro de acopio para su aprovechamiento. Así como dar a conocer el hecho de que el costo del servicio se vincula a la cantidad de residuos a manejar, quiere decir, que cuanto mayor sea la recuperación de materiales para su reciclaje, menores serán las tarifas por el servicio.</p> <p>Construir un sitio adecuado para el almacenamiento de RS.</p> <p>Contratar una empresa encargada del transporte de los residuos desde Puerto lindo al centro de disposición final más cercano.</p>	<p>Municipalidad de Pococí</p>	<p>Empresa privada de recolección de residuos</p>
---	--------------------------------	---

Se propone implementar un programa de recolección selectiva, esto significa que debe haber una clasificación en la fuente generadora, por lo tanto, se necesita concientizar y capacitar a la población para asegurar que la mayoría de los residuos sean aprovechados. Este tipo de recolección consiste en que la misma población separa los residuos en secos (materiales reciclables) y húmedos (materia orgánica), luego el servicio se brinda en días alternados para residuos secos y húmedos. En el caso de Colorado Norte, el sistema planteado solamente se encargará de la recolección de los residuos húmedos y se espera que cada familia traslade sus residuos secos al centro de acopio.

Método de recolección

Recolección puerta a puerta: Utilizando un cuadraciclo adaptado con canasta, para la recolección de residuos de las viviendas que se encuentren contiguo a las aceras y un carrito para las viviendas en cuyos sectores el cuadraciclo no pueda realizar el ingreso, los recolectores trasladarán los residuos desde las casas hasta el sitio de almacenaje. Este método asegura la accesibilidad a la mayoría de los residuos generados, además de ser el más cómodo para la población.



Figura 5.12. Ejemplo de vehículo de recolección a utilizar. (Fuente: Municipalidad de Pococí).

Transporte de residuos

Los residuos se recolectarán semanalmente y se llevarán a un punto de almacenaje con la ayuda de un cuadraciclo con una canasta y cada quince días se trasladarán en lancha hasta Puerto Lindo, donde se colocarán en un camión recolector que los llevará al sitio de disposición final más cercano.

Frecuencia de recolección

Se realizará una vez por semana para evitar la proliferación de vectores de enfermedades.

Ruta de recolección

Se debe realizar el estudio con la colaboración del Departamento de Catastro Municipal para establecer la mejor ruta de recolección, tomando en cuenta que la extensión de la acera es de 1,2 km lineales y considerando también las características propias de la comunidad.

5.4.4 Línea estratégica 3. Educación, capacitación y sensibilización		
Objetivo: Establecer un plan participativo con representantes de la comunidad y del municipio.		
Actividades	Responsables	Colaboradores
Desarrollar un programa educativo para la reducción, separación, reutilización y reciclaje, este incluye: identificación de los grupos a capacitar, definir los objetivos a alcanzar mediante la participación comunitaria.	Municipalidad de Pococí	Asociaciones de desarrollo
Fortalecer la capacidad de los líderes comunitarios de diferentes sectores para lograr una planificación y ejecución participativa.		Sector educativo
Propiciar la participación de empresas privadas de la región dedicadas al acopio, reciclaje, etc.		Líderes comunitarios

<p>Analizar qué tanto conocimiento tiene la población en el tema de manejo de residuos, ello permitirá definir objetivos reales.</p> <p>Promover la separación de residuos en los hogares.</p> <p>Inculcar principios de respeto al ambiente.</p> <p>Propiciar la aplicación de la metodología de las 4Rs y los beneficios que este sistema conlleva.</p> <p>Establecer programas educativos y materiales dirigidos a la población según los sectores definidos (líderes comunitarios, asociaciones comunitarias, instituciones educativas, amas de casa, comerciantes, etc.).</p>		
--	--	--

5.4.5 Línea estratégica 4. Fortalecimiento legal y administrativo

Objetivo: Establecer de manera legal las condiciones de manejo de residuos sólidos, que permita mejorar las condiciones actuales y el control de estas para beneficio de la comunidad.

Actividades	Responsables	Colaboradores
<p>Dar a conocer a la comunidad el Reglamento de Manejo de R.S. del cantón de Pococí para alcanzar la gestión y manejo integral de residuos en la comunidad.</p>	<p>Municipalidad de Pococí</p>	<p>NA</p>

<p>Aplicar el reglamento municipal, que garantice el control y funcionamiento de la gestión y manejo integral de los residuos sólidos.</p> <p>Asignar presupuesto.</p> <p>Contratar a una empresa que sea la responsable de la gestión y manejo en forma integral de los residuos, se establece como prioridad que esta unidad cumpla con lo establecido en la Ley 8839, el Reglamento de Manejo de Residuos Ordinarios N°36093 (Art. 29 al 31 referente a condiciones de transporte de residuos) y el Código de Trabajo en cuanto a condiciones laborales de los colaboradores.</p> <p>Crear un Comité de Gestión de Residuos que tenga la responsabilidad de controlar la eficiencia del servicio.</p> <p>Establecer un costo tarifario por el servicio prestado acorde a los costos reales del servicio conforme al artículo 83 del Código Municipal.</p> <p>Establecer e implementar un plan de gestión financiera para el funcionamiento del sistema de gestión de residuos presente y futuro.</p> <p>Diseñar un sistema de control para monitorear los gastos relacionados con el sistema de gestión de residuos.</p>		
---	--	--

Incluir esta estrategia en el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pococí.		
---	--	--

NA: No aplica

5.5 IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO TARIFARIO

Con el fin de conocer los costos asociados al servicio de recolección planteado, se plantea el siguiente diagrama de proceso:

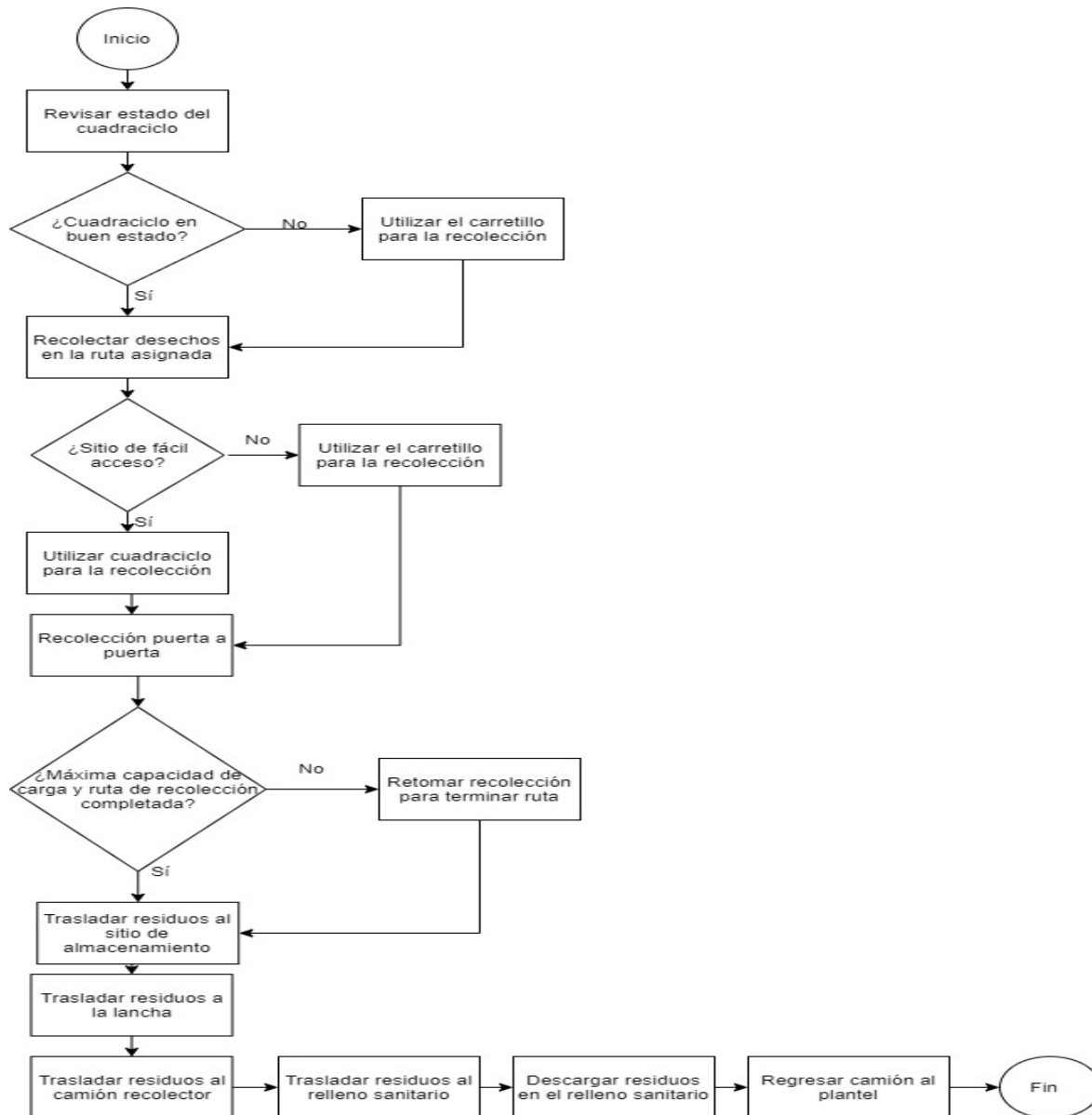


Figura 5.13. Diagrama de proceso de recolección de residuos propuesto

Según el Departamento Financiero de la Municipalidad de Pococí, los costos directos asociados a la gestión de los residuos sólidos en la comunidad de Colorado Norte son los siguientes:

- Mano de obra directa: persona encargada de la recolección y el transporte de residuos sólidos, separación de RS en el centro de acopio y persona encargada de manejar la lancha
- Depreciación de la lancha y cuadraciclo
- Seguros
- Marchamo y RTV del cuadraciclo
- Permiso de navegación de la lancha
- Mantenimiento y reparación de la flotilla
- Materiales y suministros (carretillo, escobón, pala, bolsas para basura, equipo de protección personal)
- Combustible de la lancha y cuadraciclo
- Pago por transporte de los residuos desde el puerto hasta el sitio de disposición final
- Pago por la disposición de residuos en el sitio de disposición final
- Servicios públicos (Agua, luz)

Con respecto a los costos indirectos se tienen los siguientes:

- Materiales (Suministros de limpieza o de oficina en caso de necesitarlos)

Otros costos:

- Construcción de un sitio adecuado para el almacenamiento de RS
- Compra de cuadraciclo

5.5.1 Estimación de costos

En el siguiente cuadro se muestran los datos considerados para la estimación de costos del servicio de recolección de residuos sólidos de la comunidad de Colorado Norte:

Cuadro 5.3. Estimación de costos asociados al servicio de recolección de RS

Rubro	Monto anual (colones)
Mano de obra	5 669 278,92
Cargas sociales y cesantía	14 400 187,22
Depreciación	3 068 407,54
Seguros	553 158,50
Marchamo y RTV	200 000,00
Permiso de navegación	16 950,00
Mantenimiento y reparación	1 304 517,00
Materiales y suministros	223 395,00
Combustible	1 175 117,00
Pago por transporte de residuos	2 664 000,00
Disposición de residuos en el sitio de disposición final	2 222 500,00
Servicios públicos	976 187,00
Construcción del sitio de almacenamiento	3 754 592,40
Compra de cuadraciclo	5 161 584,45
TOTAL PARCIAL	41 389 874,13
+10% Utilidad para el desarrollo	4 138 987,413
TOTAL FINAL	45 528 861,54

(Fuente: Elaboración propia).

Para el rubro de mano de obra, se tomó en cuenta el salario, cesantía y cargas sociales de la persona encargada de realizar la recolección una vez a la semana y labores varias en el centro de acopio el resto de los días lo mismo aplica para la persona encargada de trasladar los residuos en lancha desde Colorado Norte hasta Puerto Lindo. Todo esto sustentado en los

salarios mínimos establecidos por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social para el año 2021.

El costo asociado al combustible incluye el gasto del cuadraciclo, suponiendo que se hará la recolección una vez a la semana y el gasto de la lancha haciendo dos viajes por mes.

En el caso del rubro asociado a la construcción del sitio de almacenamiento, se estableció suponiendo un galerón techado de 10 m².

Con respecto a la compra del cuadraciclo, el cálculo se realizó en base al modelo HONDA TRX250TE, con una cilindrada de 229 cc y una capacidad de combustible de 9 litros.

Es importante aclarar que la mayoría de los datos mostrados en la estimación de costos, están apoyados en cálculos previos realizados por la municipalidad para el cálculo de tarifas por servicios de recolección de residuos sólidos e información brindada por Andrea Camacho (Coordinadora de Administración Financiera) y Cyntia Ávila Madrigal (Coordinadora de Administración Tributaria), ambas de la Municipalidad de Pococí.

Una vez realizados estos cálculos, se procede a estimar la tarifa por usuario con base en el número de familias. No sin antes mencionar que, en los cálculos del cuadro anterior, se toma en cuenta únicamente el 50% del costo del salario completo del chofer de la lancha, el permiso de navegación y los costos asociados al mantenimiento de esta, debido a que actualmente todos esos costos ya se encuentran siendo cubiertos por el rubro de recolección de basura en Pococí, como parte del sistema solidario con el que se cuenta. Por otra parte, por recomendación del departamento de Administración Financiera, una eventual recolección en Barra de Colorado debería mínimamente cubrir la mitad de estos costos por contar con una tarifa diferenciada, esto sustentado en el Artículo 83 del Código Municipal, donde se establece que se autoriza a las municipalidades a implementar el modelo tarifario que más se adecue a su realidad.

Además, el costo del cuadraciclo y de la estructura para el almacenamiento temporal de los residuos no será tomado en cuenta para este cálculo, debido a que en este caso se considera un único gasto inicial.

A continuación, se presentan los cálculos del costo trimestral tomando en cuenta todo lo antes mencionado:

Costo trimestral del servicio

Costo anual por contribuyente:

$$\frac{\text{¢}45.528.861,54 - \text{¢}5.161.584,45 - \text{¢}3.754.592,40}{200 \text{ contribuyentes}} = \frac{\text{¢}183.063,42}{\text{contribuyente/año}}$$

Costo trimestral por contribuyente:

$$\frac{\frac{\text{¢}183.063,42}{\text{contribuyente/año}}}{4 \text{ trimestres}} = \frac{\text{¢}45.765,85}{\text{contribuyente/trimestre}}$$

Cabe mencionar, que el costo trimestral del servicio en el sector residencial del resto del cantón es de ₡10.959,54, es decir en Barra del Colorado el servicio sería hasta un 76% más costoso.

Debido a lo anterior, se recomienda valorar ya sea, una mayor dilución de los costos analizando también una eventual recolección que incluya el sector de Colorado Sur, diluir los costos con el resto del cantón (convirtiéndola en una tarifa solidaria), o, por el contrario, subcontratar el servicio de recolección.

5.5.2 Modelo de cobro del servicio

Según el señor Hugo Alvarado León (Coordinador del Departamento de Catastro Municipal), la comunidad de Colorado Norte cuenta con una serie de dificultades para la implementación del cobro del servicio por recolección de residuos sólidos, entre estos se destacan:

- La comunidad se encuentra situada en un terreno perteneciente a la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica de Costa Rica (JAPDEVA), por lo tanto, los terrenos no están a nombre de los posibles usuarios del servicio de recolección, lo que dificulta el cobro del servicio.

- Es un sitio de difícil acceso y no cuentan con un lugar adecuado para realizar el pago de servicios municipales, a consecuencia de esto, los usuarios tendrían que desplazarse a la oficina municipal más cercana ubicada en Cariari de Pococí para realizar los pagos, lo que implica una inversión de tiempo y dinero.

Tomando en cuenta estos aspectos, se propone el siguiente modelo de cobro:

- Realizar en conjunto con el Departamento de Catastro de la Municipalidad de Pococí el levantamiento de un registro donde se indique el nombre y número de cédula del dueño de la casa, así como las características de esta y la ubicación en el mapa.
- La UTGAM se encargará de informar a los usuarios sobre la implementación del servicio de recolección y el costo asociado a este, con el fin de que la población esté al tanto de la situación.
- Por medio de la plataforma municipal de cobro de servicios, se generará un código para cada vivienda asociado al número de cédula de la persona responsable.
- Con este código la persona podrá trasladarse a la oficina de pago más cercana y realizar la cancelación del servicio o bien mediante transferencia electrónica o SINPE móvil.

6 CONCLUSIONES

En estudios similares realizados en el cantón, los residuos orgánicos representaban la mayor fracción en los estudios de generación y composición de RS, sin embargo, en este estudio se determinó que la mayor fracción correspondía a residuos sanitarios (47,94%), esto se debe en gran medida a que en días anteriores a la recolección de la muestra llovió y por lo tanto se acumuló humedad en los residuos como pañales y toallas sanitarias.

En este estudio se determinó que el índice de generación per cápita de la comunidad de Colorado Norte es de 0,51 kg/habitante/día, similar al promedio de generación per cápita del país (0,7 kg/habitante/día).

Según las encuestas realizadas, un 76% de la población opta por la quema de sus residuos sólidos, lo que contribuye a la contaminación del aire por emisión de dioxinas y contaminación de suelos y fuentes de agua por medio de las cenizas.

Con base a los resultados obtenidos, se seleccionó para la comunidad de Colorado Norte una estrategia que promueva la participación social activa y la jerarquización de residuos y de acciones, lo que permite reducir el monto por concepto de disposición de los residuos en el relleno sanitario, ya que se pretende incentivar propuestas de reducción y eliminación de los residuos desde la fuente generadora. Si se contempla el tratamiento de los residuos orgánicos como primer enfoque del sistema, el costo de disposición de los residuos puede llegar a disminuir hasta en un 30% debido al volumen de generación de este tipo de residuo en la comunidad.

Según el análisis de estimación de costos realizado, se determinó que la implementación de un servicio de recolección de RS en la comunidad de Barra del Colorado tendría un costo de aproximadamente 45.765,85 colones por trimestre/contribuyente (hasta un 76% más costoso que en el resto del cantón de Pococí debido a las limitaciones de lejanía con respecto al sitio de disposición final y el transporte pluvial de los RS).

En cuanto a la recolección de residuos, en las zonas rurales y con escasa conciencia ambiental, se ha reportado, que lo ideal es hacerlo con un sistema puerta a puerta, ya que se

obtienen mejores resultados en términos de recolección selectiva que los modelos basados en colocación de contenedores en sitios fijos.

La implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos en la comunidad de Colorado Norte, representa un reto muy grande debido a que es una zona de difícil acceso y no posee su propio sitio de disposición final de residuos.

7 RECOMENDACIONES

Para la recolección de residuos sólidos valorizables en la comunidad, es necesario mantener actualizado el índice de crecimiento poblacional y la cantidad de residuos generados, debido a la limitada capacidad de almacenamiento del centro de acopio y a la frecuencia de recolección, asegurando así la adaptación de la estrategia a esos cambios.

Se propone que desde el espacio institucional municipal se valoren las condiciones de vida de la población para profundizar en las características del grupo familiar, y conocer sus posibilidades de pago, de acuerdo con la situación de ingresos, empleo, vulnerabilidad social, entre otros. Es de suma importancia que el estudio de las condiciones de vida de las familias sea abordado con un profesional competente y facultado en el área, que integre esta actividad dentro de un programa de apoyo a la familia.

Se propone la implementación de un relleno sanitario manual que consiste en una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de que, debido a sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

Se propone la contratación de la persona que está realizando actualmente la recolección de RS al 20% de la población que paga por el servicio. Esto con el fin de disminuir la posible competencia asociada a un servicio de recolección más accesible, pero con mayores impactos ambientales.

Se recomienda incentivar el compostaje pasivo in situ ya que las viviendas cuentan con el espacio necesario para llevarlo a cabo y el costo es menor comparado a la implementación de composteras rotativas.

Para facilitar el cobro del servicio de recolección, se propone la asignación de una persona o entidad encargada únicamente del cobro del servicio, con el fin de que las personas no tengan que trasladarse hasta otro distrito para realizar el pago.

8 REFERENCIAS

- Abarca, L. y Lobo, S. (2020). *Análisis de mercado de los residuos sólidos ordinarios, sus subproductos y evaluación del costo-beneficio de las tecnologías disponibles en residuos valorizables que pueden dar una oportunidad de negocio*. San José, Costa Rica.
- Abarca-Guerrero, L., Maas, G., & Hogland, W. (2015). *Solid waste management challenges for cities in developing countries*.
- Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018). *Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization*. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275-1290. <https://doi.org/10.1016/J.EJPE.2018.07.003>
- Acurio, G. et al. (2014). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*, Croquis.
- Anchía Leitón, D. (2018). *Propuesta para el diseño de micro-rutas de recolección de residuos sólidos valorizables en el casco central comercial de la ciudad de San José*. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14572>
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2010). *Ley para la Gestión Integral de Residuos, N°8839*.
- Bernache Pérez, G. (2015) *La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales*, *Sociedad y Ambiente*, (7). doi: 10.31840/sya.v0i7.1592.
- Bonmatí, A. (2008). *Capítulo 8: Gestión y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos*.
- Campos-Rodríguez, R., & Soto-Córdoba, S. (2014). *Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica*. *Revista Tecnología en Marcha*, 27(3), 122. <https://doi.org/10.18845/TM.V27I3.2072>
- Coffey, M. y Coad, A. (2010). *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT)*.
- Consejo nacional del ambiente. (2017). *Informe Estado del Ambiente Costa Rica 2017*. <https://odd.ucr.ac.cr/sites/default/files/IAE2017/00-Estado-del-Ambiente-Resumen-Ejecutivo-vf.pdf>
- Granados, C., & Ramírez, M. (2009). *Modelo y guía de planificación para establecer la Gestión Integral de los Residuos Sólidos generados en el cantón de Moravia*.
- Inder. (2021). *Ubicación del distrito de Colorado*. Costa Rica

- Jaramillo, J. (2018). *SEMINARIO INTERNACIONAL GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS, SIGLO XXI GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-GIRSM*.
- Klundert, A. van de, & Anschutz, J. (2001). *Tools for decision-makers : experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995-2001)*. En *Community Development Journal* (Vol. 38, Número 3). WASTE. <http://eau.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/095624780201400219>
- Loboka, M. K. et al. (2014). *Assessment of the municipal solid waste pollution problem in the newest country: Case study of Juba, South Sudan*, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(5), pp. 916-924. doi: 10.19026/rjaset.7.335.
- Masís-Leandro, K. J. (2018). *Centros municipales de recuperación de residuos sólidos valorizables en Costa Rica: situación actual y guía de buenas prácticas*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10008>
- Mata, E. V. (2014). *Competitividad local y generación de residuos sólidos en Costa Rica. Recursos de Conocimiento para la gestión municipal.*, 1(1), 1-3. http://municipal.cegesti.org/articulos/articulo_01_100914.pdf
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). *Dirección de Cambio Climático (DCC). Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ)*. (2019). *Primer Informe Situación de la Gestión de los Residuos Sólidos para la Determinación de la NAMA Residuos Costa Rica*.
- Ministerio de Salud. (2013). *Decreto Ejecutivo N° 37745-S Oficializa la Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2016). *Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2011). *Política Nacional Para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2021). *Lista de Salarios*. Recuperado de <https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>
- MINSA (2016). *Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021*. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el->

- ministerio/politcas-y-planes-en-salud/planes-en-salud/3025-plan-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2016-2021/file.
- Municipalidad de Pococí. (2015). Plan de Desarrollo Rural Territorial de Pococí 2015-2020. Recuperado de <http://obturcaribe.ucr.ac.cr/documentos-publicaciones/planes-y-programas-n/inder/192-pdrt-pococi/file>
- Parra, J., Subdirector, B., Jairo, R., Arango, A., Residuos, P. C., & Cornare, S. (s. f.). *SEMINARIO INTERNACIONAL GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS, SIGLO XXI LA EDUCACION AMBIENTAL EN EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.*
- Pérez, G. B. (2015). *La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. Sociedad y Ambiente*, 7. <https://doi.org/10.31840/SYA.V0I7.1592>
- Phillips, W., & Thorne, E. (2013). *Municipal solid waste management in the Caribbean: a benefit-cost analysis.* <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5053>
- Programa CYMA. (2011). *Manual para la definición de un modelo tarifario para la gestión municipal de residuos sólidos.* Recuperado de https://www.uned.ac.cr/extension/images/ifcmdl/modelo_tarifario_-LEY_8839.pdf
- Shahmoradi, B. (2013). *Collection of municipal solid waste in developing countries. En International Journal of Environmental Studies (Vol. 70, Número 6).* <https://doi.org/10.1080/00207233.2013.853407>
- Sharholly, M., Ahmad, K., Mahmood, G., & Trivedi, R. C. (2008). *Municipal solid waste management in Indian cities – A review.* *Waste Management*, 28(2), 459-467. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2007.02.008>
- Sistema Costarricense de Información Jurídica. (1998). *Código Municipal N°7794.* Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=40197
- Solís, A. (2018). *Análisis de Flujo de Materiales de los Residuos Sólidos del distrito de Guápiles.* https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9876/analisis_flujo_materiales_residuos_solidos_distrito_guapiles.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sujauddin, M., Huda, S. M. S., & Hoque, A. T. M. R. (2008). *Household solid waste*

- characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. Waste Management, 28(9), 1688-1695. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2007.06.013>*
- Urbina-Reynaldo, M. & Zúñiga-Igarza, L. (2016). *METHODOLOGY FOR SOLID WASTE MANAGEMENT DOMICILIARY*. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181345819002/html/index.html> (Accedido: 18 de abril de 2021).
- Vásquez-Granados, A. (2021). *Comunicación personal, conversando sobre los costos de recolección, transporte y disposición final de residuos en el Distrito de Cóbano, Puntarenas*.
- Venegas Mata, E. (2014). *Competitividad local y generación de residuos sólidos en Costa Rica. Centro de Gestión Tecnológica e Informática (CEGESTI), Costa Rica*. Obtenido de http://municipal.cegesti.org/articulos/articulo_01_100914.pdf
- Zamora Arenales, J. W. (2013). *Plan De Manejo De Desechos Sólidos Del Municipio De San Andrés Itzapa , Chimaltenango*. 143.
- Zurbrügg, C. (2013). *Assessment methods for waste management decision-support in developing countries*.

APÉNDICES

Apéndice 1: Situación actual de la comunidad



Figura A.1.1. Sitios de disposición final a cielo abierto. Foto tomada el día 12 de febrero de 2021.



Figura A.1.2. Centro de acopio de la comunidad. Foto tomada el día 12 de febrero de 2021.

Apéndice 2: Oficio emitido por la UTGAM para el estudio de generación y composición de residuos sólidos del sector residencial



Municipalidad de Pococí
Unidad Técnica de Gestión Ambiental
Teléfono: 2710-6600
ambiental@municipococi.go.cr



Guápiles, 5 de junio del 2021
UTGAM-0318-2021

Vecinos(as) de Colorado Norte

Asunto: Estudio de composición de residuos sólidos

Estimados(as) vecinos(as) de la comunidad de Colorado Norte les comunicamos que la Municipalidad de Pococí en apoyo al Trabajo Final de Graduación de la señorita Maryan Hidalgo Vargas, estudiante de Ingeniería Ambiental del Tecnológico de Costa Rica realizará un estudio para conocer cómo están compuestos los residuos sólidos de su comunidad.

Le queremos informar que su vivienda ha sido seleccionada como parte de la muestra del estudio, por lo que le solicitamos almacenar durante una **semana completa** los residuos generados por su familia. **Posterior a ese plazo** la basura será recolectada por funcionarios municipales hasta la puerta de su casa.

El estudio se realizará tentativamente el próximo mes de julio, por lo que **le estaremos llamando** con anticipación para que comience a recolectar la basura en sacos o bolsas debidamente cerradas. Es fundamental que la basura provenga **únicamente de su vivienda**, queda **totalmente prohibido entregar bolsas con basura de personas externas a su familia**, ya que esto afectará los datos del estudio.

Los residuos que **recibiremos únicamente** son los que se generan comúnmente en su vivienda, tales como: restos de alimentos, envases, empaques, papel sanitario, entre otros. **Quedan excluidos los siguientes residuos: muebles, electrodomésticos**



Sitio Web: municipococi.go.cr
Facebook: @MunicipalidadDePococi



Municipalidad de Pococi
Unidad Técnica de Gestión Ambiental
Teléfono: 2710-6600
ambiental@municipococi.go.cr



Guápiles, 5 de junio del 2021
UTGAM-0318-2021

descompuestos, ropa y calzado en desuso, chatarra, restos de materiales de construcción, restos de podas y chapías.

Además, si durante la semana de recolección algún familiar de su vivienda tiene síntomas de **COVID-19**, es confirmado positivo o se encuentra en cuarentena, **no podrá participar de este estudio** para evitar riesgos de contagio.

Agradecemos de antemano su colaboración,

Ing. Ariana Solís Blandón
Gestión Ambiental



Sitio Web: municipococi.go.cr
Facebook: [@MunicipalidadDePococi](https://www.facebook.com/MunicipalidadDePococi)

Apéndice 3: Entrevistas realizadas al sector residencial

PROYECTO: ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS

Instrumento de recolección de información sobre residuos sólidos ordinarios: viviendas

Municipalidad de Pococí

Distrito: Colorado Norte

Nombre del entrevistador:	Fecha:
Nombre del entrevistado:	Contacto:
Miembro de la familia entrevistado: <input type="checkbox"/> Padre <input type="checkbox"/> Madre <input type="checkbox"/> Hijo mayor de 15 años <input type="checkbox"/> Otro:	1. ¿Cuántas personas habitan diariamente en la vivienda?
2. ¿Separan los residuos para su posterior reciclaje? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NR ¿Cuáles? ¿Cantidad aproximada por semana? ¿Cuál es la disposición final de los residuos después de clasificados?	3. ¿Cada cuánto elimina los residuos de su vivienda?
4. Conociendo la falta del servicio de recolección de residuos en su comunidad, ¿qué hace usted con los residuos generados en su hogar?	5. ¿Estaría dispuesto a recibir una capacitación en el tema de reciclaje y compostaje? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6. En caso de habilitar el centro de acopio, ¿Estaría dispuesto a separar los materiales reciclables e irlos a dejar ahí? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	



Figura A.3.1 Aplicación de entrevistas. Foto tomada el día 5 de junio de 2021.

Apéndice 4: Estudio de generación y composición de RS



Figura A.4.1. Recolección de RS puerta a puerta. Foto tomada el día 3 de julio de 2021.



Figura A.4.2. Acarreo de RS a zona de carga. Foto tomada el día 3 de julio de 2021.



Figura A.4.3. Transporte de RS. Foto tomada el día 3 de julio de 2021.



Figura A.4.4. Sitio donde se llevó a cabo el estudio de generación y composición de RS.

Foto tomada el día 5 de julio de 2021.