

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniera Ambiental*

TRABAJO EXPERIMENTAL:

**“EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN
TRES PARROQUIAS DEL CANTÓN SUCÚA”**

AUTORA:

FERNANDA ROSALÍA SÁNCHEZ PALOMEQUE

TUTOR:

ING. JOSÉ ULLOA CUZCO

CUENCA – ECUADOR

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Fernanda Rosalía Sánchez Palomeque con documento de identificación N° 1400784490, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN TRES PARROQUIAS DEL CANTÓN SUCÚA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniera Ambiental*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, septiembre del 2019



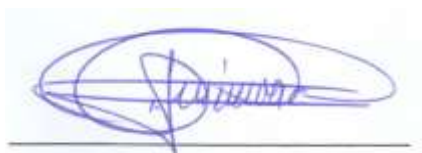
Fernanda Rosalía Sánchez Palomeque

C.I. 1400784490

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN TRES PARROQUIAS DEL CANTÓN SUCÚA”**, realizado por Fernanda Rosalía Sánchez Palomeque, obteniendo el *Trabajo Experimental*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Septiembre del 2019



Ing. José Ulloa Cuzco

C.I. 0102029865

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Fernanda Rosalía Sánchez Palomeque con documento de identificación N° 1400784490, autora del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN TRES PARROQUIAS DEL CANTÓN SUCÚA”**, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, septiembre del 2019



Fernanda Rosalía Sánchez Palomeque

C.I. 1400784490

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta etapa de mi vida, quiero empezar agradeciendo a mis padres, Eulalia y Orlando, por su apoyo incondicional y por todo el sacrificio que han realizado para que yo pudiera concluir esta meta que me propuse años atrás.

Agradezco además a mi esposo, Mario, por su comprensión y apoyo permanente durante mi vida universitaria y en el desarrollo de mi tesis.

También agradezco a mi hermana, Katty, que me acompañó y aconsejó en toda mi etapa estudiantil, dándome ánimos cada vez que lo necesitaba.

Es importante también agradecer a mi tutor, Ing. José Ulloa, por su guía y su dedicación brindada en todo el proceso de desarrollo de mi tesis, y por la disponibilidad que ha tenido en todo momento.

De la misma manera, agradezco a la Dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental del GAD del Cantón Sucúa, especialmente al Ing. Adrián Aucay y al Ing. Daniel Once, por su disponibilidad de tiempo y la información otorgada para poder contar con datos para el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

El presente estudio evalúa los parámetros físicos de los residuos sólidos generados en tres parroquias del cantón Sucúa, tema de vital importancia debido a las variaciones en los hábitos de consumo de bienes y servicios de los pobladores con el paso del tiempo, por lo que es indispensable conocer cifras actuales sobre la generación de residuos que permitan proponer una gestión integral adecuada y apegada a la realidad de la ciudad.

En este trabajo se busca conocer datos de producción de los residuos sólidos mediante la toma de muestras aleatorias a múltiples viviendas de la localidad, para verificar si ha habido cambios en la generación de residuos de la población y posteriormente comparar los resultados obtenidos con valores de un estudio de caracterización de residuos sólidos para el cantón Sucúa, realizado en el año 2014.

Al analizar los datos obtenidos en la fase de campo se determina que la generación per cápita diaria en el cantón Sucúa es de 0,63 kg/hab/día; los componentes de los residuos que ocupan el mayor porcentaje en peso son los residuos orgánicos, que representan el 57,19%. La densidad promedio de los residuos orgánicos es de 300,75 kg/m³ y de los residuos inorgánicos es de 105,99 kg/m³.

Se establecen también las variaciones halladas entre el presente estudio y el estudio previo realizado en el año 2014.

Debido a la alta cantidad de residuos orgánicos y reciclables que generan los habitantes del cantón, se plantean propuestas para optimizar su aprovechamiento y tratamiento, mediante el principio de las 3R's.

ABSTRACT

This research evaluates the physical parameters of solid waste generated in three towns of Sucúa city, a topic of vital importance due to variations in the consumption habits of goods and services of the population through time, so It is essential to know current figures that allow us to propose an adequate integral management which is attached to the reality of the city.

This research seeks to know data on solid waste production by random sampling to multiple homes in the study zone; to verify whether there have been changes in the generation of waste from the population, the results obtained are compared with values from a solid waste characterization study for Sucúa, carried out in 2014.

When analyzing the data obtained in the field development, it is determined that the daily per capita generation in Sucúa is 0.63 kg/hab/day; the components of the residues that occupy the highest percentage by weight are the organic residues, which represent 57.19%. The average density of organic waste is 300.75 kg/m³ and inorganic waste is 105.99 kg/m³.

In addition, the variations found between the present study and the previous study carried out in the year 2014 are established.

Due to the amount of organic and recyclable waste generated by the population of Sucúa, I propose several actions to optimize their use and treatment, using the 3R's principle.

Abreviaturas

AME	Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CEPIS	Centro Panamericano de Salud Ambiental
COA	Código Orgánico del Ambiente
COOTAD	Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GADMCS	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sucúa
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
GPC	Generación Per Cápita
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PET	<i>Polyethylene Terephthalate</i> (Tereftalato de Polietileno)
PNGIDS	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos

PPC	Producción Per Cápita
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RI	Residuos Inorgánicos
RO	Residuos Orgánicos
RSM	Residuos Sólidos Municipales
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
TDRs	Términos de Referencia
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

Índice general

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO I.....	5
1.1. Fundamentación teórica	5
1.1.1. Sistema de gestión de residuos sólidos urbanos.....	6
1.1.2. Elementos funcionales de la gestión integral	7
1.1.3. Producción de residuos sólidos	12
1.1.3.1. Fuentes y tipos de residuos sólidos	12
1.1.3.2. Composición de los residuos sólidos urbanos	14
1.1.4. Propiedades físicas de los residuos sólidos urbanos	16
1.1.5. Propiedades químicas de los residuos sólidos urbanos.....	19
1.1.6. Propiedades biológicas de los residuos sólidos urbanos	20
1.2. Relación de los residuos sólidos con la salud pública y el.....	21
1.3. Manejo de los residuos sólidos urbanos en Ecuador.....	23
1.4. Delimitación geográfica del área de estudio	26
1.4.1. Sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos	29
1.5. MARCO LEGAL	32
1.5.1. Constitución de la República del Ecuador	32

1.5.2.	Agenda 21	33
1.5.3.	Código Orgánico del Ambiente.....	34
1.5.4.	Ley Orgánica de Salud	34
1.5.5.	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización	35
1.5.6.	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente	36
1.5.7.	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente 37	
1.5.8.	Codificación de la Ordenanza que Regula la Gestión Integral de Desechos Orgánicos e Inorgánicos en el Cantón Sucúa.....	39
1.5.9.	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841	43
CAPÍTULO II		45
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	45
2.1.	Metodología	45
2.1.1.	Planificación del estudio de evaluación de residuos sólidos	46
2.1.2.	Diseño del estudio.....	46
2.1.3.	Ejecución del proyecto.....	54
2.2.	Determinación de parámetros físicos	56
2.2.1.	Determinación de la tasa de generación per cápita (gpc) y generación total diaria .	57
2.2.2.	Composición física de los residuos.....	58
2.2.3.	Determinación de la densidad	60
CAPÍTULO III.....		63
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63

3.1.	Generación per cápita y generación total diaria	63
3.1.1.	Generación per cápita por zonas	63
3.1.2.	Generación per cápita en la parroquia Sucúa	66
3.1.3.	Generación per cápita en la parroquia Santa Marianita de Jesús	68
3.1.4.	Generación per cápita en la parroquia Huambi	69
3.1.5.	Generación per cápita por tipo de residuo	70
3.1.6.	Generación total diaria	70
3.2.	Composición física.....	71
3.2.1.	Composición física por Parroquia	71
3.2.2.	Composición física por zonas de cada parroquia.....	74
3.2.3.	Composición física del cantón Sucúa.....	77
3.3.	Densidad.....	79
CAPÍTULO IV		85
4.	ANÁLISIS COMPARATIVO.....	85
4.1.	Tasa de generación domiciliaria	85
4.2.	Composición de desechos sólidos generados en el cantón Sucúa	91
4.3.	Caracterización de la densidad de los desechos sólidos generados en el cantón Sucúa	
	93	
CAPÍTULO V.....		97
5.	PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS EN EL CANTÓN	
	SUCÚA.....	97
5.1.	Propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón	
	Sucúa	98

5.2. Aprovechamiento de los residuos reciclables generados en el cantón Sucúa	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
ANEXOS.....	114
BIBLIOGRAFÍA.....	151

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa Político del Cantón Sucúa.	26
Ilustración 2. Parroquias muestreadas del cantón Sucúa.	51
Ilustración 3. Recolección de los residuos y entrega de fundas en las viviendas	55
Ilustración 4. Transporte de las muestras al relleno sanitario.....	56
Ilustración 5. Caracterización de los residuos	56
Ilustración 6. Pesaje de una muestra.....	57
Ilustración 7. Aplicación del método del cuarteo.	58
Ilustración 8. Residuos recolectados para análisis físico.....	60
Ilustración 9. Determinación de densidad de residuos inorgánicos sin compactar	61
Ilustración 10. Determinación de densidad de residuos inorgánicos compactados	61
Ilustración 11. Determinación de densidad de residuos orgánicos sin compactar	62
Ilustración 12. Determinación de densidad de residuos inorgánicos compactados	62

Índice de tablas

Tabla 1. Sustancias químicas contaminantes derivadas de los residuos sólidos	11
Tabla 2. Actividades o instalaciones y tipos de residuos que generan diferentes fuentes.....	13
Tabla 3. Valores del peso promedio de los R. S. U. en Ecuador.	15
Tabla 4. GPC de residuos sólidos domésticos en los países de América Latina y el Caribe y el Ecuador por tamaño de núcleo poblacional.	16
Tabla 5. Eliminación de residuos sólidos por parroquias.....	28
Tabla 6. Frecuencia del servicio y horas de trabajo a la semana.	29
Tabla 7. Características del parque automotor para la zona urbana.....	30
Tabla 8. Color del recipiente por tipo de residuo.....	44
Tabla 9. Usuarios del servicio de recolección en las tres parroquias del cantón Sucúa.....	48
Tabla 10. Cantidad de muestras por parroquia y sector.	48
Tabla 11. <i>Formulario de información a solicitar durante la socialización.</i>	49
Tabla 12. Formulario con datos para la recepción de la muestra.	49
Tabla 13. Formulario para registro de peso de los componentes.	50
Tabla 14. Materiales y equipo de protección personal requerido.	53
Tabla 15. Generación per cápita por zonas.	64
Tabla 16. Generación per cápita en la parroquia Sucúa.....	67
Tabla 17. Generación per cápita en la parroquia Santa Marianita de Jesús.	68
Tabla 18. Generación per cápita de la parroquia Huambi.....	69
Tabla 19. Composición física de los residuos	72
Tabla 20. Densidad por parroquia y por tipo de residuo.	79
Tabla 21. Densidad promedio de los residuos inorgánicos y orgánicos	84
Tabla 22. Caracterización de RSU en la ciudad de Sucúa	93
Tabla 23. Composición física de los residuos de Sucúa	98
Tabla 24. Costos de implementación de propuesta de R.O.....	103

Tabla 25. Valores estimados de reducción de residuos inorgánicos	105
Tabla 26. Propuesta de clasificación de los R.S.U.....	107
Tabla 27. Costos de implementación de propuesta de R.I.	109

Índice de gráficos

Gráfico 1. Generación per cápita en las distintas zonas de estudio.....	66
Gráfico 2. Composición física de los residuos de la parroquia Sucúa	72
Gráfico 3. Composición física de los residuos de Santa Marianita de Jesús.....	73
Gráfico 4. Composición física de los residuos de la parroquia Huambi	74
Gráfico 5. Composición física de los RSU de la parroquia Sucúa.....	75
Gráfico 6. Composición física de los RSU en la parroquia Santa Marianita	76
Gráfico 7. Composición física de los RSU en la parroquia Huambi.....	77
Gráfico 8. Composición física de los RSU del cantón Sucúa	78
Gráfico 9. Densidad de los residuos inorgánicos de las parroquias en estudio.	80
Gráfico 10. Densidad de los residuos orgánicos de las parroquias en estudio.	82
Gráfico 11. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos inorgánicos urbanos (Parroquia Sucúa).....	86
Gráfico 12. Valores máximos, medios y mínimos de desechos inorgánicos en la parroquia Sucúa....	86
Gráfico 13. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos orgánicos urbanos (Parroquia Sucúa-2014)	87
Gráfico 14. Valores máximos, medios y mínimos para los residuos orgánicos en la parroquia Sucúa - 2019	87
Gráfico 15. <i>Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos inorgánicos rurales</i> <i>(Parroquia Huambi - 2014)</i>	88
Gráfico 16. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos inorgánicos de la parroquia Huambi - 2019	89
Gráfico 17. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos orgánicos rurales (Parroquia Huambi - 2014)	90
Gráfico 18. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos orgánicos rurales (Parroquia Huambi - 2019	90

Gráfico 19. Composición de subproductos obtenidos en la campaña de caracterización - 2014.....	91
Gráfico 20. Composición de subproductos obtenidos en la campaña de caracterización - 2019.....	92
Gráfico 21. Densidad de los desechos domiciliarios urbanos (Parroquia Sucúa) - 2014.....	94
Gráfico 22. Densidad de los RSU de la parroquia Sucúa - 2019	94
Gráfico 23. Densidad de los desechos domiciliarios rurales (Parroquia Huambi) - 2014	95
Gráfico 24, Densidad de los RSU de la parroquia Huambi - 2019	95

Índice de anexos

Anexo 1. Solicitud de uso de información al Alcalde del GADMCS.....	114
Anexo 2. Respuesta a solicitud de uso de información	115
Anexo 3. Rutas de recolección parroquia Sucúa	116
Anexo 4. Ruta de recolección parroquia Santa Marianita de Jesús	117
Anexo 5. Ruta de recolección parroquia Huambi.....	118
Anexo 6. Ruta Sucúa-Santa Marianita de Jesús.....	119
Anexo 7. Ruta Sucúa-Huambi	120
Anexo 8. Barrio rural 31 de Agosto.....	121
Anexo 9. Barrio suburbano El Nazareno	122
Anexo 10. Cálculo del tamaño de la muestra	123
Anexo 11. Ruta de toma de muestras en la parroquia Sucúa.....	125
Anexo 12. Ruta de toma de muestras en la parroquia Santa Marianita de Jesús	126
Anexo 13. Ruta de toma de muestras en la parroquia Huambi.....	127
Anexo 14. Camas de lombricultura en la planta de bioinsumos en la parroquia Huambi	128
Anexo 15. Condiciones de los recicladores de base en el relleno sanitario de Sucúa	128
Anexo 16. Pobladores que participaron en el muestreo.....	129
Anexo 17. Pesos diarios de los residuos de cada vivienda de la parroquia Sucúa.....	133
Anexo 18. Pesos diarios de los residuos de cada vivienda de la parroquia Santa Marianita de Jesús.	135
Anexo 19. Pesos diarios de los residuos de cada vivienda de la parroquia Huambi.	137
Anexo 20. Cálculo de densidad para cada parroquia.....	139
Anexo 21. Cálculo de la composición física de las muestras de las tres parroquias.....	141
Anexo 22. Cálculos de GPC de la parroquia Sucúa para la comparación con el estudio del año 2014.	143

Anexo 23. <i>Cálculos de GPC de la parroquia Huambi para la comparación con el estudio del año 2014.</i>	146
Anexo 24. Caracterización de los residuos del cantón Sucúa para el análisis comparativo.	148
Anexo 25. Caracterización de RSU de las parroquias Huambi y Sucúa para la comparación con el estudio del año 2014.	149

INTRODUCCIÓN

Cuando los remanentes de cualquier actividad carecen de valor para su dueño, se los denomina residuos o desechos. Los residuos sólidos municipales pueden proceder de actividades humanas o animales, están constituidos heterogéneamente por componentes orgánicos e inorgánicos provenientes de las distintas actividades que realiza la población.

En una población, la generación de residuos sólidos es una consecuencia directa de la vida moderna. Lograr una adecuada gestión de los residuos generados resulta bastante difícil, especialmente en países en vías de desarrollo o en ciudades pequeñas, esto debido a factores económicos, políticos o sociales. Sin embargo, pese a los limitantes, no debe dejar de ser una prioridad para la población, pues su gestión indebida acarrea una serie de consecuencias que afectan al aire, suelo, agua, flora, fauna y por ende a la estética de la ciudad y a la salud pública.

La puesta en práctica del concepto de las 3R's (reducir, reutilizar, reciclar) es la puerta de entrada hacia la gestión integral, cuando una minimización ya no es posible se debe realizar una separación adecuada de los residuos generados, para luego proponer el reciclaje o tratamiento según las distintas características del residuo y de los medios de los gestores, y finalmente se pensará en su disposición final.

Sin embargo, para que este sistema funcione, se necesita la colaboración de cada uno de los participantes de la cadena de generación de residuos, es decir, desde los generadores de productos, pasando por los distribuidores, consumidores y finalmente los gestores. Es preciso un compromiso completo de la población empezando por su concienciación ambiental; así mismo la recaudación por el servicio brindado debe ser correctamente planificada.

En el presente estudio se analizarán los residuos generados en el casco urbano de tres parroquias del cantón Sucúa, de la provincia de Morona Santiago, que cuenta con una población aproximada de 23.000 habitantes.

Debido al aumento poblacional y los cambios en los hábitos de consumo, es importante contar con datos actualizados de la cantidad y las características de los residuos producidos por una población, ya que permite al ente encargado de los residuos conocer y preparar una adecuada gestión de los mismos. En Ecuador, en el artículo 55 del COOTAD, se establece como competencia exclusiva de los GAD's municipales el manejo de los residuos sólidos, y aunque en el cantón Sucúa ha habido un avance importante en esta materia, aún falta mucho por trabajar.

La situación de cada población se llegan a conocer principalmente mediante tres parámetros: la generación per cápita y generación total diaria de los residuos sólidos, la densidad y el peso específico de los residuos y la determinación de la composición física de los residuos; este último de importancia para procesos de reutilización, reciclaje, compostaje, entre otros, que son de mucha utilidad tanto para la reducción de la basura que va a parar a las celdas dando así una mayor vida útil a las mismas; como para la economía de quienes hacen del reciclaje su fuente de ingresos.

Para conocer la realidad de la producción de los residuos sólidos urbanos en el cantón, se realizará un muestreo al azar de los residuos de los usuarios del servicio de recolección, los mismos que mediante la evaluación de su composición física y determinación de parámetros, servirán de guía para la toma de decisiones en cuanto al manejo de los residuos sólidos del cantón Sucúa.

También en base a los resultados obtenidos con el análisis físico, se planteará una propuesta para lograr un aprovechamiento propicio de los residuos más representativos que van a parar actualmente al relleno sanitario de la ciudad, cuya vida útil está próxima a terminar.

Al contar con datos que demuestren la situación real y actual, el organismo encargado puede formular un sistema de gestión adecuado e idóneo para su realidad, permitiendo brindar un

mejor servicio y optimizar los recursos en cada una de las etapas, logrando así una gestión integral de los residuos de la localidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los residuos sólidos que se generan en tres parroquias del cantón Sucúa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar los parámetros físicos (tasa de generación per cápita y generación total diaria, densidad y composición física) de los residuos sólidos generados en las áreas comercial y residencial de las parroquias Sucúa, Huambi y Santa Marianita de Jesús del cantón Sucúa.
- ✓ Analizar estadísticamente los indicadores obtenidos en las parroquias muestreadas del cantón Sucúa.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos con los datos del estudio realizado en el año 2014.
- ✓ Implementar una propuesta de aprovechamiento para los residuos que obtengan los porcentajes más representativos en la caracterización.

CAPÍTULO I

1.1. Fundamentación teórica

Se considera un desecho sólido a cualquier residuo procedente de las actividades humanas o animales, de consistencia comúnmente sólida y que ya no tiene valor para su propietario (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994).

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son los que se producen por las actividades propias de las urbes, los cuales por motivos como las altas tasas de urbanización, un rápido desarrollo económico y los cambios en los hábitos de consumo, exigen una gestión especializada y correcta para cada caso que se presente.

Los materiales que componen los residuos sólidos urbanos son los siguientes:

- Materia orgánica: procede principalmente de los alimentos.
- Papel y cartón: periódicos, revistas, bolsas y embalajes.
- Plásticos: procedente de envases y embalajes.
- Vidrio: botellas, frascos, etc.
- Metales: latas, envases, etc.

Además se incluyen los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), las pilas y baterías, los residuos que proceden de limpieza y adecuación de vías y zonas públicas, animales domésticos muertos, muebles, enseres, ropa, vehículos abandonados, escombros producidos por obras menores de construcción y reparación domiciliaria (Euformación Consultores, S.L., 2015).

En países de América Latina, desde la década de 1940, se inició el pensamiento reduccionista movido únicamente por el beneficio económico; sin embargo, al contrario de los países del primer mundo, las medidas tomadas por los países latinoamericanos como el proteccionismo, ajustes, préstamos, etc.; resultaron en fracaso. Para lograr su crecimiento aplicaron los mismos

instrumentos para países de regiones diferentes e involucraron a los países en el mercado mundial, obteniendo como consecuencia las deudas externas, el retroceso en el nivel de vida de sus poblaciones y el evidente deterioro de los ecosistemas en varias zonas del planeta (Contreras Santos, 2008).

Un sistema de gestión de residuos consta generalmente de etapas como generación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final; hoy en día en Latinoamérica y El Caribe prevalece el manejo de los residuos bajo el esquema de “recolección y disposición final” excluyendo componentes importantes como el aprovechamiento, el reciclaje y el tratamiento de los residuos, además de la disposición final adecuada, que en la mayoría de países son colocados en botaderos que carecen de las especificaciones técnicas correspondientes (Sáez & Urdaneta G., 2014)

1.1.1. Sistema de gestión de residuos sólidos urbanos.

Manejar los residuos que genera una población es un tema complejo debido a su composición variada y en muchos casos por la cantidad generada y, además puede verse afectado por varios factores, como los aspectos legislativos, ambientales, sociales, técnicos, de salud, de mercado y económicos, por eso es importante la identificación de estos factores y entender su papel para conocer si los planes de gestión propuestos están debidamente adaptados a la realidad local (Mukhtar, Williams, & Shaw, 2018).

Las prácticas tradicionales, generalmente tratan de forma parcial el tema de los RSU, teniendo en cuenta solamente la gestión de los sistemas y el manejo de plantas de tratamiento y su disposición final, sin embargo, es de vital importancia que la generación de los residuos, la sustentabilidad de los sistemas y la colaboración de los pobladores también sea considerado, para obtener así resultados socioambientales positivos (Penido Monteiro, 2006).

Según Sánchez Olguín (2007), la gestión de los residuos sólidos urbanos, es un conjunto de operaciones encaminadas para lograr metas y objetivos para gestionar la reducción, reutilización, reciclado, transformación y vertido de los residuos sólidos, la gestión integral nace al combinar los elementos de gestión con los factores sociales, políticos y técnicos, de manera que se genere una armonía con los principios de la salud pública, de la economía, ingeniería, conservación, estética y más consideraciones ambientales.

Un sistema integral debe ser capaz de manejar los residuos provenientes de las diversas fuentes que se presenten en la localidad, que pueden ser domésticas, comerciales, industriales, agrícolas, entre otras; además de las variadas composiciones que estos presenten, sabiendo aprovechar los materiales que contengan reduciendo así las cantidades que vayan a parar al relleno sanitario.

Para facilitar la gestión de los residuos sólidos, se divide el proceso en varias etapas que al combinarlas toma el nombre de manejo integral de residuos sólidos. En la mayoría de ciudades, este sistema está formado por cuatro elementos: producción de residuos, almacenamiento in situ, recolección y disposición final.

1.1.2. Elementos funcionales de la gestión integral

Producción de residuos.

En esta etapa se identifica los elementos que el propietario considera sin utilidad para sí mismo y lo desecha, esto variará según el criterio de cada individuo.

Cada vez se toma más en consideración esta etapa ya que va en aumento la cantidad de propietarios conscientes respecto a la minimización o separación adecuada.

López Pérez (2017) llama recogida selectiva a la separación en origen de los diversos componentes de los RSU, que es realizada de manera constante y voluntaria. Esta es considerada como una vía rápida para lograr el reciclado y recuperación de los productos.

Almacenamiento in situ

Esta etapa tiene su importancia debido a consideraciones estéticas, de salud pública y económicas (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994) y al ser residuos homogéneos no pueden estar almacenados en los domicilios por un período de tiempo prolongado.

Esta fase abarca el almacenamiento correcto, manipulación, clasificación y presentación de los residuos en buenas condiciones para su recogida y transporte (André & Cerdá, 2006). El almacenamiento in situ es la fase clave para que las siguientes etapas funcionen, es por ello la importancia de contar con un sistema de clasificación diferenciada y la concientización de la población a separar correctamente los residuos en su origen. El mejor lugar para realizar la separación de los materiales es donde estos son generados.

En la fase de prerrecogida, los factores más importantes a considerarse son: el transporte de los residuos desde el lugar donde son generados, y el lugar de acumulación, en el caso de que esto suceda; el tipo de contenedor a implementarse, el tipo de recogida por parte del gestor, el efecto del almacenamiento que ocasiona a la masa de residuos sobre la que es depositada, la salud pública y el paisaje (Zafra Mejía, 2009).

Recolección y transporte

La fase de recolección junto con la de transporte, generalmente son las fases que más costos implican, siendo los costos de recolección incluso superiores a los generados en la fase de disposición final (Zafra Mejía, 2009), por lo que es necesario una planificación muy cuidadosa. Según la distancia, los residuos pueden ser llevados directamente a los puntos de disposición final o a su vez a estaciones de transferencia para su compactación y posterior transporte hacia los puntos de tratamiento.

En las ciudades pequeñas, el transporte de residuos no representa un problema mayor debido a que generalmente los lugares para la disposición final no son muy distantes, en el caso de las

grandes ciudades, donde existe más de 20 km entre el punto de recolección hasta el sitio de disposición final, implica un mayor coste para el servicio, es en estos casos donde suele hacerse uso de las estaciones de transferencia, el CEPIS (1997) sugiere que existe la necesidad de instalar una pequeña estación de transferencia cuando el tiempo de transporte es superior a 1 hora.

La fase de recolección representa aproximadamente el 80% del coste total anual de la gestión de los residuos sólidos (Tchobanoglus, Theisen, & Vigil, 1994).

El transporte puede ser considerado la transferencia de los residuos de un vehículo pequeño a uno con mayor capacidad o a su vez hacia el sitio de disposición final, esto dependerá de la distancia existente entre los sitios de recolección respecto al relleno sanitario o botadero.

Disposición final

Esta última etapa puede ser llamada también evacuación o tratamiento, es el último elemento funcional del sistema; en esta fase se encuentran los procedimientos dirigidos al aprovechamiento o a la eliminación de los materiales contenidos en los residuos.

Según André & Cerdá (2006) los sistemas de eliminación de residuos más utilizados son la incineración, el compostaje y el vertido controlado, sobretodo este último, debido a que aun cuando se realice una gestión adecuada, siempre habrá subproductos que no pueden ser eliminados completamente y serán destinados a los vertederos.

Los procesos de transformación de los residuos son usados con el fin de reducir peso y volumen de los residuos, y para la recuperación de productos de conversión y energía.

Usualmente se utiliza la incineración como un proceso de transformación química, que a su vez permite la recuperación de energía en forma de calor. Sin embargo, este método resulta ser

altamente costoso debido a su alta inversión inicial para su instalación y elevados costes operacionales, sobre todo debido a que se debe tratar las sustancias nocivas emitidas a la atmósfera.

La popularidad del reciclaje va en aumento por las ventajas económicas y ambientales que presenta, pues permite ahorrar recursos naturales escasos, dar mayor vida útil a los vertederos al reducir espacios ocupados y dar un tratamiento a los residuos más limpio que otras alternativas. En la actualidad, en el Ecuador esta práctica no siempre resulta llamativa debido a los bajos ingresos que se obtiene de esto por parte de quienes hacen de esta actividad su forma de vida, además de la falta de apoyo de entidades de salud.

El compostaje, es otra forma de transformación de residuos, consiste en la descomposición de la materia orgánica mediante varios procesos químicos y biológicos para obtener abono orgánico que favorece a la tierra por su alta cantidad de nutrientes y al aumentar su capacidad de retención de agua; además con esta práctica se reduce la cantidad de residuos que van a las celdas, reduciendo por ende la cantidad de gases y lixiviados que estos producen.

Se debe planificar la opción más idónea para la disposición final de cada tipo de residuo, ya que debido a las complejas características físico-químicas de los residuos sólidos, su deterioro se vuelve más complejo, trayendo consigo un fuerte desgaste para el ambiente y afecciones a la salud pública, como lo indica la tabla 1.

Tabla 1. *Sustancias químicas contaminantes derivadas de los residuos sólidos*

Sustancia	Fuentes de exposición	Daños a la salud	Fuente generadora
Mercurio (Hg)	Agua, suelo (alimentos contaminados)	Cancerígeno, daños al cerebro y riñones.	Basureros o sitios no controlados a través de la filtración en suelo y mantos acuíferos.
Cadmio (Cd)	Aire, agua, suelo	Lesión en pulmones, riñones y estómago. Cancerígeno.	Incineración de residuos sólidos urbanos y peligrosos.
Níquel (Ni)	Aire, agua, suelo	Lesiones en piel y enfermedades bronco-respiratorias. Cancerígeno.	Incineración de Basureros
Plomo (Pb)	Aire, agua, suelo	Daño en riñones, sistema nervioso y reproductivo.	Basureros o sitios no controlados a través de la filtración en suelo y mantos acuíferos.
Dioxinas (TCDD)	Aire, agua, suelo	Problemas de reproducción y desarrollo, afecta al sistema inmunitario. Cancerígenas y altamente tóxicas.	Incineración de residuos sólidos urbanos y peligrosos.
Lixiviado (Nitrógeno, sales, metales, materia orgánica)	Suelo y agua	Cancerígeno y altamente tóxico.	Basureros o sitios no controlados a través de la filtración en suelo y mantos acuíferos.

Fuente: Adaptado de Rodríguez De Gress (2015)

La minimización de los residuos o reducción en la fuente, es una etapa que precede al manejo de los residuos y no es parte de él, debido a que influye en el volumen que se generará y en la

naturaleza de los residuos; sin embargo, siempre habrá residuos que serán generados y para estos será necesario un manejo integral (SEMARNAT).

1.1.3. Producción de residuos sólidos

1.1.3.1. Fuentes y tipos de residuos sólidos

Para un mejor diseño y manejo de los elementos funcionales de la gestión integral, es importante conocer las fuentes y los tipos de residuos, además de los datos de composición y tasas de generación de los mismos.

Al hablar de residuos sólidos se engloba a todas las fuentes, tipos de clasificaciones, su composición y sus propiedades. Las fuentes donde se generan los residuos están relacionadas con el uso de tierra de la localidad. En la tabla 2, se presenta las fuentes generadoras de residuos sólidos, las actividades que los producen y los tipos residuos que generan cada una de ellas.

Tabla 2. *Actividades o instalaciones y tipos de residuos que generan diferentes fuentes.*

<i>Fuentes</i>	<i>Actividades o instalaciones generadoras</i>	<i>Tipos de residuos generados</i>
Residencial o domiciliario	Viviendas unifamiliares y multifamiliares, edificios departamentales.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, residuos especiales.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, oficinas, hoteles, moteles, almacenes de impresos, reparación de automóviles, instalaciones médicas e institucionales, etc.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos ocasionalmente peligrosos.
Industrial	Construcción, fabricación, manufacturas, refinerías, plantas químicas, madera, minería, generación eléctrica, etc.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Áreas libres	Calles, avenidas, parques, terrenos baldíos, terrenos de juego, playas, autopistas, zonas recreacionales, etc.	Residuos especiales, desperdicios.
Plantas de tratamiento	Agua, aguas residuales, procesos industriales de tratamiento, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de lodos residuales.
Agrícolas	Cultivos, huertos, granjas, etc.	Residuos de alimentos compuestos, residuos de agricultura, desperdicios, residuos peligrosos.

Fuente: Adaptado de Tchobanoglous, Theisen, & Vigil (1994)

En el Ecuador, existe la Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Libro VI, anexo 6 del TULSMA, donde sugiere una clasificación de los desechos sólidos de acuerdo a su origen de la siguiente manera:

- a. Desecho sólido domiciliario
- b. Desecho sólido comercial

- c. Desecho sólido de demolición
- d. Desecho sólido del barrido de calles
- e. Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines
- f. Desecho sólido hospitalario
- g. Desecho sólido institucional
- h. Desecho sólido industrial
- i. Desecho sólido especial

La clasificación que se pueda dar a los residuos puede variar mucho en la literatura y/o entre países o ciudades.

1.1.3.2. Composición de los residuos sólidos urbanos

Conocer la composición de los residuos permite evaluar las necesidades de equipo, los sistemas y los programas y planes de gestión.

Composición física de los residuos sólidos

Las propiedades físicas son importantes para seleccionar y operar el equipo y las instalaciones.

Existen algunos componentes considerados adecuados para una caracterización de residuos sólidos, debido a que estos son fácilmente identificables y consistentes. La clasificación variará según los requerimientos de cada gestor, al igual que los porcentajes serán condicionados por la localización, la época del año, la condición socioeconómica, entre otros. En la tabla 3, se presenta datos porcentuales de la composición física de los RSU en el Ecuador durante los años 2015, 2016 y 2017.

Tabla 3. *Valores del peso promedio de los R. S. U. en Ecuador.*

	2015	2016	2017
Orgánico	58,7%	58,5%	57,3%
Plástico	11,4%	10,7%	10,6%
Cartón	5,1%	5,6%	5,8%
Papel	5,1%	4,6%	4,4%
Desechos Sanitarios no peligrosos	4,8%	4,7%	5,1%

*Corresponde a vidrio, madera, chatarra, caucho, cuero, textil, lámparas/focos ahorradores, pilas, metal.

Fuente: (AME-INEC, 2017)

Para determinar los componentes de los residuos sólidos con sus respectivos porcentajes, se recomienda el método del cuarteo, donde se establecerá los componentes basándose en el sentido común y técnicas de muestreo al azar.

El contenido de humedad y la densidad son parámetros muy importantes al momento de realizar el muestreo, ya que son determinantes en la toma de decisiones en el tratamiento de los residuos de la población.

Un dato que es posible de obtener mediante el análisis físico de los residuos es la generación per cápita, el cual varía entre una población y otra por factores como el grado de urbanización, tamaño de la localidad, densidad poblacional, nivel de ingresos económicos, costumbres de consumo y nivel socioeconómico, entre otros.

La importancia de conocer los niveles de producción de residuos de una población radica en que permite lograr una planificación de los servicios de manejo de los residuos y para la gestión económica de los mismos.

En la tabla 4 se presentan datos de generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios por núcleo poblacional para el promedio de los países de América Latina y el Caribe y para el Ecuador; como se puede visualizar, los niveles de generación están directamente relacionados con el tamaño de las ciudades.

Tabla 4. GPC de residuos sólidos domésticos en los países de América Latina y el Caribe y el Ecuador por tamaño de núcleo poblacional.

	Grandes	Medianos	Pequeños	Promedio
	(kg/hab/día)	(kg/hab/día)	(kg/hab/día)	(kg/hab/día)
Países de América Latina y El Caribe (promedio)	0.88	0.58	0.54	0.79
Ecuador	0.71	0.69	0.59	0.69

Fuente: Adaptado de Organización Panamericana de la Salud (2005)

1.1.4. Propiedades físicas de los residuos sólidos urbanos

La caracterización física es la obtención de la composición física (previamente descrito), la distribución en tamaños y el contenido de humedad del material mezcla (Funfola & Gallardo, 2009). Existen además otros parámetros que se pueden determinar en los residuos, como son el peso específico, tamaño de partícula, capacidad de campo y porosidad de los residuos compactados (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994), sin embargo no es recomendable realizar todos estos análisis cuando se quiera hacer un estudio de residuos generados por una población para evitar gastos generados por recolección de datos que no serán utilizados.

Peso específico.- llamado también densidad; es el peso de un material por unidad de volumen (kg/m^3) sin ninguna compactación, y es de importancia para poder valorar la masa y el volumen total de los residuos a tratar para realizar cálculos de volumen para los recipientes para almacenamiento y recolección, especificaciones técnicas de los equipos de recolección y transporte, equipos a utilizar en el sitio de disposición final y capacidad del relleno sanitario (Collazos Peñaloza & Duque Muñoz, 1988).

En la literatura hay una gran variedad de estimaciones del peso específico de los diferentes residuos, que varía principalmente por el grado de compactación al que sean sometidos los residuos, además de factores como la localización geográfica, el clima, los componentes y el

tiempo de almacenamiento (Colomer Mendoza & Gallardo Izquierdo, 2013), por lo que es de vital importancia tomar valores medios que se asemejen a las condiciones de la localidad donde se tratará.

Contenido de humedad.- se expresa como el peso de humedad por unidad de peso de material húmedo o seco. El contenido de humedad peso húmedo de una muestra se puede expresar de la siguiente manera:

$$M = \left(\frac{w - d}{w} \right) \cdot 100$$

Donde:

M: contenido de humedad, porcentaje.

w: Peso inicial de la muestra según se entrega (kg).

d: Peso de la muestra después de secarse a 105 °C (kg).

El contenido de humedad, varía generalmente desde el 15% hasta el 60%, dependiendo de condicionantes como la composición de los residuos, las condiciones meteorológicas, entre otras.

En los residuos urbanos, la humedad suele unificarse al ceder humedad unos residuos a otros, razón por la cual algunos productos como el papel y cartón, absorben humedad y pierde características y valor para los procesos de reciclaje (Enciclopedia Ambiental Ambientum, s.f.).

Tamaño de partícula y distribución del tamaño.- este criterio es importante para determinar las dimensiones de los sistemas de recogida y para la recuperación de materiales, sobre todo con medios mecánicos y físicos. Al igual que para el contenido de humedad, para el tamaño de partícula existen diversas medidas de tamaño, por lo cual lo recomendable es realizar mediciones individuales, según el equipo de separación a usarse o destino que vaya a tener el residuo.

Comprensibilidad.- es la capacidad de compactación de los residuos; al someter los residuos a una presión de 4 kg/cm^2 , se puede reducir el volumen de los residuos entre $1/3$ a $1/4$ de su volumen inicial (Ministerio de Ambiente y Territorio de Italia, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá, Instituto Brasileño de Administración Municipal, 2006).

Capacidad de campo.- es una característica importante para la determinación de la formación de lixiviados, se refiere a la cantidad de humedad que retiene una muestra por acción de la gravedad; esta varía con la presión aplicada a los residuos y su grado de descomposición. Es importante para determinar la formación de los lixiviados. La capacidad de campo de los RSU es de 50 o 60% cuando estos no están clasificados ni compactados.

Permeabilidad de los residuos compactados.- el movimiento de los gases y los líquidos en los vertederos obedecen a esta propiedad física, sobre todo en los residuos compactados (Albarracín, Alfonso, Florez, & Guerrero, 2014)

Además de las propiedades físicas antes citadas, existen dos características físicas de los residuos que son muy importantes al momento de hacer estudios para una gestión integrada:

Generación per cápita.- que es la relación directa de la cantidad de residuos sólidos generados en un día y la cantidad de habitantes generadores, aunque existen datos para tomar valores aproximados de producción per cápita, lo recomendable es realizar estudios de campo de cada lugar del que se requiere la información.

Composición gravimétrica.- es la cantidad en porcentaje de cada componente de la muestra de residuos en relación con su peso total; aunque son muchos los componentes más comunes de la composición gravimétrica, muchos técnicos prefieren simplificar en ciertos componentes como papel/cartón, plástico, vidrio, metal, materia orgánica, y otros (Ministerio de Ambiente

y Territorio de Italia, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá, Instituto Brasileño de Administración Municipal, 2006).

1.1.5. Propiedades químicas de los residuos sólidos urbanos

Conocer datos de composición química de los residuos facilitará evaluar opciones alternas para el procesado y recuperación de materiales. Para el análisis de las propiedades químicas, se parte del uso que se dará al residuo, es decir, para los residuos que serán usados como combustible, es necesario conocer análisis físicos, punto de fusión de cenizas, análisis elemental y su contenido energético. En el caso de los residuos orgánicos es importante conocer sus elementos mayoritarios y los que se encuentran en mínimas cantidades, para decidir si realizar compostaje, biogás, entre otros.

Desde un punto de vista con objetivos de incineración, se puede separar los residuos como materiales combustibles semihúmedos y no combustibles; si el objetivo es utilizarlos como combustible, es importante conocer las siguientes cuatro cualidades:

a) Análisis físico o inmediato.- comprende ensayos de:

- Humedad: pérdida de humedad al calentar la muestra a 105 °C durante una hora;
- Material volátil combustible, mediante ignición a 950 °C en un crisol cubierto;
- Carbono fijo, que es el rechazo combustible después de retirar la materia volátil;
- Ceniza: peso del rechazo luego de incinerarlo en un crisol abierto (Albarracín, Alfonso, Florez, & Guerrero, 2014).

b) Punto de fusión de la ceniza.- es la temperatura comprendida entre los 1100 °C y 1200 °C en la cual la ceniza obtenida en la incineración de los residuos se transforma en sólidos por la fusión y aglomeración (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994).

c) Análisis elemental de los componentes.- Consiste en la determinación de Carbono (C), Hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) y ceniza de los residuos. Permite caracterizar la composición química de la fracción orgánica de los residuos y así conseguir relaciones C/N adecuadas en procesos de conversión biológica.

Entre otros análisis químicos, frecuentemente se incluye también análisis de fósforo (P), potasio (K) y halógenos, este último debido a la preocupación de emisión de compuestos clorados por la combustión.

d) Contenido energético de los componentes.- también se lo denomina poder calorífico, corresponde a la capacidad de los residuos para generar energía calorífica. Es importante para conocer cuál es la recuperación de energía a alcanzarse con una cantidad de residuo establecida (Colomer Mendoza & Gallardo Izquierdo, 2013).

Se puede determinar mediante el uso de una caldera a escala real como calorímetro adiabático, utilizando una bomba calorimétrica de laboratorio o mediante cálculo teórico aproximado, si se conoce la composición elemental.

Nutrientes esenciales.- conocer las cantidades de nutrientes esenciales y los elementos del material residual es importante cuando se prevé destinar la fracción orgánica para la producción de productos biológicos de conversión, como metano, etanol o compost (Tchobanoglus, Theisen, & Vigil, 1994).

1.1.6. Propiedades biológicas de los residuos sólidos urbanos

La parte orgánica de los RSU, a excepción de la goma, el plástico y el cuero, puede convertirse biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. Además, la producción de olores y aparición de moscas va de la mano con la parte biológica de los RSU como consecuencia de la descomposición de la fracción orgánica.

Biodegradabilidad.- esta propiedad está sometida a la acción de otros organismos que transforman la naturaleza de los residuos. Las transformaciones biológicas necesitan condiciones específicas y materia orgánica con alto contenido de nutrientes para que se desarrollen los microorganismos. Los residuos con altos contenidos de lignina son los menos biodegradables.

Producción de olores.- los olores son causados por la descomposición anaerobia de los componentes orgánicos de los residuos sólidos (Tchobanoglus, Theisen, & Vigil, 1994), se hacen notorios con el transcurso del tiempo y son más intensos en condiciones climáticas cálidas. Las proteínas, las grasas y los carbohidratos generan olores pronunciados, especialmente cuando los microorganismos degradan los componentes de manera anaerobia.

Producción de moscas.- este punto es de mucha importancia en el almacenamiento in situ, pues las moscas pueden desarrollarse en menos de dos semanas contando desde su etapa larval. Además la eliminación de los gusanos en los contenedores representa mayor complejidad.

1.2. Relación de los residuos sólidos con la salud pública y el ambiente

El alto poder contaminante de los residuos sólidos, obliga a buscar nuevas líneas de investigación, desarrollo y gestión de forma permanente, de manera tal que se evite, minimice o repare los daños causados al entorno y a la salud pública (Colomer Mendoza & Gallardo Izquierdo, 2013).

La relación existente entre la salud pública y el almacenamiento, recogida y eliminación inadecuada de residuos es evidente, esto debido a que roedores, insectos y algunas aves hallan su hábitat en lugares donde haya cobijo y alimento, mismos que son excelentes transportadores de agentes patógenos y que por su movilidad pueden contactar con el ser humano y provocarles enfermedades bacteriales y parasitarias. La medida más efectiva para el control de estas plagas es el saneamiento apropiado.

Existe también el riesgo para las personas de contraer lesiones e infecciones por los objetos cortopunzantes que son desechados descuidadamente, este riesgo es alto sobre todo para las personas que recogen la basura y para quienes recuperan materiales de los vertederos, finalmente existen también las afecciones al sistema respiratorio causado por la inhalación de contaminantes sólidos producidos por la quema de residuos.

Fenómenos ecológicos como la contaminación del aire, de la tierra y del agua, son atribuidos también al manejo incorrecto de los residuos, algunas de las afecciones causadas son el deterioro del aire por los sólidos contenidos en los efluentes y en el humo de incineración, contaminación de la atmósfera por el gas metano producido en la descomposición de la fracción orgánica de los residuos y los gases tóxicos emitidos por la quema de materiales plásticos, además las plantas de tratamiento de desechos producen ruido y olor que también contaminan el aire; la inutilización de la tierra por el vertimientos y la acumulación indiscriminada de los residuos, la amenaza latente a los pobladores cercanos por los gases explosivos producidos por la descomposición de los residuos, la contaminación del manto freático por la filtración de nitratos y metales pesados procedentes de los residuos, contaminación de las aguas lluvia y aguas superficiales por la presencia de residuos en lugares impermeables, conversión del agua en un medio no apto para la vida acuática ni para consumo humano y aumento de las probabilidades de inundación por la evacuación de residuos en los ríos (Contreras Santos, 2008).

Además de los efectos mencionados anteriormente, existen las condiciones desagradables estéticamente que hacen disminuir el costo de las propiedades aledañas al sector de disposición final de los residuos.

1.3. Manejo de los residuos sólidos urbanos en Ecuador

Uno de los mayores desafíos de las municipalidades de todo el mundo es lograr un manejo adecuado de los residuos sólidos; por tal razón, a lo largo de los últimos años, se ha buscado dar solución a este problema.

En el Ecuador, en 1974 el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS) realizó un primer estudio de la recolección de residuos en las capitales provinciales para llevar un mejor manejo de los residuos sólidos, y en el año 1999, siendo reemplazado el IEOS por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) realizó una evaluación nacional de los servicios de agua potable, alcantarillado y desechos sólidos, cuyos resultados demostraban indicadores con valor negativo para las zonas rurales (Organización Internacional del Trabajo, 2003).

En septiembre del año 2000, el MIDUVI, en colaboración de la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ) realiza un análisis del marco jurídico e institucional relacionado con el manejo de los residuos en el Ecuador para así plantear acciones y estrategias de un reordenamiento del sector.

En el año 2010, se crea el Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIDS) por parte del Ministerio del Ambiente, para asesorar y fortalecer a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) sobre la temática mediante la financiación de estudios de pre inversión; para fortalecer la gestión integral de los desechos sólidos y en 2011 suscribió un Convenio Marco de Cooperación Técnica con la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME).

En agosto del año 2012, se realiza un Convenio Específico de Cooperación Técnica, entre el MAE y la AME, para establecer mecanismos de cooperación técnica para la elaboración de estudios de pre inversión para realizar cierres técnicos de botaderos y diseño de celdas emergentes para el Paquete Número 8, que entre otros cantones, está incluido en cantón Sucúa (AsamTech, 2014); y en Agosto del 2013, se elabora y remite a la Subsecretaría de Calidad

Ambiental los términos de referencia (TDRs) para los estudios de diseño definitivo de cierre técnico de botaderos y celdas emergentes.

El déficit de servicios básicos, es un gran problema que repercute en el desarrollo del país. La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) ha pasado por varias entidades a lo largo de la historia del Ecuador, sin embargo, hoy en día según la Ley Orgánica de Salud y el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), se establece que es responsabilidad de las autoridades locales, es decir, de los municipios.

Actualmente, los GAD municipales cobran por sus servicios de recolección de residuos sólidos, así el 32.4% de los municipios cobran mediante las planillas de agua potable y alcantarillado, mediante las planillas de energía eléctrica el 48.8%, un 8% no cobra por el servicio, un 6.6% mediante el impuesto predial, un 3.3% con facturación directa y el 0.9% por otros medios (Ministerio del Ambiente, 2015)

En Ecuador, entre el 3 y 14% del presupuesto municipal de las ciudades grandes, es asignado para los servicios de limpieza urbana, para las ciudades medianas el porcentaje destinado a esta actividad disminuye, siendo entre un 0.8 a 10% y para las ciudades pequeñas el rango va entre el 0.1 a 10% (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

La modalidad de cobro por el servicio de recolección de los residuos, varía de acuerdo al tamaño de los núcleos poblacionales. Las grandes ciudades cobran el servicio brindado mediante la cobranza de tasas fijas en la cuenta de energía eléctrica; las ciudades medianas y pequeñas a su vez, cobran mediante tasas o tarifas recaudadas en el pago de los servicios de energía eléctrica o agua potable. Según la Organización Panamericana de la Salud (2005), entre un 12 a 22% de los municipios pequeños no cobra por el servicio.

Aunque en el país se ha tenido un avance grande en conciencia ambiental, aún hay mucho por hacer, sobre todo en materia de manejo de los residuos sólidos.

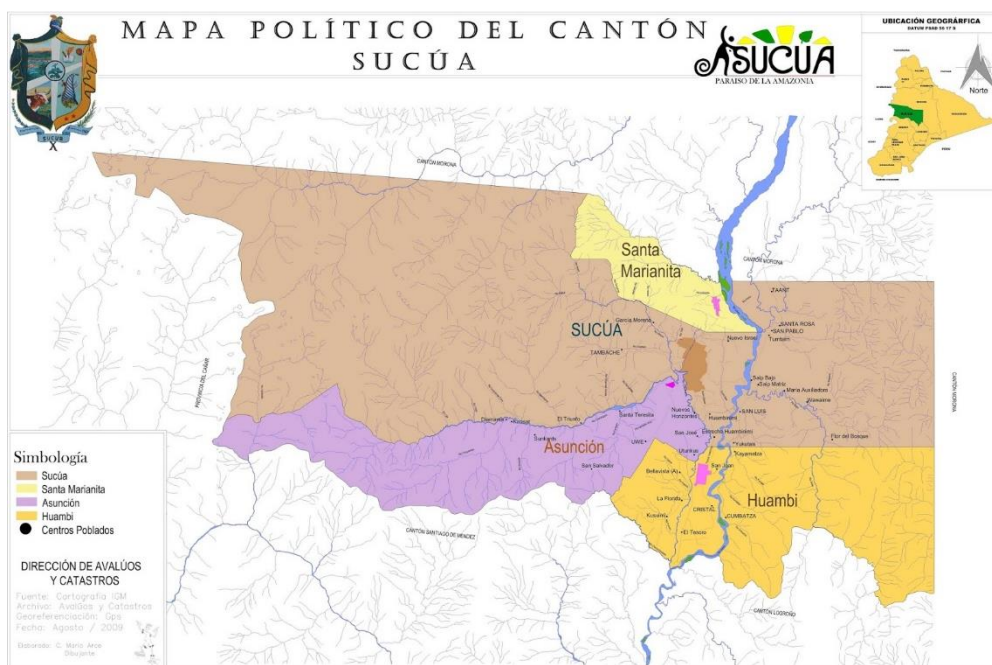
En el año 2017, un 47.47% de los hogares ecuatorianos clasificó desechos sólidos, siendo el principal residuo clasificado el plástico (Instituto Nacional de estadísticas y censos, 2017), seguido por los residuos orgánicos, el papel – cartón y el vidrio, con un 27.01%, 21.37% y 12.16% respectivamente.

Las provincias que tienen una mayor cantidad de hogares que clasifican sus residuos son Galápagos (98,08%), Loja (68.18%), Zamora Chinchipe (66.69%) y Morona Santiago (65.23%).

1.4. Delimitación geográfica del área de estudio

El cantón Sucúa está ubicado en la provincia de Morona Santiago, con una altura que va desde los 520 hasta los 4290 m.s.n.m. Está dividido políticamente en cuatro parroquias: Sucúa, Huambi, Santa Marianita de Jesús y Asunción (Ilustración 1) y consta de 45 comunidades. Está regido por la municipalidad, organizada por los poderes ejecutivo representado por el alcalde, y legislativo conformado por los concejales. De acuerdo a la proyección del INEC en base al censo del año 2010, la población del cantón Sucúa para el año 2019 es de 23.375 habitantes.

Ilustración 1. Mapa Político del Cantón Sucúa.



Fuente: La guía de Sucúa. Disponible en: <http://guiadesucua.blogspot.com/>

El cantón Sucúa, buscando el bien de sus habitantes, en el año 2004 inicia un proceso de Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos, mediante la creación del relleno sanitario para la disposición final de los residuos recolectados dentro del cantón, siendo uno de los primeros de la provincia, abarcando un área de 9.8 hectáreas dentro del cual el área aprovechable para la disposición de los evaluación nacional de los servicios de agua potable, alcantarillado y desechos sólidos es de 0.3 hectáreas.

Desde el año 2014, el cantón cuenta con una ordenanza que regula la gestión integral de desechos orgánicos e inorgánicos (Registro oficial Número 161, 14 de Enero de 2014).

En mayo del año 2014, mediante los acuerdos entre el Ministerio del Ambiente y la AME, a través del PNGIDS, se publicó el Estudio y diseño definitivos de cierre técnico de botaderos y celda emergente para el cantón Sucúa, siendo la última actualización de datos con la que cuenta el cantón, cuyo contenido será tomado para la realización del presente análisis.

En octubre del 2014, el MAE, a través del PNGIDS, entregó un reconocimiento al GAD Municipal de Sucúa por emprender prácticas de aprovechamiento de residuos orgánicos, el mismo que resultó seleccionado luego de tres meses de análisis a 55 GADs que tienen proyectos de aprovechamiento orgánico, de los 221 GADs del país.

El presente estudio se centra en el área urbana de las parroquias Sucúa, Santa Marianita y Huambi del cantón Sucúa, que son las que reciben el servicio por parte de los camiones recolectores del municipio.

La cuarta parroquia, Asunción, y las comunidades rurales del cantón, reciben el servicio mediante contrato y pagan por el servicio con dinero de su presupuesto participativo.

El cantón Sucúa cuenta con un sistema de recolección diferenciada, separándola en residuos orgánicos e inorgánicos.

El actual relleno sanitario consta de una celda y media celda de disposición final clausuradas, donde se colocan los residuos inorgánicos, y otra celda en uso actual cuya vida útil está próxima a finalizar.

Para el material orgánico, cuentan con una Planta de Bioinsumos donde se realiza lombricultura, el humus producido es utilizado como abono para jardineras y parterres de la ciudad, en

los programas de apoyo al agricultor promovidos por el GADMCS y para la venta para los pobladores, con un costo de venta es de \$5,00 el saco de 50 libras.

Actualmente no existen celdas para la disposición final de residuos peligrosos y el reciclaje es realizado por parte de recicladores informales.

Las parroquias de Sucúa eliminan sus residuos de diversas maneras, que varían según sus costumbres, nivel socioeconómico, su localización geográfica o incluso debido a la ubicación de su vivienda. Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa (PDOT), el 64% de las viviendas del cantón cuentan con un servicio de recolección de residuos, el 18% los deposita en campo abierto y el otro 18% de población quema o entierra los residuos. La recolección de los residuos se realiza en tres áreas urbanas, un área consolidada y 42 comunidades del cantón (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Sucúa, 2015).

Tabla 5. *Eliminación de residuos sólidos por parroquias.*

Eliminación de los residuos	Sucúa	Huambi	Sta. Marianita	Asunción
Por camión recolector	70.93%	56.56%	63.47%	18.37%
Arrojando en terreno baldío o quebrada	13.01%	23.68%	12.33%	54.07%
Quema	13.18%	17.04%	20.09%	13.12%
Entierra	1.41%	0.75%	3.20%	1.05%
Arrojando al río, acequia o canal	0.51%	1.36%	0.46%	5.25%
Otra	0.96%	0.60%	0.46%	8.14%

Fuente: VII Censo de Población y VI Vivienda-INEC 2010
Elaboración: Equipo PD y OT GADCS

1.4.1. Sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos

De las tres áreas urbanas, aproximadamente el 85% es atendida con el servicio de recolección de residuos. El sistema de recolección de los residuos de la zona urbana cubre un 95% de predios construidos en la parroquia Sucúa, en Santa Marianita de Jesús, el 70% y en Huambi un 75%; los motivos por los que no se brinda el servicio al 100% de los predios es por dificultades de acceso para el camión recolector o porque no justifica la distancia a recorrer respecto a la cantidad de residuos a recoger.

La recolección dentro del área urbana de las parroquias Sucúa, Santa Marianita de Jesús y Huambi se realiza por dos vehículos recolectores compactadores, cuyas rutas son cubiertas en dos jornadas cada uno. Para la recolección en las comunidades, existe un convenio de cooperación con el Distrito de Salud 14D03 Sucúa-Logroño, quienes han proveído de un camión para brindar el servicio.

La frecuencia de la recolección para cada una de las parroquias y el total de las horas a la semana que tarda el camión para brindar el servicio están detallados en la tabla 6.

Tabla 6. Frecuencia del servicio y horas de trabajo a la semana.

Parroquia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Horas trabajo semanal
Sucúa	Orgánico	Inorgánico	Orgánico	Inorgánico	Orgánico	Inorgánico	41.5 h
Huambi	Orgánico		Inorgánico		Orgánico		5 h
Santa Marianita		Orgánico		Inorgánico			1.5 h

Fuente: GAD Municipal del Cantón Sucúa

Para brindar el servicio dentro del área urbana de las tres parroquias, el municipio cuenta con dos automotores, detallados en la tabla 7.

Tabla 7. *Características del parque automotor para la zona urbana.*

	Equipo N° 1	Equipo N° 2
Tipo	Camión recolector	Camión recolector
Capacidad de acuerdo al fabricante	16 m ³	16 m ³
Combustible	Diésel	Diésel
Año de fabricación	2013	2013
Repotenciación	No	No
Horas efectivas de trabajo	6 horas día	6 horas día

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de AsamTech (2014) y GAD Municipal Cantón Sucúa (2019)

Adicional a esto, cuentan con 3 camionetas con capacidad de 1,5 m³ cada una que son destinadas para la recolección de la parroquia Asunción y de las comunidades.

En los anexos 3, 4 y 5 se indican las zonas cubiertas por los recolectores en el área de estudio. El área a cubrir se divide en dos partes, la zona oeste (desde Avenida Oriental) de la parroquia Sucúa es cubierta por el camión 1 y la zona este (desde Avenida Oriental) de la parroquia Sucúa más las parroquias Santa Marianita y Huambi es cubierta por el camión 2.

Cabe recalcar que los camiones brindan el servicio también a los habitantes que se encuentran en la vía principal (E45) por donde se movilizan los recolectores para llegar a las distintas parroquias, además de el barrio 31 de Agosto y el barrio suburbano El Nazareno, que como se puede observar en los anexos 6, 7, 8 y 9 corresponden a una mínima cantidad de predios.

El camión 1 recorre un aproximado de 60 km/ día y el camión 2 recorre aproximadamente 80 km/día, la mayor distancia del recorrido del camión 2 se debe a la distancia existente entre las parroquias atendidas y porque las viviendas en su ruta son más dispersas que las viviendas

cubiertas por la ruta del camión 1, sin embargo, el volumen recogido es muy similar para los dos camiones.

1.5. MARCO LEGAL

1.5.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución es la norma suprema a la que se rigen las leyes del Ecuador, que celebrando a la naturaleza, la Pacha Mama, reconoce que somos parte de ella y que es vital para nuestra existencia y busca alcanzar el buen vivir, el sumak kawsay, a partir de una convivencia ciudadana en diversidad y armonía con la naturaleza.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

3. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías.

1.5.2. Agenda 21

La Agenda 21 es un plan de acción exhaustivo de las Naciones Unidas, que en su capítulo 21 plantea estrategias y medidas para detener e invertir los efectos de la degradación del ambiente, afirmando que la gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos se encuentra entre los asuntos con más importancia para lograr un desarrollo sostenible.

La Agenda 21, consciente de que la gestión integral va más allá de la simple eliminación y aprovechamiento por métodos seguros de los desechos, procura resolver la raíz del problema atacando a la producción y consumo no sostenibles. Para lograr estos objetivos, crea cuatro áreas de programas: a) Reducción al mínimo de los desechos, a) Aumento al máximo de la reutilización y el reciclado ecológicamente racionales de los desechos, c) Promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racionales de los desechos, y d) Ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de desechos.

1.5.3. Código Orgánico del Ambiente

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental.

6. Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos;

7. Generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda.

Art. 149.- Control de población de la fauna urbana. Para la prevención y control de poblaciones de animales se implementarán al menos las siguientes medidas:

2. Gestión integral de los residuos y desechos de acuerdo a las disposiciones de este Código-

El Código Orgánico Ambiental, en su Título V de la Gestión Integral de Residuos y Desechos, se plantea la gestión integral de los residuos y desechos a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de la gestión, con la finalidad de contribuir al desarrollo sostenible, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental.

Art. 261.- La Autoridad Ambiental Nacional, como ente rector, coordinará con las entidades intersectoriales priorizadas para el efecto y en base a las capacidades locales, lo siguiente:

12. La promoción de la reutilización de residuos orgánicos e inorgánicos, así como el aprovechamiento de su potencial energético.

1.5.4. Ley Orgánica de Salud

En su capítulo II, de los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Art. 97.- La autoridad sanitaria nacional dictará las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas.

Art. 98.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con las entidades públicas o privadas, promoverá programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos.

Art. 99.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los municipios del país, emitirá los reglamentos, normas y procedimientos técnicos de cumplimiento obligatorio para el manejo adecuado de los desechos infecciosos que generen los establecimientos de servicios de salud, públicos o privados, ambulatorio o de internación, veterinaria y estética

1.5.5. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.

- d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado

Art. 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

Art. 431.- De la gestión integral del manejo ambiental.- Los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.

1.5.6. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

La finalidad de emitir el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, es desarrollar y estructurar la normativa para proporcionar aplicabilidad a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente (COA).

El Libro Tercero, Calidad Ambiental, en su Título VII habla acerca de la gestión integral de residuos y desechos, desarrollado desde el Art. 560 hasta el Art. 611.

En el Capítulo 1, se expresan las disposiciones generales, que incluyen los principios para una gestión integral, las políticas generales, habla de los movimientos transfronterizos, la gestión de desechos sanitarios, la formulación del plan de gestión integral municipal, entre otros.

El Capítulo II es del Régimen Institucional, e indica las atribuciones de la Autoridad ambiental Nacional y de los GAD municipales dentro de la gestión integral de residuos y desechos.

El Capítulo III en su sección 1ª menciona las disposiciones generales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos; en la Sección 2ª, Servicio público de gestión integral de residuos y desechos no peligrosos, explica las etapas que debe llevar un cierre técnico de botaderos y las etapas de proyecto de gestión integral de residuos y desechos. En la

Sección 3ª, se aborda el tema de la generación y cada una de las fases de la gestión integral de residuos y desechos no peligrosos. En la Sección 4ª están los artículos relacionados al aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos para la industria; y, finalmente, en la Sección 5ª se aborda el tema del reciclaje inclusivo.

Además, en el Libro Sexto de este reglamento, que trata de incentivos ambientales, en su Título II, de tipos, formas y control de incentivos ambientales, el Capítulo II, Sección 6ª, habla de los incentivos para la gestión integral de los residuos y desechos.

1.5.7. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente

El TULSMA, en su Anexo 6 del Libro VI, establece la Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de Desechos Sólidos No Peligrosos, donde se determinan los criterios para el manejo de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final.

4.1 De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos

4.1.1 El Manejo de los desechos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud.

Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio.

4.1.10 Los municipios determinarán el área de influencia inmediata de toda actividad que genere desechos, siendo los generadores los responsables de mantener limpias dichas áreas.

4.1.17 Es responsabilidad de las entidades de aseo recoger todos los desechos sólidos no peligrosos que presenten o entreguen los usuarios del servicio ordinario, de acuerdo con este tipo

de servicio y con la forma de presentación que previamente hayan establecido dichas entidades para cada zona o sector.

4.1.19 La entidad de aseo deberá implantar sistemas de recogida selectiva de desechos sólidos urbanos, que posibiliten su reciclado u otras formas de valorización.

4.2 De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos

4.2.12 Se prohíbe que el generador de desechos sólidos entregue los desechos a persona natural o jurídica que no posea autorización de la entidad de aseo, aquél y ésta responderán solidariamente de cualquier perjuicio causado por las mismas y estarán sujetos a la imposición de las sanciones que establezcan las autoridades pertinentes.

4.2.13 Se prohíbe a toda persona distinta a las del servicio de aseo público, destapar, remover o extraer el contenido parcial o total de los recipientes para desechos sólidos, una vez colocados en el sitio de recolección.

4.2.15 Se prohíbe en el relleno sanitario y sus alrededores la quema de desechos sólidos.

4.2.16 Se prohíbe dentro del área del relleno sanitario la crianza de cualquier tipo de animal doméstico.

4.2.17 Se prohíbe la disposición de desechos sólidos peligrosos en el relleno sanitario de la ciudad, los cuales se encontrarán listados en la Normativa para Desechos Peligrosos, que emitirá el Ministerio del Ambiente.

4.2.18 Se prohíbe mezclar desechos sólidos peligrosos con desechos sólidos no peligrosos.

4.3. Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos

4.3.3.3 Las entidades encargadas del servicio de aseo deberán tener un programa para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.

4.3.3.4 Para el manejo de los desechos sólidos generados fuera del perímetro urbano de la entidad de aseo, se deberán seguir los lineamientos establecidos en esta norma, como: Almacenamiento, entrega, barrido y limpieza de las vías públicas, recolección, transporte y disposición final. La disposición final de los desechos sólidos y semi-sólidos se realizará en rellenos sanitarios manuales o mecanizados.

1.5.8. Codificación de la Ordenanza que Regula la Gestión Integral de Desechos Orgánicos e Inorgánicos en el Cantón Sucúa

Art. 2.- Es menester conocer básicamente qué tipos de residuos y/o desechos se generan, para así poderlos clasificar y manejarlos adecuadamente. De acuerdo a la técnica, los residuos son los biodegradables u orgánicos. Los desechos son los no biodegradables o inorgánicos; especiales o peligrosos, escombros y chatarras.

Para efectos de aplicación de esta ordenanza se aplica la siguiente definición:

- a) **Desechos orgánicos.-** Se los identifica como tal, a todos los residuos que se descomponen, como domésticos, de mercados, de ferias, parques y jardines; provenientes de cosas originalmente vivas.
- b) **Desechos inorgánicos.-** Son todos aquellos que no se descomponen; tales como: vidrios, plásticos, metales, papel, cartón, etc. Pero se pueden reutilizar.
- c) **Desechos especiales o peligrosos.-** Son los provenientes de hospitales, clínicas, laboratorios, consultorios médicos y dentales e industriales, y otros catalogados como peligrosos por el personal técnico, que por sus toxicidad y radioactividad deben ser almacenados, recolectados, transportados y eliminados en forma separada. Los derivados del petróleo, pilas, baterías, filtros y similares; al ser considerados como desechos tóxicos peligrosos, deberán tener el mismo tratamiento descrito en este literal.

- d) **De los escombros y chatarras.-** Son considerados como escombros los desechos provenientes de las construcciones, reparación de vías, perforaciones, y demoliciones, libres de sustancias tóxicas. Los propietarios de cualquier tipo de escombros tendrán que transportarlos directamente al relleno sanitario en el área de escombros, durante días y horas laborables. Son considerados chatarras todos los desechos metálicos o de partes mecánicas y latones grandes que tendrán que ser depositados directamente por el dueño en el relleno sanitario en el depósito de chatarras.
- e) Los desechos peligrosos generados por las mecánicas, talleres, lavadoras, vulcanizadoras, restaurantes, talleres de pintura y otras actividades que generen desechos deberán ser transportados directamente al relleno sanitario por su propietario y situados en un sitio determinado por la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Productivo o la dependencia que corresponda o sustituya..

El Municipio emprenderá campañas de información y vigilancia con la ayuda de la sociedad civil y otras instituciones.

Con la finalidad de poder utilizar los desechos orgánicos generados en el cantón para la producción de abono orgánico, se deberá realizar la clasificación por quienes generen desechos y clasificarán previamente identificados, que serán recolectados por separado en horarios.

Hasta que el Gobierno Municipal del cantón Sucúa esté en capacidad de ejecutar el reciclaje de desechos como vidrio, plástico, cartón y otros, estos podrán ser entregados juntos en el recipiente inorgánico.

Art. 3.- El Gobierno Municipal del cantón Sucúa gestionará el manejo integral de desechos por medio de empresas públicas o privadas.

Art. 5.- Se considera de carácter general y obligatorio por parte de la Municipalidad la prestación de los siguientes servicios, de manera directa o a través de empresas públicas.

- a) Recolección de los desechos domiciliarios;
- b) Recolección de los desechos de los locales y establecimientos para lo cual se utilizará recipientes debidamente identificados para residuos biodegradables y no biodegradables;
- c) Recolección de los residuos y desechos que aparezcan vertidos o abandonados en las vías públicas y se desconozca su origen y procedencia; o bien, conociéndolos, los dueños se resistan o se nieguen a retirarlos, se aplicará lo que prescribe la presente ordenanza en lo relacionado a sanciones;
- d) Limpieza de solares y locales cuyos propietarios se nieguen o se resistieran a la notificación para su limpieza.

Art. 7.- Las parroquias rurales que pertenezcan al Cantón Sucúa, se irán incorporando en el sistema de clasificación y recolección de residuos, en forma paulatina.

RECIPIENTES: TIPO Y UTILIZACIÓN

Art. 8.- Tipo de recipientes.- Los recipientes llevarán dentro la clave catastral con los tres últimos dígitos de ésta, que se van a utilizar para la recolección de desechos en el Cantón Sucúa, y serán de dos tipos:

- a) Fundas plásticas (polietileno), para almacenar desechos peligrosos y/o hospitalarios.
- b) Recipientes plásticos (estandarizados) color verde: residuos orgánicos, y color negro: desechos inorgánicos.

Art. 10.- Los recipientes plásticos estandarizados deberán estar contruidos de material plástico, caucho vulcanizado o cualquier otro material plástico resistente a la oxidación, a la humedad, no poroso; de resistencia suficiente para cumplir su cometido y con tapa para ocultar de la vista los productos que contenga y evitar la propagación de malos olores y proliferación de

vectores. Su capacidad estará comprendida entre 40 litros para los centros comerciales y/o edificios de varias plantas públicos y privados.

Los recipientes estarán provistos de agarraderas para facilitar el manejo y vaciado del mismo. Los moradores de los barrios que se integran al sistema de clasificación domiciliaria de basura, deberán adquirir la cantidad de recipientes que sea necesaria para almacenar los residuos producidos.

Art. 12.- Los recipientes plásticos debidamente tapados se depositarán en las aceras o lugares que tengan fácil acceso para el personal de servicio de recolección, siempre que no cause algún tipo de molestias al público y vecindario de acuerdo a horarios y rutas establecidos por la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Productivo o la dependencia que corresponda o sustituya.

Art. 13.- La recolección de los residuos deberá ser de la puerta de la propiedad, planta baja, servicio que no comprende ninguna manipulación dentro de la propiedad aunque se trate de entidades privadas o públicas.

Art. 14.- Los propietarios de los recipientes retirarán los mismos una vez vacíos, con la finalidad de evitar inconvenientes con la circulación peatonal e imagen de la ciudad dentro de dos horas después, caso contrario será multado.

PROHIBICIONES

Art. 20.- Queda terminantemente prohibido la incineración de desechos a cielo abierto.

Art. 21.- Queda prohibido al personal del servicio, efectuar cualquier clase de manipulación o apartado de desechos en las vías. De igual manera, ninguna persona particular puede dedicarse a la manipulación y aprovechamiento de desechos después de dispuestos los desechos en el sitio de espera para su recolección, así como luego de su disposición final. Después de los

horarios y rutas del recolector, se prohíbe a personas no autorizadas la manipulación y clasificación de los desechos antes del depósito final.

DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Art. 29.- La disposición final de los desechos se la realizará en el relleno sanitario.

Se adoptarán alternativas de tratamiento para los desechos como es la producción de compost, abono orgánico bocashi, humus de lombriz y otros métodos que los funcionarios y técnicos de la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Productivo determinen según el tipo de residuo (Ilustre Concejo Cantonal de Sucúa, 2014).

1.5.9. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841

GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA RECIPIENTES DE DEPÓSITO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. REQUISITOS

La NTE INEN 2841 establece los colores para los recipientes utilizados para el depósito y almacenamiento temporal de los residuos sólidos generados en las diversas fuentes: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios; excluyendo los residuos sólidos peligrosos y especiales.

5.2 Recipientes

Los recipientes de colores, deben cumplir con los requisitos establecidos en esta norma, dependiendo de su ubicación y tipo de residuos.

6. CÓDIGO DE COLORES

De acuerdo al tipo de manejo que tengan los residuos puede optarse por realizar una clasificación general o específica, como se indica a continuación:

6.1 Clasificación general

Para la separación general de residuos, se utilizan únicamente los colores a continuación detallados en la tabla 8:

Tabla 8. *Color del recipiente por tipo de residuo.*

TIPO DE RESIDUO	COLOR DEL RECIPIENTE		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO A DISPOSICIONAR
Reciclables	Azul		Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (Vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros).
No reciclables, no peligrosos	Negro		Todo residuo no reciclable.
Orgánicos	Verde		Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.
Peligrosos	Rojo		Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B
Especiales	Anaranjado		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (2014).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología

Determinar los componentes de los residuos de una población es una tarea compleja debido a la diversidad que presentan. Por la dificultad que supone el obtener resultados por procedimientos netamente estadísticos, se ha desarrollado un procedimiento de campo más generalizado, basado en técnicas de muestreo al azar para poder determinar la composición de los residuos de la zona a investigar. El procedimiento de campo a aplicar se conoce como *caracterización de residuos*, el cual nos permite identificar las fuentes, composición de las muestras y cantidades de los componentes.

La metodología aplicada en el presente trabajo es la recomendada por la CEPIS/OPS - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. El procedimiento se desarrolla sistemáticamente mediante el establecimiento de etapas.

Es importante recalcar que durante la recolección de las muestras, hubo viviendas que no entregaron sus residuos orgánicos mientras duró el muestreo, debido a que depositan sus residuos orgánicos en sus huertos o lo utilizan para alimentación de animales, por lo que en esos casos no se contó con datos de peso de residuos orgánicos.

Para desarrollar el objetivo 3, donde se realiza una comparación de datos obtenidos en el presente estudio (año 2019) con los datos de un estudio previamente realizado para el cierre técnico de las celdas del relleno sanitario de Sucúa (año 2014); para los distintos cálculos de generación per cápita, en el estudio del año 2014 utilizan promedio de medias por lo que para la comparación se ha realizado los cálculos adaptados a su metodología; sin embargo, para desarrollar el objetivo 2 del presente estudio se ha utilizado la metodología de promedio de promedios.

2.1.1. Planificación del estudio de evaluación de residuos sólidos

Para iniciar el proyecto, se ha empezado por el planteamiento de los objetivos a alcanzar, los cuales son determinar parámetros físicos básicos de los residuos sólidos de tres parroquias del cantón Sucúa, para poder analizarlos estadísticamente y posteriormente realizar una comparación de los datos actuales respecto a los datos obtenidos durante un estudio realizado en el año 2014. Además, en base a los datos obtenidos, se plantea realizar una propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos basada en los residuos que son mayormente generados en el cantón y que no son aprovechados de manera adecuada.

Para poder obtener información de la situación actual del tema de residuos sólidos y el catastro de la ciudad, se ha solicitado información respectivamente a los departamentos de obras públicas y planificación del GAD Municipal de Sucúa.

2.1.2. Diseño del estudio

En el diseño del proyecto se realizan los cálculos de la cantidad de muestras necesarias y su distribución en la zona de estudio, además de elaborar documentos para la toma de datos y formularios necesarios para los cálculos, establecimiento de rutas y el material necesario para la ejecución del proyecto.

2.1.2.1. Cálculo del número de muestras

La muestra es el subconjunto de la población, esta deberá ser representativa, adecuada y válida. Para conocer la cantidad de muestras que se deberán tomar, se utiliza el método de muestreo estratificado proporcional, el cual asegura que cada vivienda tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.

Para asegurar la fiabilidad de la muestra, es necesario obtener su tamaño mediante procesos matemáticos que eliminen la incidencia del error, esto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = coeficiente de confianza, obtenido mediante niveles de confianza

σ = desviación estándar de la población

E = error posible

Para el cálculo del tamaño de la muestra para la presente investigación, se ha tomado como base valores recomendados por la CEPIS/OPS y la información de la cantidad de predios beneficiarios del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos ha sido proporcionada por el municipio.

El error permisible (E), generalmente debe ser entre el 1% y 15% del valor de la media poblacional que se va a estimar, el valor con el que se trabajará para el cálculo del presente trabajo es del 10%.

El valor para la desviación estándar (σ) resulta de la raíz cuadrada de la varianza de la población; cuando no se cuenta con datos previos se debe asumir su valor en 200 g/hab/día.

El porcentaje de confianza es el nivel de certeza que ofrecen los resultados expuestos. El valor sugerido del nivel de confianza es de 95%, que es un coeficiente de confianza $Z = 1,96$.

En la última actualización de información de predios beneficiarios del servicio, realizada en el año 2017, se obtuvo una cantidad de 3615 usuarios, divididos como lo indica la tabla 9.

Tabla 9. *Usuarios del servicio de recolección en las tres parroquias del cantón Sucúa.*

Parroquia	Zona	N° Predios
Parroquia Sucúa	Zona residencial	2458
	Zona comercial	467
Parroquia Huambi	Zona residencial	394
	Zona comercial	37
Parroquia Santa Maria-nita de Jesús	Zona residencial	244
	Zona comercial	15
Total		3615

Fuente: GAD Sucúa

Con cada uno de estos datos, se realiza el cálculo de muestras para cada sector como se indica en el Anexo 10, los mismos que al sumarse obtiene un total de 79 muestras.

El tamaño de las muestras fue calculado de manera separada por parroquia y sector dentro de cada una de ellas, quedando como lo expresa la tabla 10.

Tabla 10. *Cantidad de muestras por parroquia y sector.*

Parroquia	Zona	N° Muestras
Parroquia Sucúa	Zona residencial	15
	Zona comercial	15
Parroquia Huambi	Zona residencial	15
	Zona comercial	11
Parroquia Santa Maria-nita de Jesús	Zona residencial	15
	Zona comercial	8
Total		79

Fuente: Elaboración propia

2.1.2.2. Elaboración de documentos y formularios

Para obtener y registrar de manera adecuada y ordenada la información obtenida durante la fase de socialización y en el muestreo, es preciso contar con formularios elaborados previamente.

El formulario de información de cada hogar muestreado contiene los datos indicados en la tabla 11.

Tabla 11. Formulario de información a solicitar durante la socialización.

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL CANTÓN SUCÚA							
FECHA:							
CÓDIGO DEL DOMICILIO:							
FAMILIA:							
SECTOR:							
Calle principal:							
Calle secundaria:							
Zona residencial	☐	Condiciones de almacenamiento					
Zona comercial	☐						
No. De habitantes del domicilio							
		Dentro de la casa		☐			
		Fuera de la casa		☐			
Días de recolección	L	M	M	J	V	S	D
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hora de la recolección							

Fuente: Elaboración propia

Durante los 7 días que dura el muestreo, se utilizará un documento en el que se registra las características de la bolsa de residuos que entrega cada vivienda, con los datos detallados en la tabla 12, esto se realiza para cada una de las parroquias muestreadas.

Tabla 12. Formulario con datos para la recepción de la muestra.

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL CANTÓN SUCÚA										
Registro de datos al momento de recepción de las fundas con residuos										
Fecha de muestreo:										
N°	Código del domicilio	Entrega		Hora	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Condiciones de almacenamiento		Estado de la muestra	
		SÍ	NO				Dentro de la vivienda	Fuera de la vivienda	Seca	Húmeda

Fuente: Elaboración propia

En este formulario se toma en cuenta las condiciones de almacenamiento y el estado de la muestra, ya que debido a las precipitaciones que puedan ocurrir durante el muestreo, es probable que si la muestra se encontraba a la intemperie y/o cerrada de manera incorrecta, el agua ingrese y esto afecte los pesos de los residuos.

Para el registro diario de los pesos correspondientes a cada uno de los materiales a separar, se ocupará el formulario indicado en la tabla 13, para cada una de las parroquias. La separación de los componentes se realiza según lo recomendado por la OPS/CEPIS en combinación con la separación realizada por AsamTech Cía. Ltda. en su estudio realizado en el cantón Sucúa en el año 2014.

Tabla 13. *Formulario para registro de peso de los componentes.*

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL CANTÓN SUCÚA								
COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS								
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Fecha de recolección								
No.	Material	Peso en kg						
1	Papel y cartón							
2	Madera y follaje							
3	Residuos orgánicos							
4	Plásticos							
5	Metales							
6	Vidrio							
7	Inorgánicos							
8	Residuos especiales							
9	No reciclables							
TOTAL								

*Nota: Inorgánicos incluye caucho, cuero, telas.

Fuente: Elaboración propia

2.1.2.3. Elaboración de rutas para el muestreo

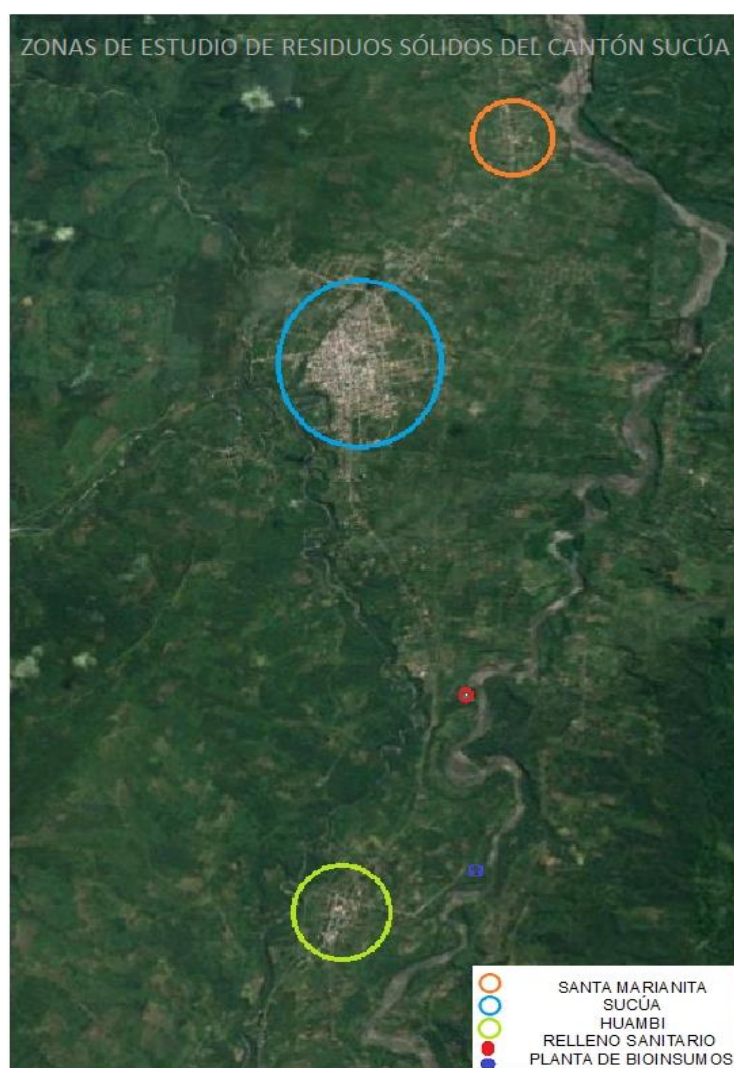
Para realizar la toma de muestras y su posterior análisis, se toman en cuenta tres de las cuatro parroquias del cantón Sucúa que son las que reciben el servicio de recolección por parte de los

camiones recolectores del cantón. El área de estudio de cada una de las parroquias es solamente la zona urbana, separando las muestras en zona comercial y zona residencial.

Para determinar las zonas residencial y comercial de cada una de las parroquias, se parte del plano base obtenido del departamento de planificación del GADM del cantón Sucúa.

En la ilustración 2 se indica la ubicación de las tres parroquias muestreadas del cantón Sucúa, además de la localización del relleno sanitario, que es donde se depositan los residuos inorgánicos; y la planta de bioinsumos, que es donde se realiza la lombricultura con los residuos orgánicos obtenidos de la recolección de la población.

Ilustración 2. *Parroquias muestreadas del cantón Sucúa.*



Fuente: Elaboración propia. Imagen tomada de Google Earth.

Mediante el plano de cada una de las parroquias, se traza las rutas de recolección para cada una de ellas (anexos 11, 12 y 13), es importante establecer una ruta para optimizar el tiempo y los recursos durante la fase de toma de muestras, y para tener una hora aproximada fija para la recolección en cada una de las viviendas.

La fase de recolección se realizó en dos semanas; en la semana N° 1 se hizo la recolección y análisis de las áreas comercial y residencial de las parroquias Santa Marianita y Sucúa; empezando por la parroquia Santa Marianita, esto debido a su ubicación respecto a los sitios de disposición final de los residuos. Durante la mañana se realizó la toma de muestras del total de las viviendas de las dos parroquias y en horas de la tarde nos trasladamos al relleno sanitario para el respectivo análisis y depósito de residuos inorgánicos, para posteriormente realizar el traslado de los residuos orgánicos a la planta de bioinsumos.

En la semana N° 2 se realizó la recolección y análisis de las muestras de la zona comercial y residencial de la parroquia Huambi; debido a su localización y cantidad de muestras se finalizó todo el proceso en horas de la mañana.

2.1.2.4. Materiales

La ejecución del proyecto requiere de una serie de materiales e implementos, mismos que están detallados por etapas en la tabla 14.

Tabla 14. *Materiales y equipo de protección personal requerido.*

Actividad	Material o Equipo de protección personal
Zonificación	Vehículo
	Impresiones y fotocopias
Recopilación de información	Bolsas plásticas
	Fotocopias
	Vehículo
	Esferos
	Balanza
Caracterización	Stickers para codificación
	Recipientes
	Geomembrana de 4x4 metros
	Flexómetro
	Balanza
	Pala
	Escoba
	Mascarillas
	Guantes
	Botas
	Overol
	Jabón
	Alcohol

Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Ejecución del proyecto

Durante esta etapa se lleva a cabo la fase de campo, en la que se trabaja directamente con la población y los residuos sólidos que generen. Se empieza por la socialización del proyecto puerta a puerta para informar el proyecto, recolectar datos de la vivienda y coordinar con los jefes de hogar, luego se recolecta las muestras durante los días y el horario establecido para obtener la información con la que se trabajará a continuación.

2.1.3.1. Socialización del proyecto

Es necesario informar a las personas respecto al proyecto que se pretende realizar, de este modo se solicita el compromiso para realizar la separación de la manera requerida y la colaboración diaria durante el tiempo que dura el muestreo. Es muy recomendable explicar que se trata de un proyecto de actualización de datos de generación de la ciudad, enfatizando que no se tiene como objetivo añadir costos a su tarifa de recolección para evitar que haya posibles errores en los residuos generados en la realidad por parte de los habitantes de cada vivienda.

Habiendo contado con el compromiso del dueño de la vivienda, se le explica que el muestreo dura 7 días, por lo que se coordinó la hora para el retiro de los residuos y se le entrega las fundas que se utilizarán para colocar los residuos generados, la funda de color verde para los residuos orgánicos y la funda de color negro para los residuos inorgánicos. Se comunicó también que las fundas que contienen los residuos serán recolectadas diariamente, a la hora establecida y por el personal del proyecto.

Se solicita también los datos de la familia, para llenar en el formulario indicado en la tabla 11, juntamente con la asignación de un código para la vivienda.

2.1.3.2. Recolección de los residuos a muestrear

Para esta etapa, se siguió la ruta establecida previamente para evitar contratiempos o confusiones.

Habiendo verificado previamente todos los materiales necesarios, se inicia la recolección de las fundas que contienen los residuos. Una vez recibidos, cada una de las fundas será identificada con el sticker que contiene el código de la vivienda y la zona donde está ubicada, se procede a pesar la misma y se registra los datos.

Después del pesaje se coloca en el vehículo recolector para continuar con las demás viviendas trazadas en la ruta.

Cuando se retiran todas las muestras del día, el vehículo se dirige al relleno sanitario donde se coloca la geomembrana en un área en la que se pueda trabajar libremente, se seleccionan bolsas de manera aleatoria para trabajar en la determinación de densidad y composición.

Ilustración 3. *Recolección de los residuos y entrega de fundas en las viviendas*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4. Transporte de las muestras al relleno sanitario



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5. Caracterización de los residuos



Fuente: Elaboración propia

2.2. Determinación de parámetros físicos

Dentro de los parámetros físicos que pueden analizarse en los residuos sólidos urbanos hay varias opciones, sin embargo, no es recomendable determinar todos si es que los datos generados no van a ser utilizados.

En el presente trabajo se analizará solamente tres parámetros físicos que son: generación per cápita, densidad y composición de los residuos generados en el cantón Sucúa.

2.2.1. Determinación de la tasa de generación per cápita (gpc) y generación total diaria

Para el cálculo de generación per cápita, se utiliza los datos del pesaje de cada muestra, los días de acumulación de los residuos y el número de habitantes de la vivienda, esto se realiza tanto para los residuos orgánicos como para los inorgánicos, que es el tipo de clasificación en el cantón.

Para determinar la gpc se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Generación per cápita diaria de residuos (gpc)} = \frac{\text{Peso total de los residuos (Wt)}}{\text{Número de personas (Nt)}}$$

Si los días de acumulación son varios, se divide el valor de gpc para la cantidad de días de acumulación.

Ilustración 6. *Pesaje de una muestra.*



Fuente: Elaboración propia.

Para conocer la generación total diaria, se multiplica la generación per cápita media por el número de habitantes (Nt) de la localidad.

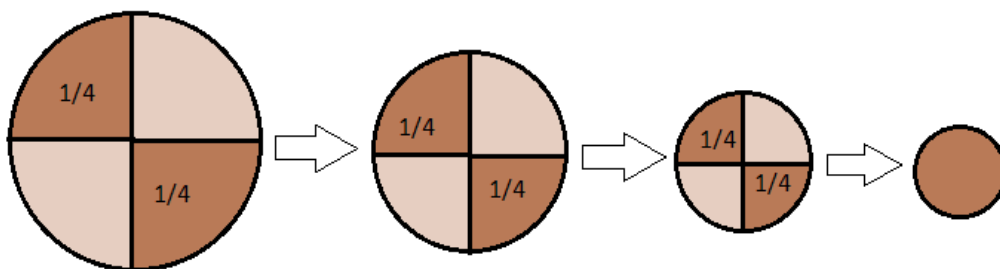
$$\text{Generación total diaria de residuos} = \text{gpc} \times \text{Nt} \text{ (kg/día)}$$

2.2.2. Composición física de los residuos

Para determinar la composición física se trabaja con la muestra de un día.

1. Se vacían las fundas sobre un plástico o geomembrana de manera que se evite su contaminación con tierra.
2. Si es que hay residuos muy grandes, se recomienda romper o cortar hasta tener un tamaño de 15 cm por 15 cm o menos.
3. Se homogeniza la muestra recolectada, y si esta resulta ser muy amplia, se la reduce hasta una cantidad manejable mediante el método del cuarteo, que consiste en dividir la muestra homogenizada en cuatro partes iguales, donde se escogen dos partes opuestas para retirarlas y las dos partes restantes se las vuelve a mezclar, si aún se cuenta con una muestra muy voluminosa, se repite el procedimiento como lo indica la ilustración 5, hasta obtener una muestra de 50 kg o menos.

Ilustración 7. Aplicación del método del cuarteo.



Fuente: Elaboración propia

4. Se hace la separación de los componentes según lo recomendado por la OPS/CEPIS en combinación con la separación realizada por AsamTech Cía.

Ltda. en su estudio realizado en el cantón Sucúa en el año 2014 de la siguiente manera:

- Papel y cartón
- Madera y follaje
- Restos de alimentos (orgánicos)
- Plásticos
- Metales
- Vidrio
- No reciclables

Una vez separados los distintos componentes, se los pesará y registrará los datos.

De igual manera se calcula el porcentaje promedio de cada uno de los componentes al dividir el peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) para el peso de cada componente P_i y multiplicarlos por 100:

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} \times 100$$

Este procedimiento se deberá repetir todos los días que dure el muestreo de los residuos.

Durante el desarrollo de esta fase, no fue necesario realizar el método del cuarteo debido a que la muestra obtenida era pequeña, como se visualiza en la ilustración N° 6, razón por la cual se trabajó con la totalidad de los residuos recolectados.

Ilustración 8. *Residuos recolectados para análisis físico.*



Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Determinación de la densidad

Para determinar la densidad de los residuos es necesario:

1. Un recipiente cilíndrico con la capacidad necesaria, se mide su altura y su diámetro.
2. Se colocan los residuos en el recipiente y se lo compacta levantándolo 20 cm aproximadamente del suelo y dejándolo caer por 3 veces para uniformizar la muestra.
3. Medir la altura que queda entre la muestra y el borde del recipiente (altura libre).
4. La densidad se obtiene de dividir el peso total de los residuos colocados en el cilindro para el volumen del recipiente habiendo descontado el volumen generado por la altura libre de los residuos, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad } (\delta) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H - h)}$$

Donde:

δ = Densidad de los residuos

W = Peso de los residuos

V = Volumen de los residuos

D = Diámetro del recipiente cilíndrico

H = Altura total del cilindro (medida desde el interior)

H = Altura libre de residuos en el cilindro

Luego de realizar el pesaje, se registra en el formulario correspondiente y se procede a arrojar los residuos en la geomembrana para determinar su composición.

Ilustración 9. *Determinación de densidad de residuos inorgánicos sin compactar*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10. *Determinación de densidad de residuos inorgánicos compactados*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11. *Determinación de densidad de residuos orgánicos sin compactar*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12. *Determinación de densidad de residuos inorgánicos compactados*



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el desarrollo de la fase de campo, se ha obtenido datos para cada uno de los indicadores establecidos en los objetivos de la presente investigación, los cuales ayudan a conocer la situación actual del cantón Sucúa en materia de generación de residuos sólidos, mismos que al ser analizados e interpretados permiten tomar decisiones idóneas para lograr una gestión integral.

3.1. Generación per cápita y generación total diaria

El análisis de generación per cápita (GPC) para el cantón Sucúa será analizado primeramente para cada una de las zonas muestreadas; luego, para cada parroquia serán examinados de manera separada entre sus residuos orgánicos y sus residuos inorgánicos; esto debido a que el servicio de recolección es diferenciado, recogiendo los dos tipos de residuos en distintos días y llevándolos a un sitio de disposición final diferente a cada uno.

En todas las tablas en las que se presentan los valores de generación per cápita obtenidos para el presente trabajo, se menciona el número de muestras tomadas para realizar el cálculo, la GPC media obtenida, la varianza y la desviación estándar, que nos indican la dispersión de los datos respecto a la media, y los valores mínimo y máximo del peso (kg) de las muestras obtenidas durante el muestreo.

3.1.1. Generación per cápita por zonas

Se analizan los valores generales en cada una de las zonas muestreadas de las tres parroquias, en este análisis se determina la generación per cápita de manera general, es decir, tomando en cuenta a los residuos orgánicos e inorgánicos en conjunto. En la tabla 15 se indican los valores obtenidos dentro de cada zona en las distintas parroquias y la generación per cápita promedio.

Tabla 15. *Generación per cápita por zonas.*

PARROQUIA	ZONA	N° MUESTRAS	MEDIA GPC	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO (kg)	MÁXIMO (kg)
SUCÚA	RESIDENCIAL	15	0,66	0,26	0,55	5,80
	COMERCIAL	15	1,03	0,74	0,01	9,80
STA.	RESIDENCIAL	15	0,40	0,45	0,09	5,40
MARIANITA	COMERCIAL	8	0,76	0,69	0,10	8,00
HUAMBI	RESIDENCIAL	15	0,58	0,59	0,40	7,70
	COMERCIAL	11	0,33	0,23	0,40	5,50
GENERACIÓN PER CÁPITA MEDIA DEL CANTÓN				0,63 kg/hab/día		

Fuente: Elaboración propia

Con un total de 79 muestras en toda el área de estudio, distribuidos como lo indica la tabla 15, se observa que la generación per cápita media del cantón Sucúa es de 0,63 kg/hab/día, el cual se encuentra por debajo del valor dado por AME-INEC (2017) para el área urbana de la región amazónica que es de 0,71 kg/hab/día. Al comparar con los valores de GPC obtenidos por zonas, se nota que en Sucúa la generación per cápita de la zona residencial es de 0,66 kg/hab/día que resulta menor al valor en comparación, mientras que en la zona comercial el valor es muy alto (1,03 kg/hab/día); el comportamiento en la parroquia Santa Marianita de Jesús es similar, con un valor para la zona residencial por debajo del valor comparado (0,40 kg/hab/día) y la generación de la zona comercial es más alto (0,76 kg/hab/día), en la parroquia Huambi se obtuvo 0,58 kg/hab/día en la zona residencial y 0,33 kg/hab/día en la zona comercial, que resultan ser valores más bajos a la tasa de gpc establecida por AME-INEC, especialmente el valor obtenido para la zona comercial.

Según datos publicados por el Banco Interamericano de Desarrollo (2015), establece que la generación per cápita en Ecuador es de 0,62 kg/hab/día para los residuos sólidos domiciliarios y de 0,73 kg/hab/día para los residuos sólidos urbanos; basándonos en estos valores, se observa

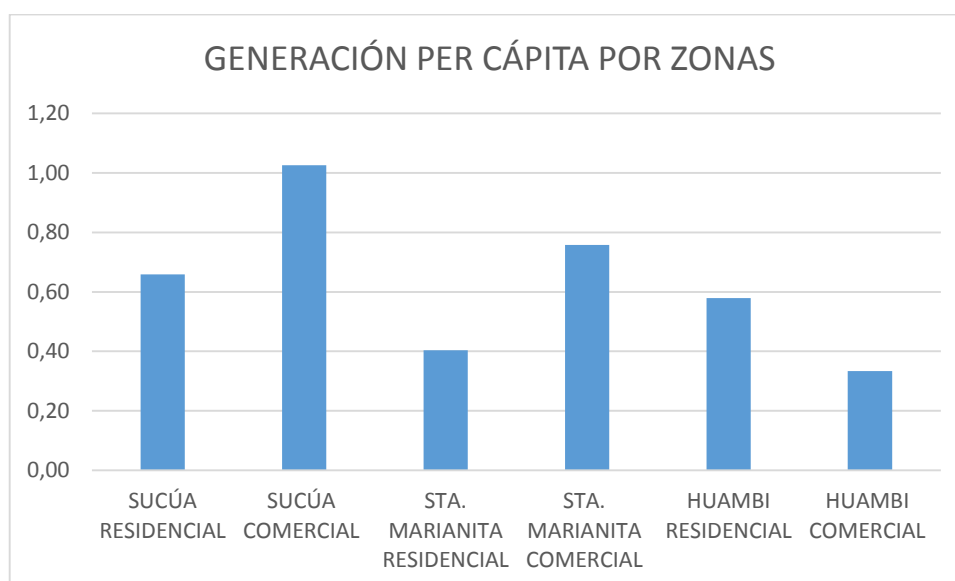
que los valores obtenidos para las zonas residenciales o domiciliarias del presente estudio están muy cercanos al valor establecido por el BID, a excepción del valor en Santa Marianita de Jesús que es de 0,40 kg/hab/día lo cual ocurre debido a las costumbres y a las condiciones socioeconómicas de sus habitantes.

En el área comercial, los valores varían en rangos más amplios, en el caso de Santa Marianita de Jesús se obtuvo un valor de 0,76 kg/hab/día que es muy cercano al establecido por el BID (0,73 kg/hab/día), sin embargo en la zona comercial de Sucúa el valor obtenido es de 1,03 kg/hab/día que está muy por encima del rango, esto puede suceder debido al crecimiento poblacional o por el tipo de residuos que generan los comercios ubicados dentro del área de estudio; por el contrario, en el caso de Huambi, el valor de generación per cápita calculado es de 0,33 kg/hab/día, muy por debajo del valor publicado por el BID.

La desviación estándar nos indica qué tan dispersos están los datos respecto a la media; en la tabla 15, el valor más alto de la desviación estándar es para la zona comercial de Sucúa, indicando que los datos de esta zona están más dispersos entre sí respecto a los demás.

En el gráfico 1 se observa que los valores de generación de las zona residenciales están cercanos a los valores medios publicados por el BID (2015) y por el estudio de AME-INEC (2018), con las excepciones de la zona residencial de Santa Marianita que obtiene un valor más lejano de la media y la zona comercial de Sucúa, cuya gpc es mucho más alta.

Gráfico 1. *Generación per cápita en las distintas zonas de estudio.*



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Generación per cápita en la parroquia Sucúa

En el presente apartado se analiza un total de 30 viviendas, separadas de la siguiente manera: 15 viviendas en la zona residencial, habiendo entregado todas sus residuos orgánicos e inorgánicos; y en la zona comercial 15 viviendas entregaron sus residuos inorgánicos mientras que solamente 11 viviendas entregaron sus residuos orgánicos, esto debido a que por su actividad económica o por no permanecer a tiempo completo en el local, no generan residuos de este tipo.

En la tabla 16 se observan los datos de generación per cápita de la parroquia Sucúa, analizando sus residuos orgánicos e inorgánicos por separado.

Tabla 16. *Generación per cápita en la parroquia Sucúa.*

ZONA	RESIDUO	N° MUESTRAS	GPC	DESV.	MÍN.	MÁX.
				EST.	(kg)	(kg)
RESIDENCIAL	ORGÁNICO	15	0,46	0,22	0,20	5,00
RESIDENCIAL	INORGÁNICO	15	0,19	0,11	0,05	2,10
COMERCIAL	ORGÁNICO	11	0,81	0,53	0,00	9,00
COMERCIAL	INORGÁNICO	15	0,46	0,54	0,00	6,50

Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido en la fase de campo indica que en la zona residencial de la parroquia Sucúa la generación per cápita de los residuos orgánicos es de 0,46 kg/hab/día, que es ligeramente superior al valor publicado por AME-INEC (2018) que es de 0,41 kg/hab/día. El valor para los residuos inorgánicos de la zona residencial es de 0,19 kg/hab/día que está por debajo de la media publicada por AME-INEC (2018) que corresponde a 0,31 kg/hab/día.

En el casco comercial el valor obtenido para los residuos orgánicos nos indica un valor de 0,81 kg/hab/día, que está por encima del valor promedio con el que se está comparando (0,41 kg/hab/día); esto sucede debido a que hay locales comerciales donde se realizó la toma de muestras en los que su principal residuo son orgánicos como el caso de floristerías y tiendas donde venden legumbres. El valor de generación per cápita para los residuos inorgánicos del área comercial es de 0,46 kg/hab/día, que es superior a la media con la cual se compara (0,31 kg/hab/día). Así mismo los valores de la desviación estándar de los dos tipos de residuos de la zona comercial son los más altos y muy cercanos entre sí, indicándonos que hay una mayor dispersión de los datos respecto a la zona residencial, lo cual puede ocurrir debido a la variedad de negocios muestreados (panaderías, floristería, tiendas de abarrotes, farmacia, ferretería, entre otros).

3.1.3. Generación per cápita en la parroquia Santa Marianita de Jesús

En la parroquia Santa Marianita se muestreó un total de 23 viviendas, las cuales fueron distribuidas en un número de 15 para el área residencial y 8 para el área comercial. Los residuos inorgánicos fueron entregados por todas las viviendas en las dos zonas de estudio; no así los residuos orgánicos, que fueron entregados por 7 viviendas de la zona residencial y por 7 viviendas de la zona comercial, como se observa en la tabla 17, esto se debe a que los pobladores manifestaron que utilizan sus residuos para abono o para alimento de animales, motivo por el cual no envían sus residuos orgánicos al camión recolector.

Tabla 17. *Generación per cápita en la parroquia Santa Marianita de Jesús.*

ZONA	RESIDUO	N°	GPC	DESV.	MÍN.	MÁX.
		MUESTRAS		EST.	(kg)	(kg)
RESIDENCIAL	ORGÁNICO	7	0,43	0,41	0,00	4,00
RESIDENCIAL	INORGÁNICO	15	0,20	0,14	0,00	3,90
COMERCIAL	ORGÁNICO	7	0,57	0,49	0,00	5,00
COMERCIAL	INORGÁNICO	8	0,27	0,24	0,05	3,00

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la comparación con los datos presentados por AME-INEC (2018) que menciona una GPC de 0,41 kg/hab/día, se observa que el valor obtenido para los residuos orgánicos en la zona residencial es de 0,43 kg/hab/día, es decir es ligeramente más alto que el valor con el cual se compara en este estudio, y el valor obtenido para la zona comercial (0,57 kg/hab/día) mucho más alto que el valor de comparación.

En cuanto a los residuos inorgánicos, los valores obtenidos son 0,20 kg/hab/día para la zona residencial y 0,27 kg/hab/día para el área comercial, que corresponden a valores inferiores respecto al valor de AME-INEC que es de 0,31 kg/hab/día para este tipo de residuos.

Los valores de la desviación estándar más alta la obtiene los datos de los residuos orgánicos de la zona comercial, así mismo ocurre por la diversidad de negocios que fueron muestreados.

3.1.4. Generación per cápita en la parroquia Huambi

En la parroquia Huambi fueron tomadas las muestras de residuos de un total de 26 viviendas, perteneciendo 15 domicilios a la zona residencial y 11 a la zona comercial.

De las viviendas de la zona residencial, el 100% entregó sus residuos inorgánicos y 9 viviendas entregaron sus residuos orgánicos; en el área comercial las 11 viviendas entregaron sus residuos inorgánicos y únicamente 3 entregaron sus residuos orgánicos; esto ocurre porque al igual que en los casos anteriores, los habitantes utilizan este tipo de residuos para arrojarlos en sus tierras o para alimentar animales. En la tabla 18 se observan los valores obtenidos para la parroquia Huambi, separados en orgánicos e inorgánicos.

Tabla 18. *Generación per cápita de la parroquia Huambi.*

ZONA	RESIDUO	Nº	DESV.			
		MUESTRAS	GPC	EST	MÍN. (kg)	MÁX. (kg)
RESIDENCIAL	ORGÁNICO	9	0,58	0,42	0,00	7,50
RESIDENCIAL	INORGÁNICO	15	0,23	0,24	0,00	2,70
COMERCIAL	ORGÁNICO	3	0,37	0,31	0,00	4,90
COMERCIAL	INORGÁNICO	11	0,23	0,14	0,10	1,70

Fuente: Elaboración propia

Los valores de generación per cápita de los residuos orgánicos de las zonas de estudio nos indican que la zona residencial produce 0,58 kg/hab/día, cantidad superior respecto al valor que determina AME-INEC que corresponde a 0,41 kg/hab/día; en el caso de la zona comercial se obtiene un valor de 0,37 kg/hab/día, valor ligeramente inferior a la media con la que se está comparando el estudio.

En cuanto a los valores de los residuos inorgánicos, en esta parroquia coinciden con un valor de 0,23 kg/hab/día para las dos áreas analizadas, que resultan inferiores a los 0,31 kg/hab/día obtenidos de AME-INEC.

La desviación estándar para los cuatro casos es baja, pero el valor más alto lo obtienen los residuos orgánicos de la zona residencial, esto se explica debido a que dentro del muestreo hubo una familia que generaba diariamente varios kilos de residuos de este tipo.

3.1.5. Generación per cápita por tipo de residuo

Al realizar un análisis de todo el cantón Sucúa, separando su producción de residuos en orgánicos e inorgánicos, obtenemos que del total generado, la población produce aproximadamente 0,36 kg/hab/día de residuos orgánicos y 0,27 kg/hab/día de residuos inorgánicos, se visualiza que la producción per cápita de residuos orgánicos es más alta que la GPC de los inorgánicos. Comparando con los datos obtenidos del estudio de AME-INEC (2018) que establece una GPC de 0,41 kg/hab/día en el caso de los residuos orgánicos y 0,31 kg/hab/día para los residuos inorgánicos, se determina que en Sucúa la tasa de generación tanto de residuos orgánicos como de residuos inorgánicos es menor.

Al ser mayor el valor de GPC de los residuos orgánicos, nos da una idea de la realidad del cantón Sucúa en cuanto a costumbres y condiciones socioeconómicas.

3.1.6. Generación total diaria

Para conocer la generación total diaria, se utiliza la fórmula indicada a continuación, es decir, multiplicando la generación per cápita diaria por la población.

$$\text{Generación total diaria de residuos} = \text{gpc} \times \text{Nt} \text{ (kg/día)}$$

El valor a tomar es la media de los valores de generación per cápita de la tabla 15 correspondiente a los cálculos efectuados por zonas, que es de 0.63 kg/hab/día, multiplicando por la

población urbana que recibe el servicio utilizada por la última consultoría para el cantón Sucúa, que corresponde a 11.979 habitantes para el área urbana del cantón Sucúa.

Generación total diaria = 0,77 kg/hab/día x 11.979 hab

= 7.546,77 kg/día

= 7,6 ton/día

3.2. Composición física

Para el análisis de la composición física de los residuos del cantón Sucúa, se separarán los resultados obtenidos en la fase de campo por parroquias.

Los residuos se han separado en papel y cartón, madera y follaje, residuos orgánicos, plásticos (todo tipo de material plástico), metales, vidrios, inorgánicos (telas, cuero), residuos especiales (pilas, focos, agujas), no reciclables (restos de barrido, desechos de baño, envases desechables, entre otros).

3.2.1. Composición física por Parroquia

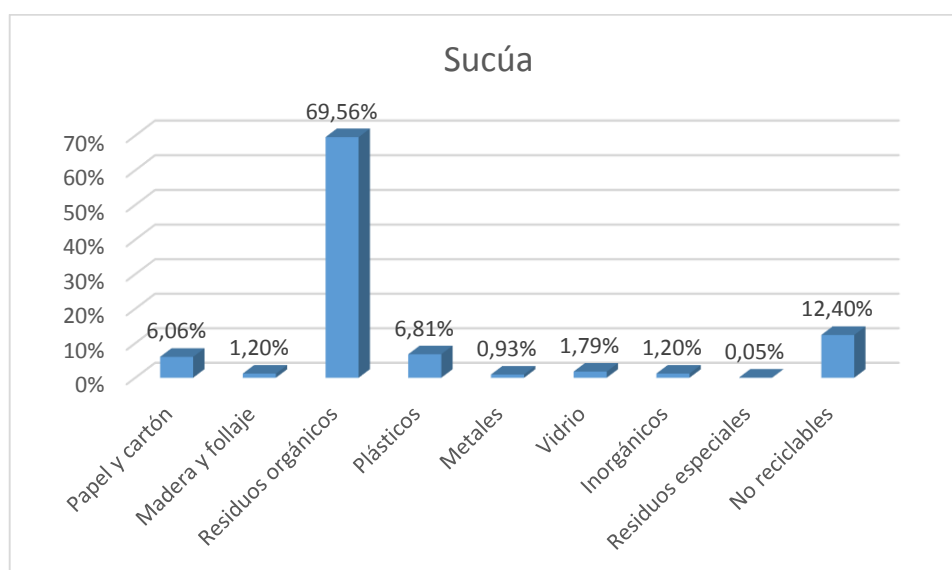
En la tabla 20 se indican los valores obtenidos para cada tipo de residuo en cada una de las parroquias y el promedio que se obtiene de ellos.

Tabla 19. *Composición física de los residuos*

Material	Santa			Composición física promedio
	Sucúa	Marianita	Huambi	
Papel y cartón	6,06%	9,34%	8,54%	7,98%
Madera y follaje	1,20%	2,09%	1,49%	1,59%
Residuos orgánicos	69,56%	50,23%	51,77%	57,19%
Plásticos	6,81%	10,17%	11,06%	9,35%
Metales	0,93%	2,55%	2,10%	1,86%
Vidrio	1,79%	2,68%	3,21%	2,56%
Inorgánicos	1,20%	4,10%	2,27%	1,52%
Residuos especiales	0,05%	0,05%	0,01%	0,04%
No reciclables	12,40%	18,79%	19,54%	16,91%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos para la parroquia Sucúa, se expresan en el gráfico 3.

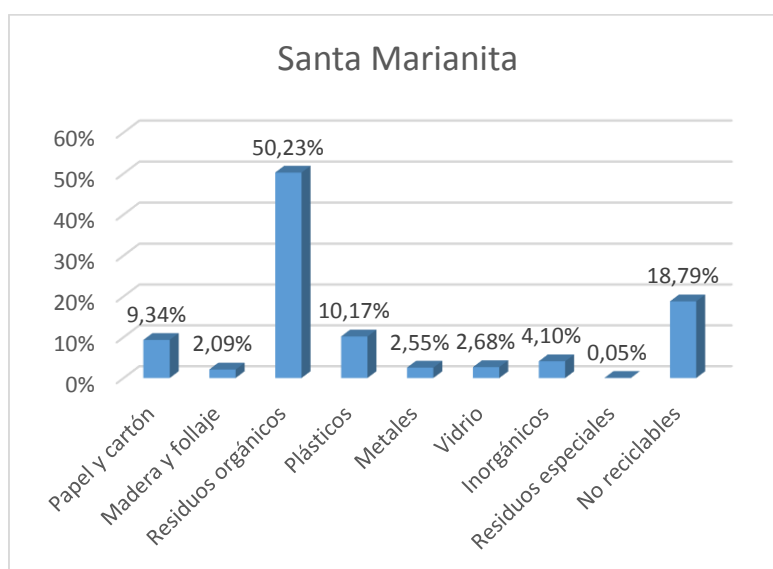
Gráfico 2. *Composición física de los residuos de la parroquia Sucúa*

Fuente: Elaboración propia

Los residuos más representativos son los orgánicos, con un 69,56%, seguidos por los materiales no reciclables con 12,40%, luego los plásticos, con 6,81%, papel y cartón representan un 6,06%, el vidrio representa el 1,79%, le siguen los restos inorgánicos y la madera y follaje con 1,20% cada uno, los metales representan 0,93% y en un mínimo porcentaje están los residuos especiales con un 0,05%.

La composición de los residuos provenientes de la parroquia Santa Marianita de Jesús, se presentan en el gráfico 4.

Gráfico 3. *Composición física de los residuos de Santa Marianita de Jesús*

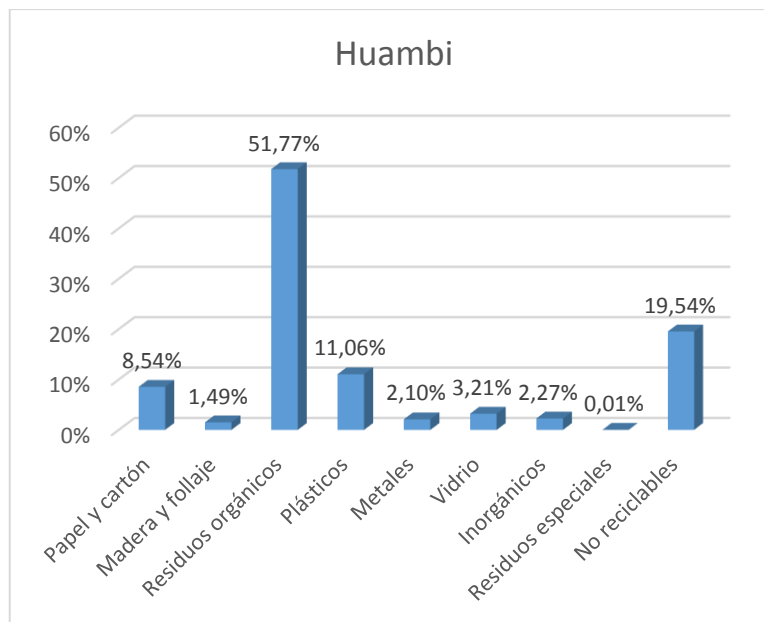


Fuente: Elaboración propia

En el caso de la parroquia Santa Marianita, los resultados para los materiales orgánicos, al igual que en la parroquia Sucúa son los más representativos, ocupando un 50,23%, seguidos por los materiales no reciclables, con 18,79%, le sigue los plásticos con 10,17%, luego está el papel y cartón con 9,34%; los residuos inorgánicos representan un 4,10%, el vidrio ocupa un 2,68%, el valor obtenido de los metales es de 2,55%, la madera y el follaje corresponden al 2,09% y en último lugar los residuos especiales, con 0,05%.

En el gráfico 5 se indican los porcentajes obtenidos para cada uno de los componentes de los residuos en la parroquia Huambi.

Gráfico 4. *Composición física de los residuos de la parroquia Huambi*



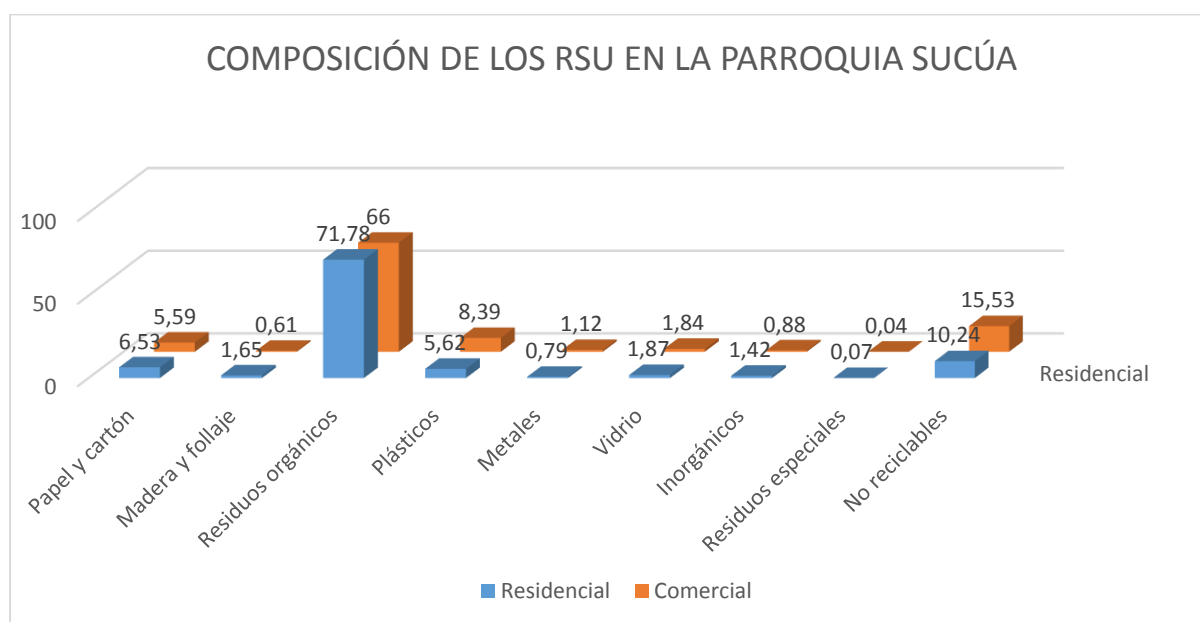
Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes para cada tipo de desecho obtenidos en el muestreo de la parroquia Huambi son los siguientes: 51,77% para los residuos orgánicos, 19,54% de residuos no reciclables, 11,06% en plásticos, 8,54% para cartón y papel, el vidrio representa un 3,21%, los residuos inorgánicos obtuvieron el 2,27%, los metales representan el 2,10%, la madera y follaje son el 1,49% y finalmente el valor de los residuos especiales con 0,01%.

3.2.2. Composición física por zonas de cada parroquia

Se realiza un análisis de la composición física de los residuos generados en las zonas residencial y comercial de cada una de las parroquias, realizando la comparación entre zonas de cada parroquia.

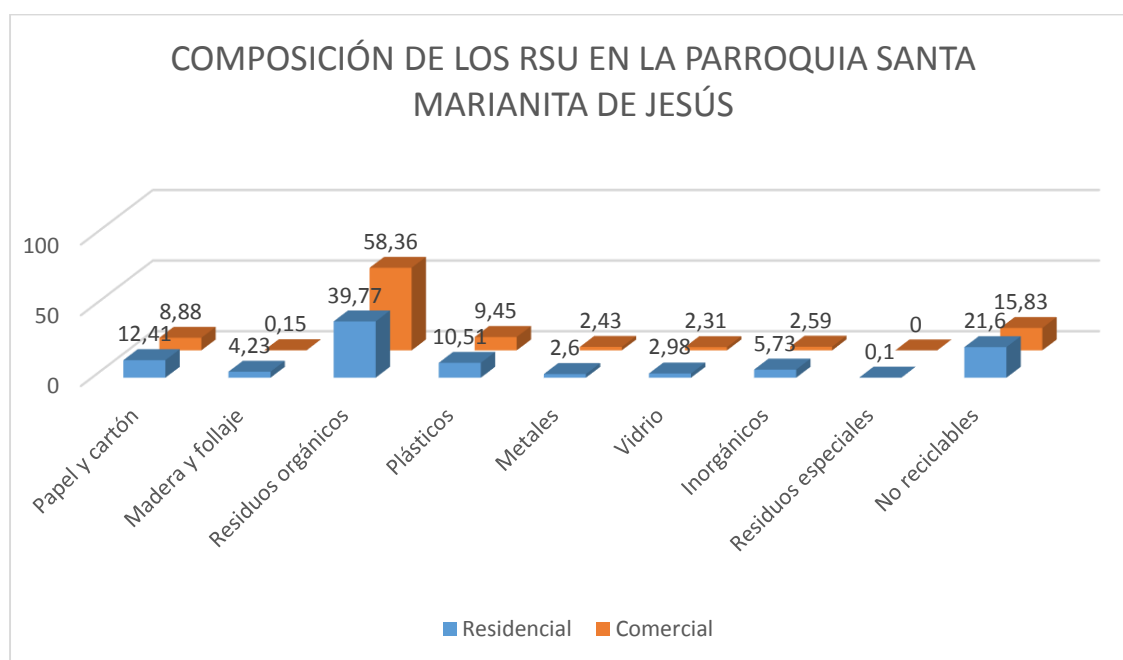
En el gráfico 6 se indica los porcentajes alcanzados por cada uno de los componentes muestreados, para las zonas residencial y comercial de la parroquia Sucúa.

Gráfico 5. Composición física de los RSU de la parroquia Sucúa

Fuente: Elaboración propia

Los resultados al comparar los residuos de las dos zonas de estudio presentan datos muy similares, a excepción de los residuos orgánicos que hay un porcentaje más alto en la zona residencial, ya que en esta zona todas las viviendas muestreadas entregaron sus residuos, a diferencia de la zona comercial en la que un pequeño porcentaje de viviendas no entregaron. Además en la zona comercial hay una producción más alta de residuos no reciclables y plásticos respecto a la zona comercial, precisamente por las diferentes actividades comerciales que ocurren dentro de esta zona

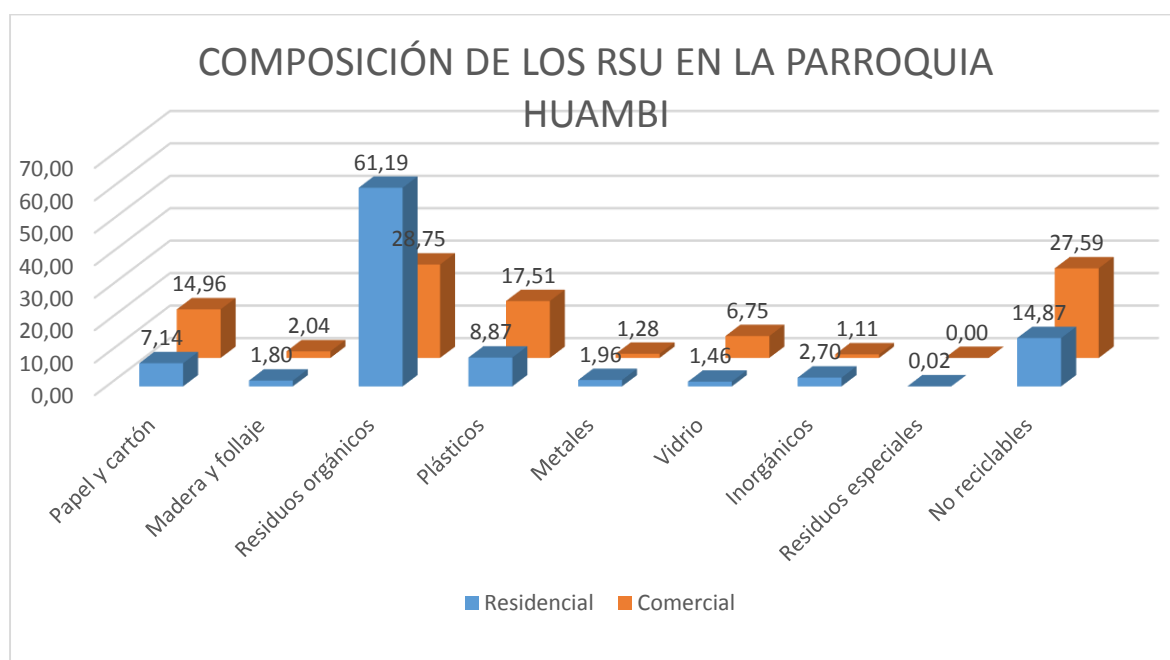
En el gráfico 7 se visualiza los porcentajes alcanzados por cada uno de los componentes de los residuos muestreados en la parroquia Santa Marianita de Jesús, en las dos zonas de estudio.

Gráfico 6. Composición física de los RSU en la parroquia Santa Marianita

Fuente: Elaboración propia

El gráfico desarrollado para las zonas de estudio de Santa Marianita de Jesús nos indica que la zona residencial entrega mucho menos residuos orgánicos que la zona comercial, esto se debe a que en esta zona muchos de los propietarios aseguraron utilizar sus residuos para usarlos en sus jardines o como alimento animal. Los datos del muestreo indican que en la zona residencial hay una mayor producción de todos los demás componentes respecto a la zona comercial.

En el gráfico 8, se visualiza los valores en porcentaje que alcanzaron los distintos componentes muestreados en las zonas residencial y comercial de la parroquia Huambi.

Gráfico 7. Composición física de los RSU en la parroquia Huambi

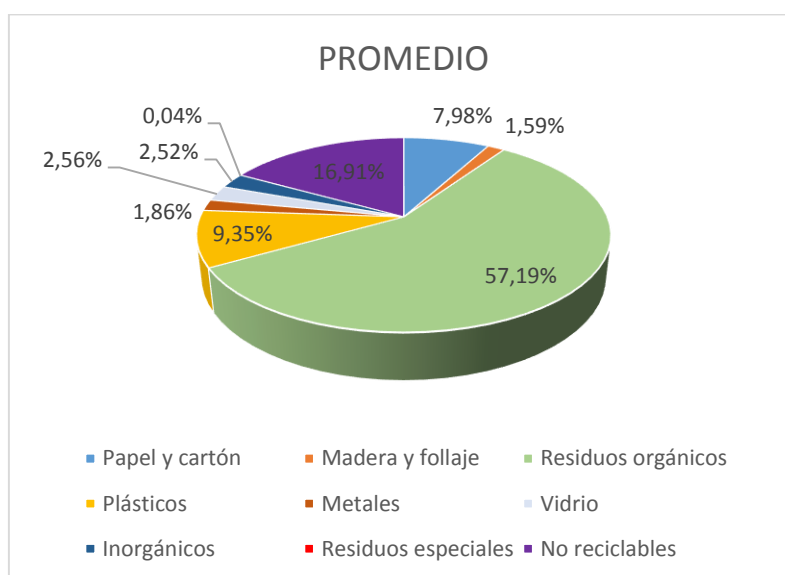
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico elaborado a partir de los datos obtenidos en las dos zonas de estudio de la parroquia Huambi, se visualiza que en la zona residencial se genera una cantidad muy alta de residuos orgánicos, así mismo en esta zona hay una mayor producción de madera y follaje, metales, cuero y tela a los que denominamos residuos inorgánicos y los residuos especiales con una generación mínima, de toda la lista anterior los residuos orgánicos son los que tienen una diferencia muy definida respecto a los residuos de la zona comercial, mientras que los otros componentes tienen porcentajes cercanos.

El papel y cartón, los plásticos, los residuos no reciclables y el vidrio tienen mayor porcentaje de producción en la zona comercial.

3.2.3. Composición física del cantón Sucúa

Es importante determinar los porcentajes promedio obtenidos de manera general para el total del muestreo, los cuales se observan en el gráfico 9.

Gráfico 8. Composición física de los RSU del cantón Sucúa

Fuente: Elaboración propia

De manera general, los valores por porcentaje para cada tipo de residuo en los que se ha separado la muestra para este estudio, son los siguientes: como se observó en los gráficos 5, 6 y 7, en las tres parroquias el residuo que representa el mayor componente son los residuos orgánicos, obteniendo un valor medio de 57,19%, seguido por el valor de los residuos no reciclables que alcanzan el 16,91%, los plásticos tienen un valor de 9,35,0%, y un 7,98% es ocupado por el papel y cartón, con valores menos representativos están el vidrio que alcanza un 2,56% y los residuos inorgánicos constituyen el 2,52% del total, 1,86% corresponde a los residuos metálicos, 1,59% para la madera y el follaje y por último el residuo que representa el menor porcentaje corresponde a los residuos especiales que ocupan el 0,04%.

En base a estos porcentajes y al cálculo realizado en el apartado 5.1.6 de la generación total diaria de residuos, se determina que se produce 4,35 ton/día de residuos orgánicos y 3,25 ton/día de residuos inorgánicos.

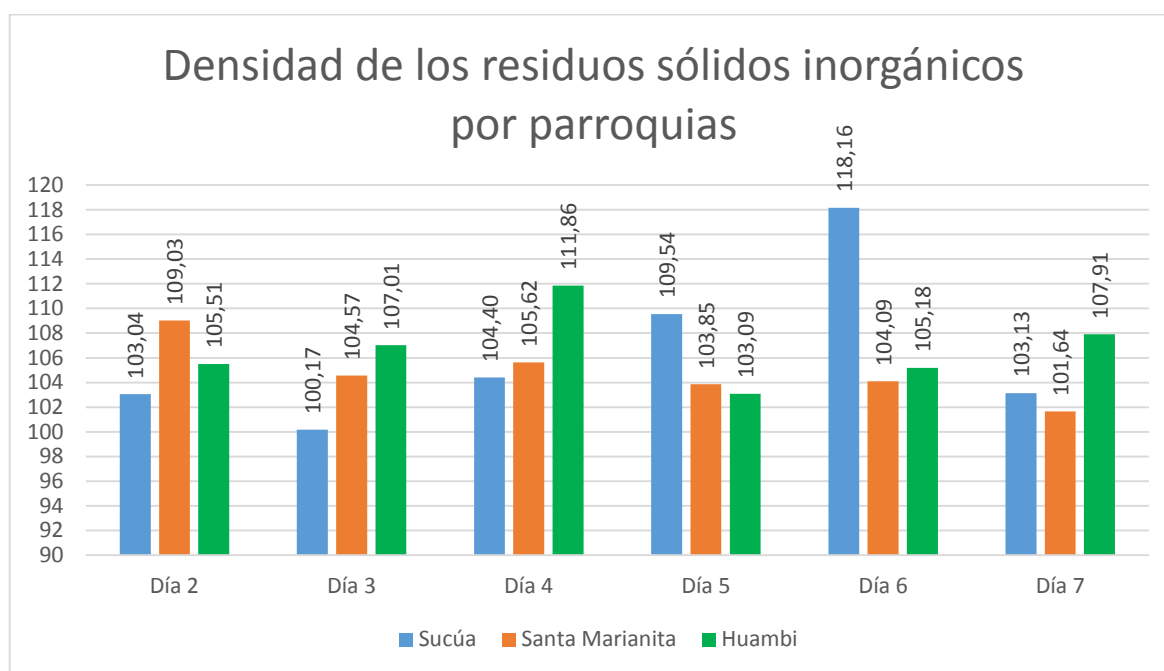
3.3. Densidad

Se analizan las muestras para determinar su densidad tras haberla calculado diariamente (tabla 21), separando los residuos por orgánicos e inorgánicos, que como se mencionó previamente, es la manera en que se recogen los residuos en el cantón, y al tener una recogida diferenciada y un distinto sitio de disposición final, es importante estudiarlos por separado, como se indica en los gráficos 10 y 11.

Tabla 20. *Densidad por parroquia y por tipo de residuo.*

Tipo de residuo	Parroquia	Día 2 (kg/m ³)	Día 3 (kg/m ³)	Día 4 (kg/m ³)	Día 5 (kg/m ³)	Día 6 (kg/m ³)	Día 7 (kg/m ³)	Prom. (kg/m ³)
Residuos inorgánicos	Sucúa	103,04	100,17	104,40	109,54	118,16	103,13	106,41
	Santa Marianita de Jesús	109,03	104,57	105,62	103,85	104,09	101,64	104,80
	Huambi	105,51	107,01	111,86	103,09	105,18	107,91	106,76
Residuos orgánicos	Sucúa	277,30	266,65	306,28	306,28	307,68	312,27	296,08
	Santa Marianita de Jesús	311,18	305,73	313,13	291,76	296,84	312,60	305,21
	Huambi	317,18	287,12	282,84	303,81	297,55	317,28	300,96

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9. *Densidad de los residuos inorgánicos de las parroquias en estudio.*

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3 se observa las densidades obtenidas para los residuos inorgánicos de cada una de las parroquias durante los 6 días del muestreo, luego de haber descartado el día 1.

En el día 2, correspondiente al día martes, la parroquia cuyos residuos tienen una mayor densidad son los de la parroquia Santa Marianita con 109,03 kg/m³ seguidos por la parroquia Huambi con 105,51 kg/m³ y por último la parroquia Sucúa con una densidad de 103,04 kg/m³.

Para el día 3, miércoles, la parroquia Huambi tiene sus residuos con una mayor densidad, alcanzando los 107,01 kg/m³, seguido por Santa Marianita con 104,57 kg/m³ y finalmente Sucúa con 100,71 kg/m³.

Durante el día 4, que fue jueves, los valores de densidad fueron de 111,86 kg/m³, 105,62 kg/m³ y 104,4 kg/m³ para Huambi, Santa Marianita y Sucúa, respectivamente.

En el día 5 del muestreo, correspondiente al viernes, se obtuvo 109,54 kg/m³ para Sucúa, 103,85 kg/m³ para Santa Marianita y por último Huambi con 103,09 kg/m³.

El día sábado fue el día 6 de la toma de muestras, se obtuvo una densidad mayor en la parroquia Sucúa, con $118,16 \text{ kg/m}^3$, seguido por Huambi con $105,18 \text{ kg/m}^3$ y Santa Marianita con $104,09 \text{ kg/m}^3$.

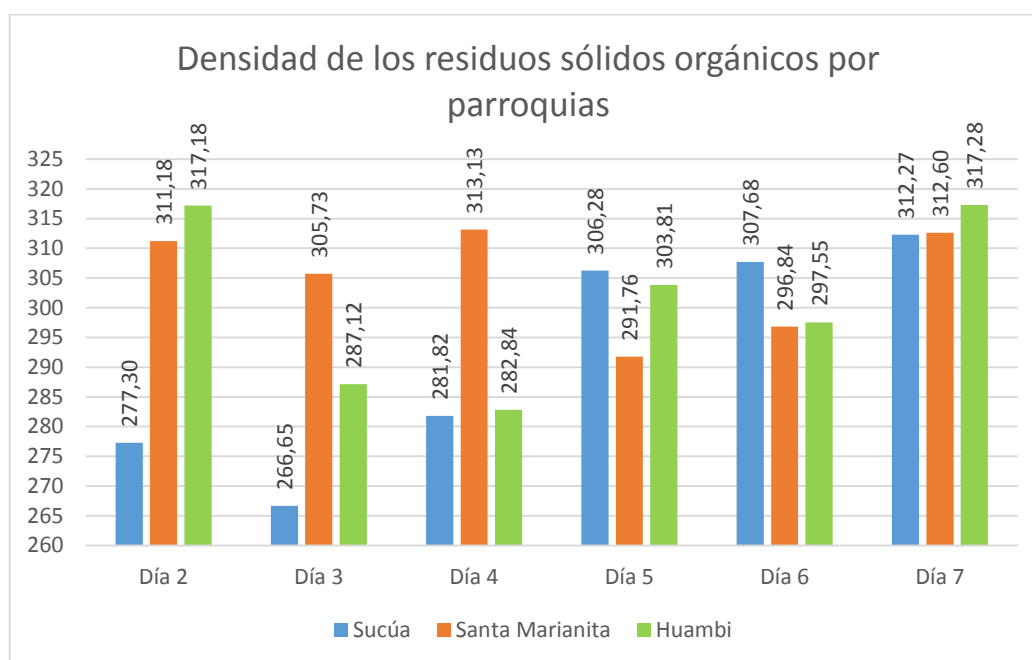
El día 7, último día de muestreo corresponde al domingo, las densidades obtenidas fueron de $107,91 \text{ kg/m}^3$ para Huambi, $103,13 \text{ kg/m}^3$ para Sucúa y con una menor generación, santa Marianita con $101,64 \text{ kg/m}^3$.

Quishpe Coyago & Tipantuña Sisalema (2016), presentan una densidad promedio para residuos sólidos inorgánicos de $158,95 \text{ kg/m}^3$, que resulta superior a los promedios obtenidos para las diferentes parroquias del cantón Sucúa, que corresponden a $106,41 \text{ kg/m}^3$ para Sucúa, $104,80 \text{ kg/m}^3$ para Huambi y $106,76 \text{ kg/m}^3$ para Santa Marianita.

Según Tchobanoglous, Theisen, & Vigil (1994), la densidad de los residuos está en un rango entre 89 kg/m^3 a 178 kg/m^3 , con un valor típico de $130,53 \text{ kg/m}^3$, al comparar las densidades obtenidas en el presente estudio, se observa que todos los valores están por debajo de los valores medios, pero sí dentro del rango establecido; los valores obtenidos se consideran bajos, esto puede ocurrir debido a que solo están residuos de tipo inorgánico; del mismo modo, según Tipán Gualoto & Yáñez Salazar (2011), el valor de la densidad variará según el grado de compactación al que están sometidos los residuos, y en el caso de los residuos inorgánicos, según sus componentes.

En el gráfico 11 se presentan los valores obtenidos mediante el cálculo de densidad para los residuos orgánicos para las tres parroquias, para 6 días de muestreo, habiendo descartado el día 1 según lo recomienda la metodología.

Gráfico 10. Densidad de los residuos orgánicos de las parroquias en estudio.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 11 se presentan las densidades desde el día 2, obteniendo un valor de 317,18 kg/m³ para Huambi, 311,18 kg/m³ para Santa Marianita y 277,3 kg/m³ para Sucúa.

Para el día 3 que corresponde al miércoles, se obtuvo un valor de 305,73 kg/m³ para Santa Marianita, 282,84 kg/m³ para Huambi y 281,82 kg/m³ para la parroquia Sucúa.

Durante el día 4, jueves, la densidad más alta se obtuvo en Santa Marianita con 313,13 kg/m³, luego Huambi con 282,84 kg/m³ y Sucúa con 281,82 kg/m³.

El día 5 fue el viernes, las densidades obtenidas fueron de 307,68 kg/m³, 297,55 kg/m³ y 296,84 kg/m³ para Sucúa, Huambi y Santa Marianita, respectivamente.

El sábado corresponde al día 6 de muestreo, las densidades obtenidas fueron de 307,68 kg/m³ para Sucúa, 297,55 kg/m³ para Huambi y 296,84 kg/m³ para Santa Marianita.

El día domingo fue el último día de muestreo, se obtuvo la densidad de 317,28 kg/m³ para Huambi, 312,6 kg/m³ para Santa Marianita y muy cercano fue la densidad de Sucúa con 312,27 kg/m³.

Los valores de densidad para los residuos sólidos orgánicos obtenidos en la presente investigación, se comparan con el valor obtenido por Quishpe Coyago & Tipantuña Sisalema (2016), que con una media de 254,61 kg/m³ es inferior a todos los valores de densidad obtenidos en el cantón Sucúa.

Tchobanoglous, Theisen, & Vigil (1994), mencionan una densidad de 288,34 kg/m³ para desechos de alimentos, la cual se compara con la media obtenida para cada una de las parroquias del cantón Sucúa, que es de 292 kg/m³ para Sucúa, 305,21 kg/m³ para Santa Marianita y 300,96 kg/m³ para Huambi, mismas que continúan siendo superiores a los valores encontrados en la literatura; esto se debe a las costumbres de consumo de los habitantes de cada sector.

Al obtener un valor general para toda la zona de estudio, se obtiene un valor promedio de densidad de residuos inorgánicos de 105,99 kg/m³ y de 300,75 kg/m³ para los residuos orgánicos, como se indica en la tabla 22.

Tabla 21. *Densidad promedio de los residuos inorgánicos y orgánicos*

Tipo de residuo	Parroquia	Promedio por parroquia (kg/m³)	Promedio general por residuo (kg/m³)
Residuos inorgánicos	Sucúa	106,41	105,99
	Santa Marianita	104,80	
	Huambi	106,76	
Residuos orgánicos	Sucúa	296,08	300,75
	Santa Marianita	305,21	
	Huambi	300,96	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS COMPARATIVO

El cantón Sucúa cuenta con un estudio realizado en el año 2014 denominado “Estudio y diseño definitivos de cierre técnico de botaderos y celda emergente para el paquete 8, conformado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Atahualpa y Portovelo, provincia de El Oro; Macas y Sucúa, provincia de Morona Santiago”, este estudio se realizó con el objetivo de determinar la situación existente del cantón en cuanto a gestión de los residuos sólidos urbanos y poder hacer un estudio de alternativas.

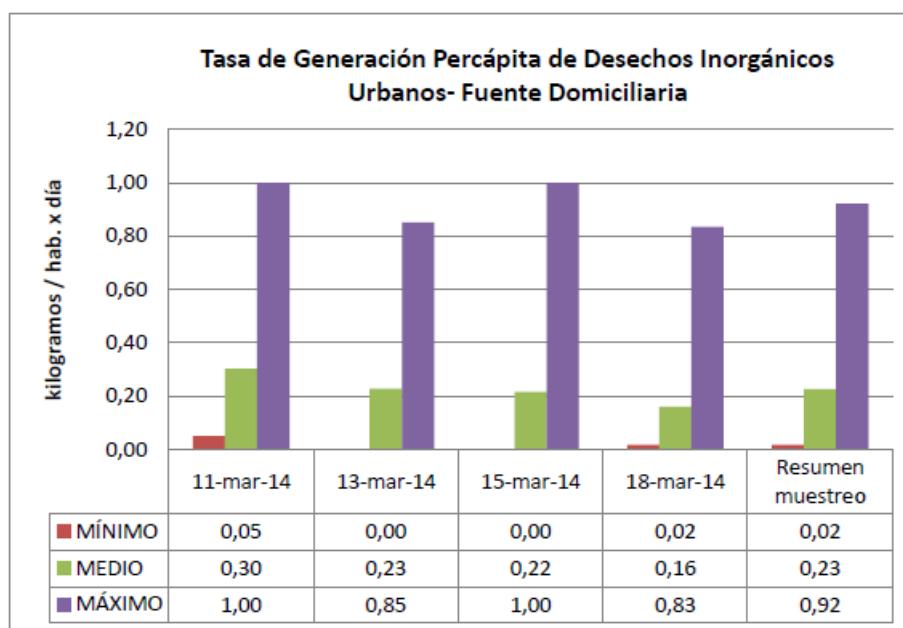
En este capítulo se realiza una comparación entre los resultados obtenidos en el estudio realizado para el cierre técnico de las celdas, realizado en el año 2014 y los datos obtenidos con el muestreo para este estudio.

4.1. Tasa de generación domiciliaria

La metodología utilizada para el cálculo de la generación per cápita en el estudio del año 2014 es la siguiente: con los datos que se obtuvieron en campo se obtuvo el promedio para cada sitio de muestreo, y los datos representativos resultan de promediar los datos medios por zona. Las medias extremas (mínimo y máximo) se han conservado para el análisis de los promedios por zonas de muestra, los datos representativos resultan del promedio de los promedios generales de cada uno de los días que se tomó las muestras (AsamTech, 2014).

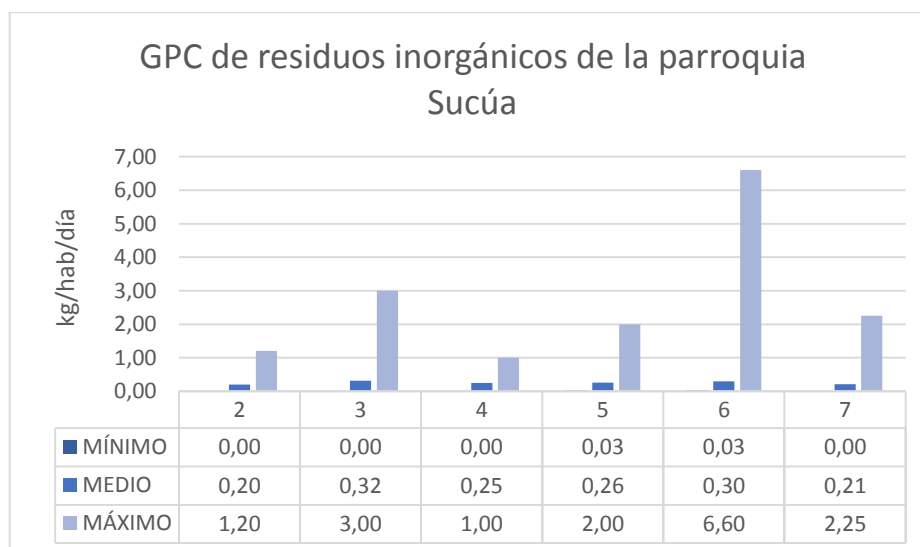
En el gráfico 12 se indican los valores mínimo, medio y máximo de generación per cápita para los desechos orgánicos que se han obtenido en el estudio realizado en el año 2014 para la parroquia Sucúa, a la que los autores han denominado como parroquia urbana; mientras que en el gráfico 13 se indican los resultados obtenidos para los residuos orgánicos de la parroquia Sucúa en el presente estudio (2019).

Gráfico 11. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos inorgánicos urbanos (Parroquia Sucúa)



Fuente: AsamTech Cía. Ltda. (2014)

Gráfico 12. Valores máximos, medios y mínimos de desechos inorgánicos en la parroquia Sucúa

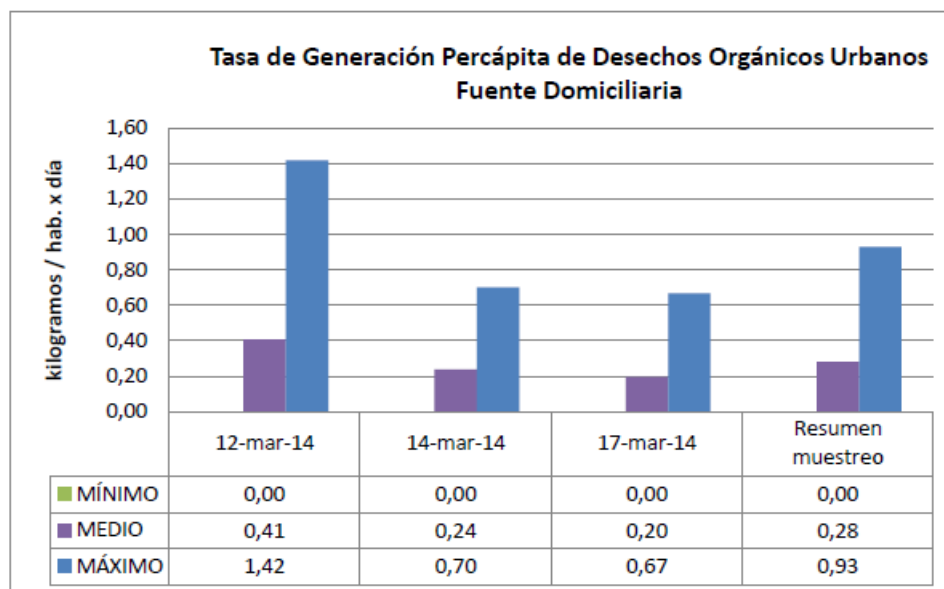


Fuente: Elaboración propia

El valor de generación per cápita media para los residuos inorgánicos en la parroquia Sucúa en el año 2014 es de 0,23 kg/hab/día, mientras que para el año 2019 de obtuvo un valor se GPC de 0,26 kg/hab/día.

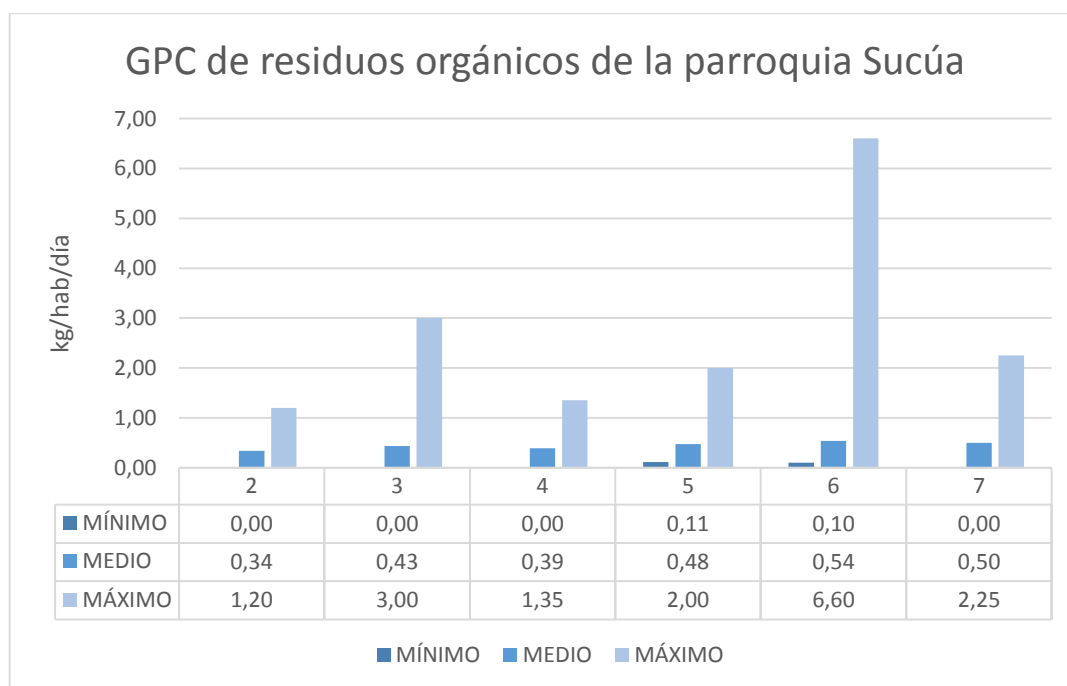
Los gráficos 14 y 15, indican los valores obtenidos para el cálculo de los residuos orgánicos en la parroquia Sucúa durante los muestreos realizados en el año 2014 y 2019.

Gráfico 13. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos orgánicos urbanos (Parroquia Sucúa-2014)



Fuente: AsamTech Cía. Ltda. (2014)

Gráfico 14. Valores máximos, medios y mínimos para los residuos orgánicos en la parroquia Sucúa - 2019



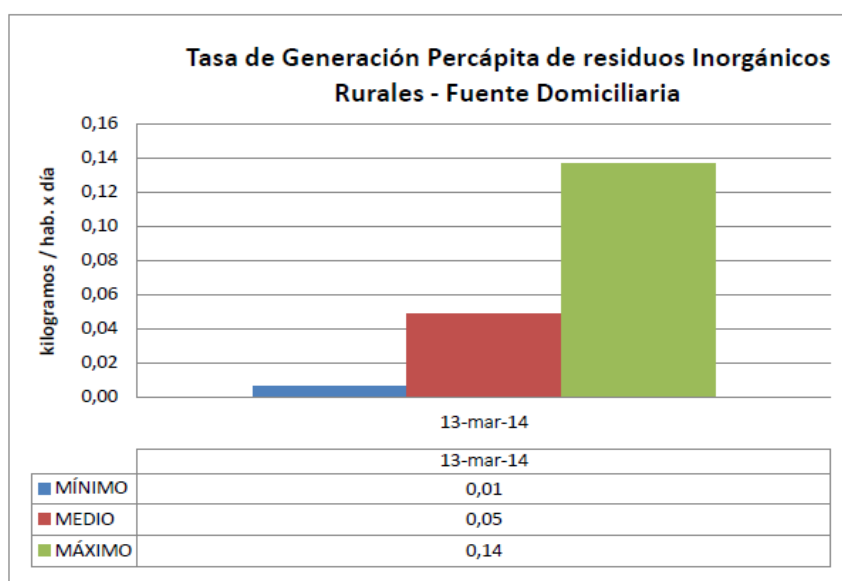
Fuente: Elaboración propia

En el caso de los residuos orgánicos para la parroquia Sucúa, en el año 2014 se obtuvo una generación per cápita de 0,28 kg/hab/día, mientras que el valor obtenido para el año 2019 es de 0,50 kg/hab/día.

La metodología utilizada sugiere que para hallar el valor de la tasa de GPC general se sume los dos valores obtenidos previamente, dando un valor de 0,51 kg/hab/día para el año 2014 y 0,71 kg/hab/día para el año 2019, demostrando una diferencia bastante alta en los resultados de los residuos orgánicos entre los dos años de estudio.

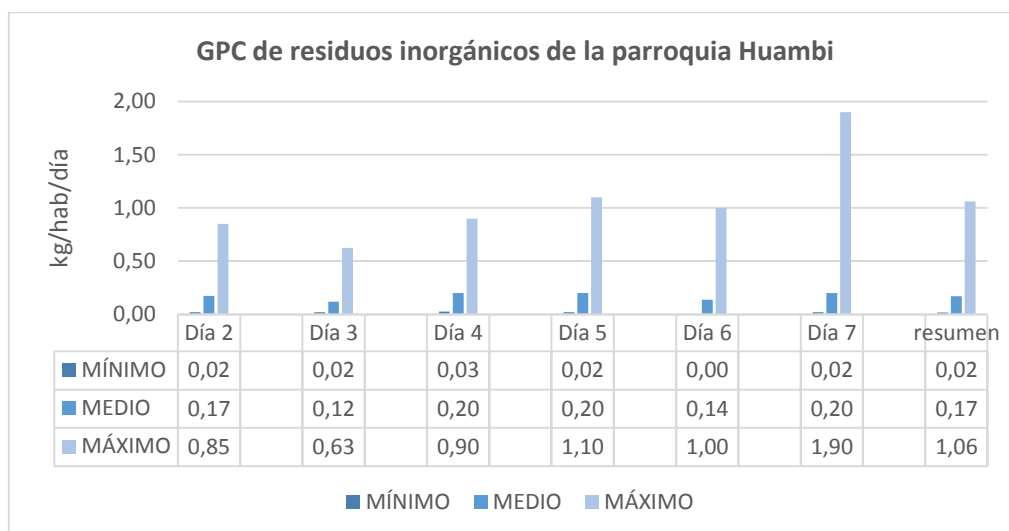
Los gráficos 16 y 17 nos indican la tasa de generación per cápita para los residuos inorgánicos obtenida en los años 2014 y 2019 respectivamente, con los datos obtenidos con el muestreo en la parroquia Huambi a la que se ha denominado parroquia rural.

Gráfico 15. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos inorgánicos rurales (Parroquia Huambi - 2014)



Fuente: AsamTech (2014)

Gráfico 16. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos inorgánicos de la parroquia Huambi - 2019

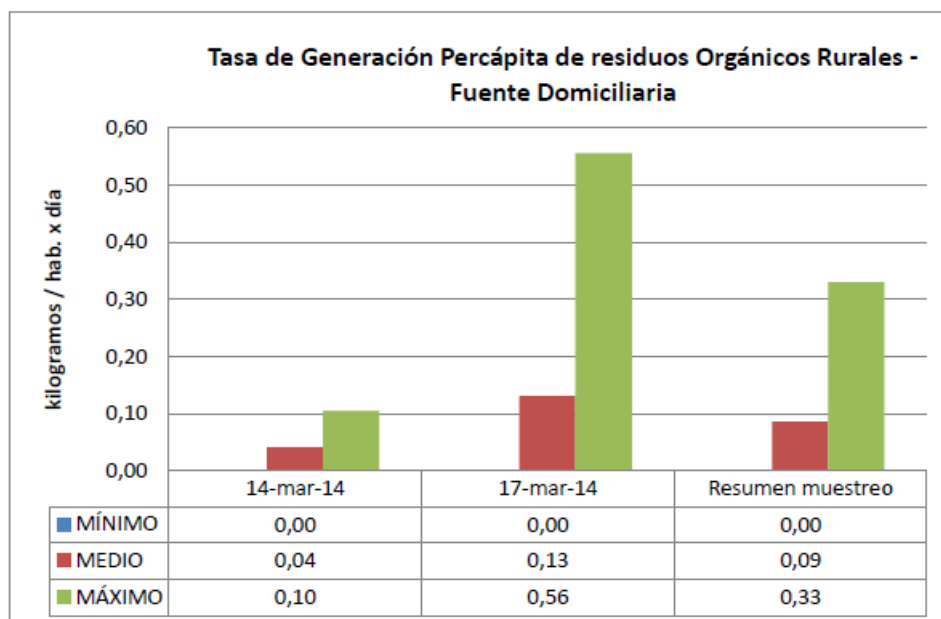


Fuente: Elaboración propia

Los valores de GPC de los residuos inorgánicos de la parroquia rural Huambi obtenidos con los datos de campo son de 0,05 kg/hab/día para el año 2014 y de 0,17 kg/hab/día en el muestreo realizado en el año 2019.

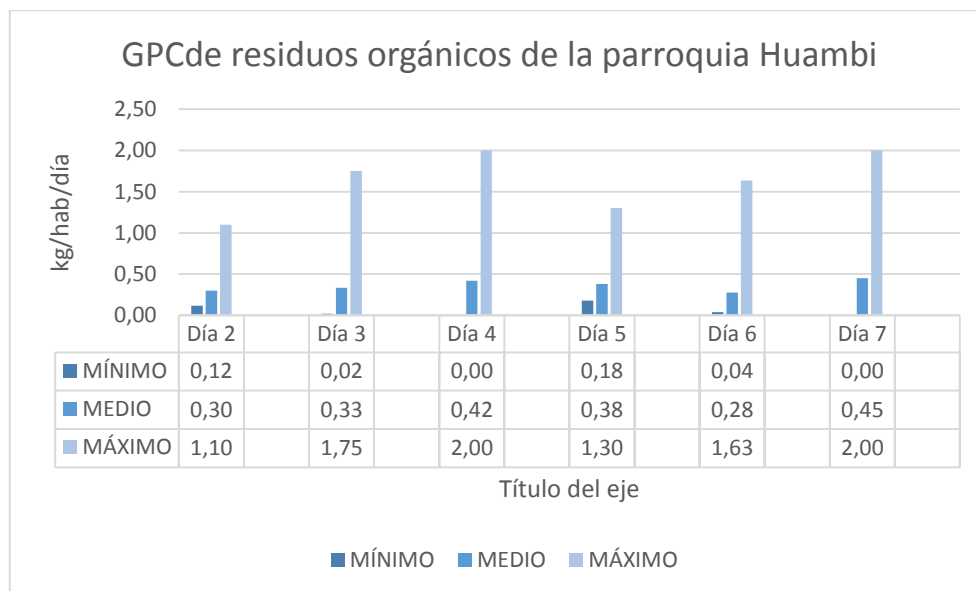
Los datos obtenidos para el cálculo de la tasa de generación per cápita para los residuos orgánicos de la parroquia Huambi con los datos de los muestreos de los años 2014 y 2019 se indican en los gráficos 18 y 19.

Gráfico 17. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos orgánicos rurales (Parroquia Huambi - 2014)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18. Valores máximos, mínimos y medios de la campaña de desechos orgánicos rurales (Parroquia Huambi - 2019)



Fuente: Elaboración propia

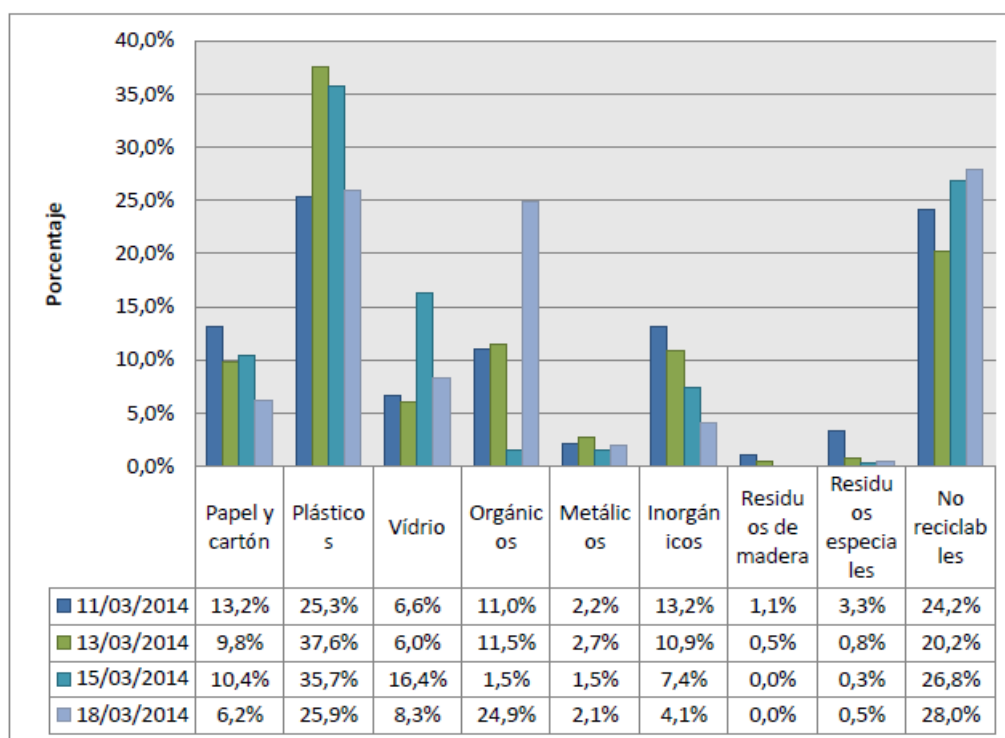
La tasa de generación per cápita obtenida para los residuos orgánicos de la parroquia Huambi con el muestreo del año 2014 es de 0,09 kg/hab/día y para el año 2019 es de 0,45 kg/hab/día.

Para el cálculo de la tasa de GPC general de la parroquia Huambi se suman los valores de los residuos orgánicos e inorgánicos, resultando una GPC de 0,14 kg/hab/día para el año 2014 y de 0,62 kg/hab/día.

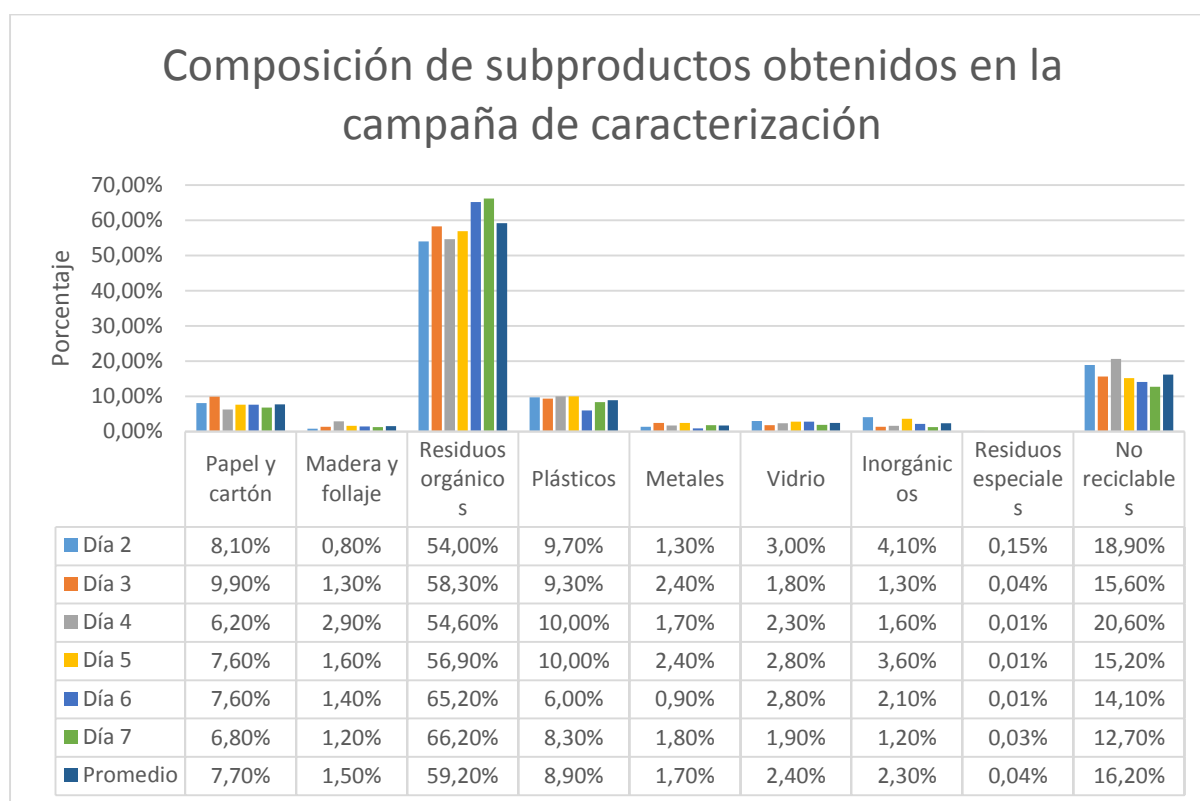
4.2. Composición de desechos sólidos generados en el cantón Sucúa

En el gráfico 20 se visualizan los porcentajes por peso que ocupa cada uno de los residuos muestreados durante la campaña del año 2014, en el gráfico 21 se indican los porcentajes obtenidos en el muestreo del año 2019, los valores presentados son los que se obtuvieron durante todos los días que se realizó el muestreo.

Gráfico 19. Composición de subproductos obtenidos en la campaña de caracterización - 2014



Fuente: (AsamTech, 2014)

Gráfico 20. Composición de subproductos obtenidos en la campaña de caracterización - 2019

Fuente: Elaboración propia

Al realizar una integración de todos los valores obtenidos en las zonas de muestreo y durante todos los días, se obtienen los porcentajes generales para cada uno de los componentes en los que se ha separado para el análisis correspondiente, en la tabla 23 se indican el porcentaje que ocupa cada uno de los componentes analizados en los dos años en los que se comparan los resultados; es necesario resaltar que para este análisis también se ha seguido la metodología de cálculo realizada en el año 2014.

Tabla 22. *Caracterización de RSU en la ciudad de Sucúa*

COMPONENTE	% año 2014	% año 2019
Papel y cartón	9,80%	7,70%
Madera y follaje	0,50%	1,50%
Residuos orgánicos	12,80%	59,20%
Plásticos	32,20%	8,90%
Metales	2,30%	1,70%
Vidrio	8,20%	2,40%
Inorgánicos	9,40%	2,30%
Residuos especiales	1,20%	0,04%
No reciclables	23,70%	16,20%

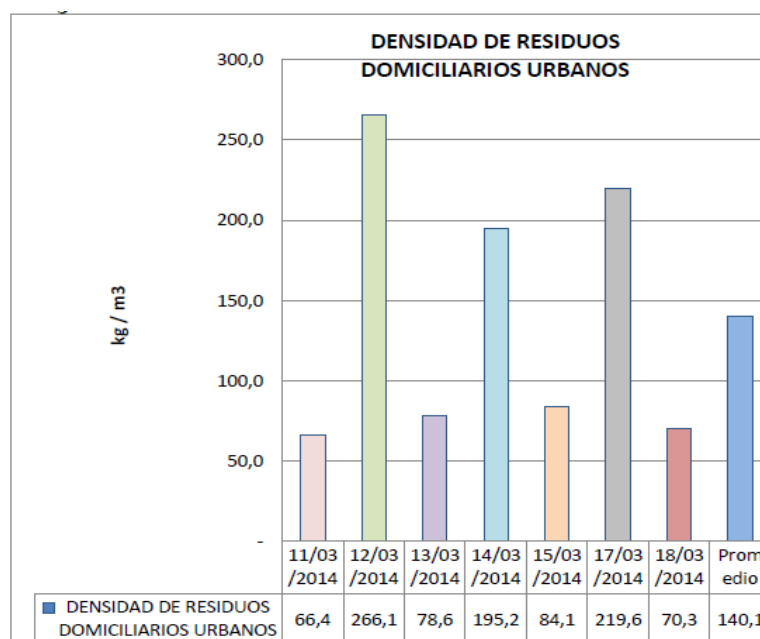
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que los resultados obtenidos en los dos distintos muestreos son muy desiguales, sobre todo en los valores de los residuos orgánicos que se ocupan un porcentaje de 12,8% en el año 2014 y en el estudio del año 2019 ocupan el 59,2% del total del peso de los residuos muestreados. En el año 2014 el componente que obtiene un porcentaje mayor es el plástico, con el 32,2% que también difiere ampliamente respecto al año 2019 en el que el plástico tiene el 8,9%. Los residuos no reciclables, inorgánicos, papel y cartón siguen el mismo patrón con una gran desigualdad entre los valores en porcentaje obtenidos en los dos estudios diferentes.

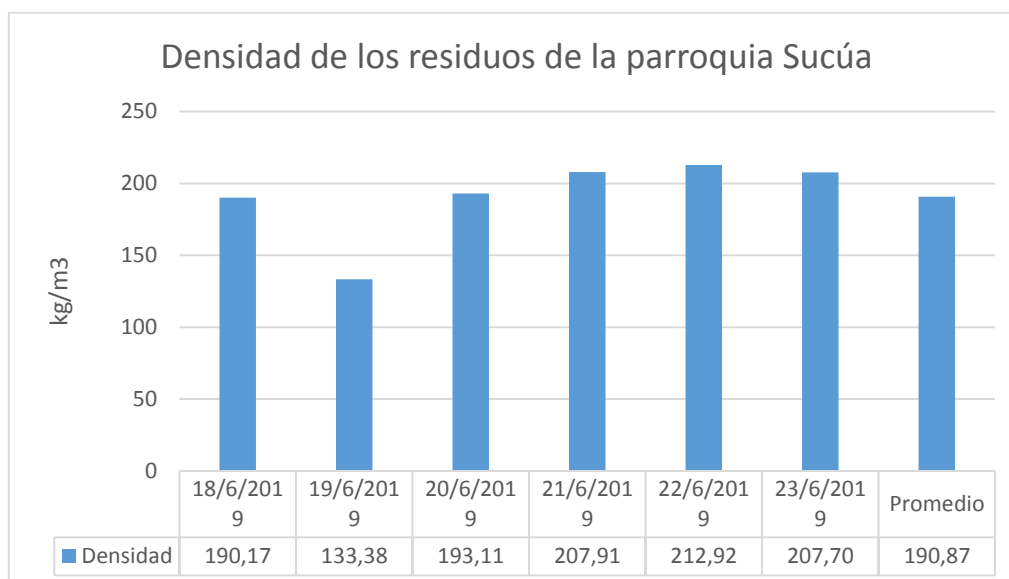
4.3. Caracterización de la densidad de los desechos sólidos generados en el cantón Sucúa

Para el cálculo de la densidad, se realiza el cálculo de la densidad obtenida diariamente, a partir de estos valores se calcula el promedio.

En el gráfico 22 se indican los valores diarios y el promedio de la densidad de los RSU muestreados en el año 2014, en el gráfico 23 se presentan los valores obtenidos de densidad durante el muestreo para el presente estudio (año 2019).

Gráfico 21. Densidad de los desechos domiciliarios urbanos (Parroquia Sucúa) - 2014

Fuente: AsamTech (2014)

Gráfico 22. Densidad de los RSU de la parroquia Sucúa - 2019

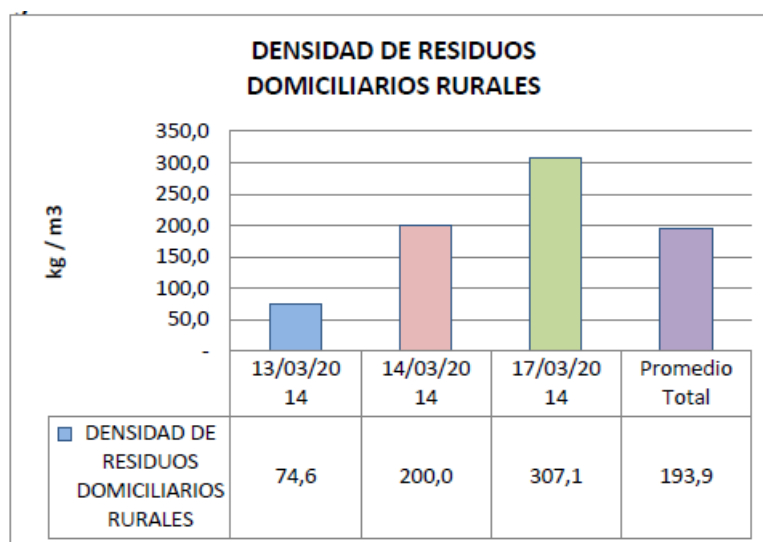
Fuente: Elaboración propia

La densidad promedio para la parroquia Sucúa obtenida en el muestreo para el estudio del año 2014 resulta de 140,1 kg/m³, mientras que para el muestreo del estudio del año 2019 se obtiene una densidad promedio de 190,87 kg/m³, el valor mayor en el muestreo del presente estudio se puede explicar debido a que según la composición física en el muestreo del 2019 hay mayor

cantidad de materia orgánica, que tiene la característica de tener una densidad mayor a la de los residuos inorgánicos.

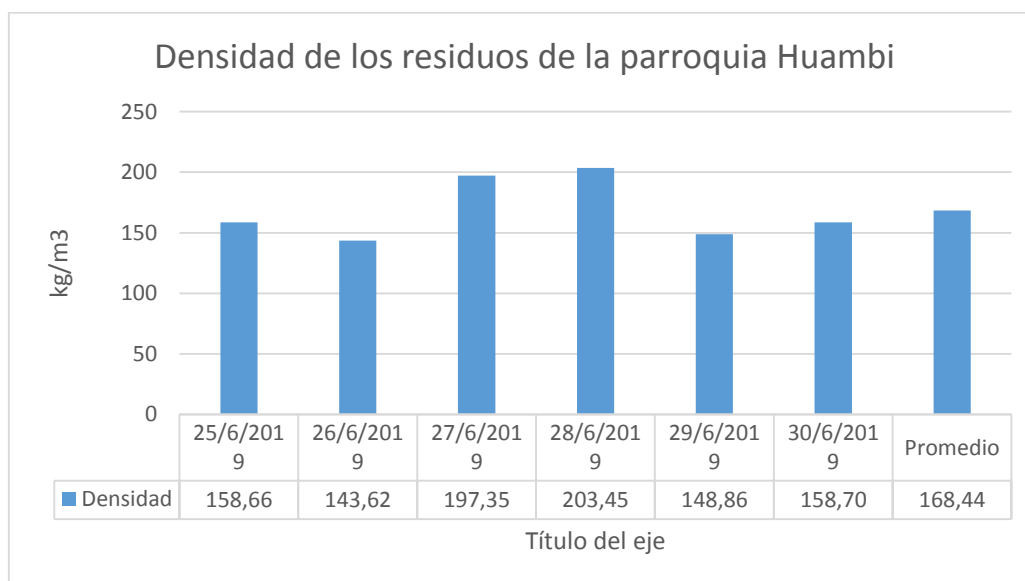
Para la parroquia rural Huambi, los valores de densidad diaria y promedio se indican en el gráfico 24 para el muestreo del año 2014 y en el gráfico 25 para el muestreo del año 2019.

Gráfico 23. Densidad de los desechos domiciliarios rurales (Parroquia Huambi) - 2014



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24. Densidad de los RSU de la parroquia Huambi - 2019



Fuente: AsamTech (2014)

Los valores de densidad obtenidos para Huambi son de $193,9 \text{ kg/m}^3$ para el estudio realizado en el año 2014 y de $168,44 \text{ kg/m}^3$ para el muestreo desarrollado en el año 2019.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO PARA LOS RESIDUOS EN EL CANTÓN SUCÚA

Con base en los resultados obtenidos en la determinación de la composición física de los residuos muestreados, se plantean propuestas para optimizar el aprovechamiento de los residuos que se generan en mayores porcentajes.

Las propuestas incluyen planes que parten desde el principio básico de las 3R's, empezando por reducir la generación de residuos, pasando por la etapa de reutilizar los componentes que sean posibles y reciclar los productos que sea viable hacerlo.

Estas propuestas tienen el objetivo de corregir posibles fallas en el sistema actual de manejo integral de residuos que lleva a cabo el GADM de Sucúa, con la finalidad de minimizar la cantidad de residuos que van a parar a las celdas, en el caso de los residuos inorgánicos, dando así una mayor vida útil al relleno sanitario; y en el caso de los residuos orgánicos, aprovechar a los mismos con las distintas técnicas que existen en la literatura, de acuerdo a la realidad del cantón.

Calculando el porcentaje que ocupa cada uno de los componentes en los que se ha separado la muestra para el presente estudio, se obtienen los valores presentados en la tabla 24.

Tabla 23. *Composición física de los residuos de Sucúa*

Material	Composición física
Papel y cartón	7,98%
Madera y follaje	1,59%
Residuos orgánicos	57,19%
Plásticos	9,35%
Metales	1,86%
Vidrio	2,56%
Inorgánicos	2,52%
Residuos especiales	0,04%
No reciclables	16,91%

Fuente: Elaboración propia

Los componentes con los valores más representativos son los residuos orgánicos que ocupan el 57,19%; seguidos por los residuos no reciclables que alcanzan el 16,91%, los plásticos ocupan el 9,35% y el papel y cartón, que representan el 7,98% de los residuos muestreados. El vidrio y el metal tienen porcentajes menores, con 2,56% y 1,86% respectivamente, pero también serán tomados en cuenta dentro de los planes de reciclaje; la madera y el follaje ocupan el 1,59%, lo cual es conveniente incluir a los procesos de transformación de la materia orgánica.

Los planes y proyectos se proponen de manera diferenciada entre los residuos orgánicos y los residuos inorgánicos.

5.1. Propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón Sucúa

En el análisis físico llevado a cabo para el presente trabajo se obtuvo un porcentaje del 57,19% para los residuos orgánicos y de la madera y follaje en 1,59%, representando entre ambos un peso de 4,47 ton/día.

Actualmente los residuos orgánicos son utilizados para producir humus de lombriz en la planta de Bioinsumos del GAD Municipal, esta planta está compuesta por 24 camas de 1,03 x 25 x 0,40 metros para producir el humus, además tiene el área para recepción de la materia orgánica y el área para realizar el tamizaje y posterior ensacado del producto. Todas estas actividades están dentro del mismo espacio cubierto.

Para determinar si el espacio de las celdas es suficiente para tratar todos los residuos orgánicos que llegan a la planta de bioinsumos, es necesario realizar un cálculo a partir de los datos obtenidos en el presente trabajo:

- Producción por día: 4470 kg/día
- Densidad de los residuos orgánicos: 300,75 kg/ m³
- Capacidad de las celdas: 1,03 x 25 x 0,35 (este valor se toma debido a que la celda no se ocupa hasta el tope para facilitar el volteo) = 9,01 m³

$$= 9,01 \text{ m}^3 \times 24 \text{ (celdas)}$$

$$= 216,3 \text{ m}^3$$

Si se tiene una producción de residuos orgánicos de 4470 kg/día con una densidad de 300,75 kg/ m³, se necesita 14,86 m³ para tratarlos; teniendo cada cama una capacidad de 9,01 m³ se necesitan 1,65 camas aproximadamente para tratar los residuos generados en un día.

El humus de lombriz generado se utiliza como abono para jardineras y parterres de la ciudad, en los programas de apoyo al agricultor y para la venta a los pobladores que lo necesiten.

Componentes de la propuesta

La propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón Sucúa se estructura de cinco componentes elementales: objetivo, actividades, costos de implementación, responsable y beneficios que aporta la propuesta.

Objetivo

- Optimizar el actual sistema de manejo de los residuos orgánicos generados en el cantón Sucúa.

Actividades de la propuesta

a) Concientización de la población

- Realizar campañas de divulgación respecto a la importancia de continuar con la separación en la fuente correcta según los tipos de residuo que maneja el cantón, esto mediante publicaciones en redes sociales, canal de televisión local, radios locales, socialización in situ y gigantografías.
- Realizar la recolección diferenciada obligatoria en las parroquias Huambi y Santa Marianita de Jesús, que ya está constando en la ordenanza que Regula la Gestión Integral de Desechos Orgánicos e Inorgánicos en el Cantón Sucúa, actualmente vigente.

b) Optimización de técnica actual de conversión de residuos orgánicos

- Experimentar con nuevas metodologías de transformación de materia orgánica en abonos orgánicos, aprovechando el espacio y la materia orgánica que llega. El compost es un proceso que asegura una transformación higiénica de los residuos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). Es posible implementar la elaboración de compost con una fracción de los residuos orgánicos recolectados durante el mes, especialmente en el caso de que el espacio en las camas de lombricultura resultara insuficiente para tratar los residuos que llegan a la planta por motivos de mayor producción/recolección o por posibles retrasos en los procesos de transforma-

ción de la materia orgánica; evitando la descomposición incorrecta de los residuos recolectados; además mediante este proceso se ofrecerá diversos productos resultantes.

- Para poder optimizar la producción de compostaje se sugiere la adquisición de una máquina trituradora de residuos orgánicos, obteniendo fracciones más pequeñas de residuos, garantizando una descomposición correcta y acelerada; el tamaño de partícula sugerido varía según la literatura, Román, Martínez, & Pantoja (2013) sugieren un tamaño de partícula entre 5 a 20 cm.
- Promocionar la venta de los productos obtenidos con el aprovechamiento de los residuos orgánicos en las diferentes redes sociales del GADM de Sucúa.

c) Aprovechamiento de los residuos orgánicos en el hogar

- Organizar cursos o talleres demostrativos e interactivos trimestrales para promover la elaboración de compost, humus de lombriz y biol en los hogares.
- Realizar demostraciones de elaboración de compost, humus de lombriz y biol en la planta de bioinsumos, dirigidas especialmente a agricultores y/o ganaderos de la localidad.
- Publicar en las redes sociales del GADM de Sucúa materiales explicativos (vídeos, fotografías, publicaciones escritas) con información acerca de las maneras de realizar las diferentes técnicas de aprovechamiento de los residuos orgánicos con sus respectivos beneficios.

d) Tratamiento de lixiviados

- Adecuar las instalaciones para reutilizar los lixiviados generados por la producción de humus y los lixiviados provenientes de la zona de descarga de los residuos recién llegados, para humedecer las camas de lombricultura mediante la recirculación de los mismos.

Esto se llevará a cabo implementando canales con rejillas alrededor de la zona de descarga de residuos orgánicos, los lixiviados provocados por la compactación y descomposición de los mismos caerán en los canales y serán conducidos a un tanque de almacenamiento de 1 m³. Los lixiviados provenientes de las camas de lombricultura también se conectarán al tanque de almacenamiento; mediante bombeo se realizará la recirculación de los lixiviados para humedecer nuevamente las camas para concentrarlo.

- Cuando los lixiviados resultantes de las camas adquieran una textura espesa y coloración oscura, además de no presentar olor, se los almacenarán en un lugar oscuro por 14 días antes de utilizarlos, para lograr una fermentación anaeróbica que permite que los microorganismos produzcan metabolitos secundarios. Este producto se lo puede utilizar como biofertilizante, aprovechando la gran cantidad de microorganismos benéficos que posee, para utilizarlo se recomienda realizar diluciones con agua, 1 parte de lixiviado y 2 o 4 partes de agua (Larco, 2004). Este producto resultante puede ser utilizado para las jardineras y parques de la ciudad y/o vendido a quien lo requiera.

Costos de implementación de las propuestas

Tabla 24. *Costos de implementación de propuesta de R.O.*

ACTIVIDADES	COSTOS (U.S.D.)
Gigantografías, televisión, radio y socialización in situ	3.000,00
Trituradora de residuos	10.000,00
Cursos/talleres demostrativos	2.000,00
Adecuación de instalaciones para aprovechamiento de lixiviados	8.000,00
Bomba de 1/2 HP	500,00
PRESUPUESTO ESTIMADO	23.500,00

Fuente: Elaboración propia

Responsable de ejecutar las propuestas

- Departamento de obras públicas del GADM del Cantón Sucúa
- Departamento de Desarrollo Social del GADM del Cantón Sucúa
- Comisaría Municipal
- Población del cantón Sucúa

Beneficios que aporta la propuesta

- Reducir la cantidad de residuos orgánicos que llegan a las celdas del relleno sanitario, disminuyendo la cantidad de lixiviados y gases producidos por su descomposición.
- Al triturar los residuos, se adquiere una mayor área expuesta al contacto microbiano por unidad de masa, la reacción será más rápida y completa.
- Ofrecer sustratos orgánicos naturales, que ofrecen grandes beneficios frente a los fertilizantes químicos.

- En el caso de los lugares donde no todos realizan la separación en la fuente, se podrá mantener al material orgánico separado de los otros residuos, mejorando significativamente su manejo.
- Mantener a la población con los conocimientos apropiados para que aprovechen de mejor manera sus residuos orgánicos.
- Fortalecer el tejido social mediante la generación de espacios que permiten la integración de la comunidad y el intercambio de conocimientos y experiencias en el manejo de residuos orgánicos y su aprovechamiento como abono.

5.2. Aprovechamiento de los residuos reciclables generados en el cantón Sucúa

Los residuos inorgánicos que se pueden separar para reciclaje son el papel y cartón, plásticos, metales y vidrio, que en el presente estudio representan el 21,75% del total de los residuos muestreados, que representaría un peso aproximado de 1,65 ton/día de las 3,13 toneladas de residuos inorgánicos que se recolectan diariamente y van a parar al relleno sanitario.

Adicional a esto, existen también los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que son considerados como residuos domiciliarios y que tienen componentes que pueden ser aprovechados para reciclarlos.

El sistema de gestión que actualmente maneja el GADM de Sucúa no aprovecha ninguno de estos materiales, los mismos son recolectados en las afueras de los domicilios o en las celdas del relleno sanitario por recicladores informales con una mínima seguridad para su salud (anexo 15).

El objetivo de la medida es reducir al menos la mitad de los residuos plásticos, cartón, papel, metal, vidrio y RAEE que llegan a la celda del relleno sanitario aplicando las propuestas que se plantean en este proyecto, la reducción esperada será paulatina mientras la población se

adapta al nuevo sistema de separación de sus residuos. En la tabla 26 se detallan los valores esperados de reducción de cada uno de los materiales.

Tabla 25. *Valores estimados de reducción de residuos inorgánicos*

Residuos	Porcentaje diario (%)	Peso (ton/día)	Reducción estimada (%)	Toneladas reducidas (ton/día)	Reducción esperada (%)
Plásticos	9,35	0,71	60	0,43	
Papel y cartón	7,98	0,61	60	0,37	
Vidrio	2,56	0,19	30	0,06	56,36
Metal	1,86	0,14	50	0,07	
RAEE			50		
TOTAL	21,75%	1,65		0,93	

Fuente: Elaboración propia

Los valores presentados en la tabla 26 son los datos en porcentaje y en peso de cada uno de los residuos que se propone reciclar, según los datos obtenidos en el presente estudio; y los valores que se esperan disminuir de cada uno de ellos.

La producción actual de plásticos ocupa el 9,35% del total de residuos producidos, que en peso es 0,71 ton/día; el papel y cartón representan el 7,98% que en peso es de 0,61 toneladas producidas diariamente, el vidrio ocupa el 2,56% del peso total, es decir, 0,19 toneladas y los residuos metálicos representan el 1,86%, es decir 0,14 toneladas.

Con las propuestas del presente trabajo se pretende disminuir la cantidad de residuos reciclables que llegan a la celda, mediante la reducción del 60% de residuos plásticos, que representan 0,43 ton/día, así mismo se espera la reducción del 60% del papel y cartón, es decir, 0,37 toneladas diarias; para el caso del vidrio se espera una reducción del 30%, que en peso representa

0,06 ton/día y para el metal se espera reducir el 50%, o sea 0,07 ton/día. El porcentaje total de reducción esperada es de 56,36% de las 1,65 toneladas diarias de estos residuos que llegan a la celda, es decir se reduce 0,93 ton/día, llegando a las celdas 0,72 ton/día de residuos reciclables.

En la tabla 26 también se incluye los RAEE, pero debido a que durante el muestreo no fueron tomados datos de este tipo de residuos, no se puede contar con valores para su cálculo; sin embargo se espera evitar que al menos el 50% de estos aparatos vayan a parar en las celdas, al incluirlos en el proyecto de reciclaje.

El relleno sanitario de Sucúa cuenta con área aproximada de 10,2 hectáreas según el catastro del municipio, dentro de lo cual incluye las vías de circulación interna, el área que era destinada para la compostera hace algunos años, las celdas clausuradas, la celda vigente, áreas verdes, entre otros. La celda clausurada en su totalidad cuenta con un área de 4.894 m² y la ½ celda clausurada ocupa un área aproximada de 3.242 m², la celda actual con una vida útil muy próxima a finalizar es de 2.041 m².

Componentes de la propuesta

La propuesta de reciclaje de los residuos inorgánicos generados en el cantón Sucúa se estructura de cinco componentes: objetivo, actividades, costos de implementación, responsables y beneficios que aporta la propuesta.

Objetivo

- Reducir la cantidad de los residuos reciclables que van a parar a las celdas del relleno sanitario del cantón Sucúa.

Actividades de la propuesta

a) Nuevo sistema de gestión de residuos sólidos

Proponer un nuevo sistema de gestión de residuos sólidos es un sistema a largo plazo, puesto que es complejo llegar a la conciencia ciudadana para que colaboren con un tipo más de separación de sus residuos. Las actividades necesarias para lograr esta propuesta son las siguientes:

- Implementar un nuevo mecanismo de recuperación de materiales, con enfoque en el tema de economía circular, mediante una ordenanza municipal que sugiera la clasificación de los residuos sólidos en tres tipos:

Tabla 26. *Propuesta de clasificación de los R.S.U.*

TIPOS DE RESIDUOS	RESIDUOS
Orgánico	Residuos de comida
	Desechos de legumbres y frutas
	Cascarón de huevo
	Restos de jardín
	Textiles naturales
	Cabello
Reciclable	Papel y cartón
	Vidrio
	Plásticos (sin grasas)
	Metal
	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
No reciclable	Vajilla desechable
	Restos de baño
	Residuos de barrido
	Plásticos contaminados

Fuente: Elaboración propia

- Crear una ruta de recolección de materiales reciclables, los mismos que serán recogidos por los recicladores con una frecuencia de 2 días por semana en la zona domiciliaria y de 3 veces a la semana en la zona comercial, la recogida lo realizarán en sus propios vehículos.
- Proveer de contenedores de otro color (celeste) a la población urbana para colocar los residuos reciclables, mismos que serán cobrados en las planillas del servicio de agua potable.
- Colocar contenedores en puntos estratégicos (puntos ecológicos) de las parroquias y en instituciones educativas para colocar botellas PET.

b) Campañas educativas e informativas a la población

- Realizar charlas en las instituciones educativas del cantón, indicando los residuos que corresponden a cada tipo de separación con las frecuencias de recolección correspondientes. El enfoque de este apartado es concientizar a la población infantil y a los jóvenes sobre la importancia de reducir la generación de residuos y de clasificarlos adecuadamente, promoviendo el principio de reducir, reutilizar y reciclar, para obtener así una mayor vida útil a las celdas del relleno sanitario.
- Desarrollar una socialización puerta a puerta, informando la forma de clasificación adecuada, junto con sus rutas y frecuencias respectivas. Esto se realizará
- Promover la separación diferenciada en la fuente mediante publicidad en redes sociales, radios y vallas, con alcance a toda la población del cantón, haciendo énfasis en el sector urbano.
- Publicitar en redes sociales, radios y vallas las rutas, frecuencias y tipos de residuos que corresponden en cada contenedor.

c) Implementación de maquinaria para separación de residuos

Este es un programa a corto plazo, pero los costos de inversión son más elevados debido a la necesidad de maquinarias y personal para llevar a cabo el proceso de separación de residuos aprovechables. Las actividades necesarias para desarrollar esta propuesta son las siguientes:

- Adquirir maquinaria para la separación manual de los residuos recuperables, se sugiere una banda separadora manual. Para esto se puede destinar el espacio cubierto del relleno sanitario en el que antiguamente era destinado para realizar lombricultura.
- Adquirir una maquinaria compactadora o empaquetadora de los residuos.
- Realizar un convenio con los recicladores de base, para que sean los encargados de realizar la separación, empaquetado y venta de los residuos, además de la manipulación y cuidado del equipo.

Costos de implementación de las propuestas

Tabla 27. *Costos de implementación de propuesta de R.I.*

ACTIVIDADES	COSTOS (U.S.D.)
Dotación de contenedores para residuos reciclables (inversión que será recuperada)	108.450,00
Contenedores para botellas PET	1.000,00
Publicidad	7.000,00
Adecuación del espacio cubierto del relleno sanitario	8.000,00
Banda separadora manual	10.000,00
Prensadora	15.000,00
PRESUPUESTO ESTIMADO	149.450,00

Fuente: Elaboración propia

Responsable de ejecutar las propuestas

- Alcalde y concejales del GADM del Cantón Sucúa
- Departamento de obras públicas del GADM del Cantón Sucúa
- Departamento de Desarrollo Social del GADM del Cantón Sucúa
- Comisaría Municipal
- Recicladores de base del cantón Sucúa
- Población del cantón Sucúa

Beneficios que aporta la propuesta

- Tener una población con responsabilidad y conciencia ambiental
- Disminuye la cantidad de materia inorgánica que llega a las celdas del relleno sanitario, como consecuencia aumenta su vida útil.
- Generar fuentes de empleo y/o dignificar la labor de los recicladores.
- Promover el concepto de economía circular, al permitir que se recircule la materia prima que puede ser reutilizada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Habiendo realizado el análisis de muestras de las parroquias Santa Marianita, Sucúa y Huambi, se determinaron las siguientes conclusiones:

- La tasa de generación per cápita general para el cantón Sucúa de 0,63 kg/hab/día, representando una producción de 0,36 kg/hab/día de residuos orgánicos y 0,27 kg/hab/día de residuos inorgánicos.
- Al realizar un análisis zonal (residencial y comercial) de cada una de las parroquias, se determina que la zona con una mayor tasa de generación per cápita es la zona comercial de Sucúa que produce diariamente 1,03 kg por habitante y la zona con una generación per cápita más baja es la zona comercial de Huambi con una producción de 0,33 kg/hab/día.
- En la parroquia Sucúa se produce una mayor generación per cápita de materia orgánica en la zona comercial (0,81 kg/hab/día), debido a que se tomó muestras de una floristería y tiendas de legumbres.
- Para la parroquia Santa Marianita de Jesús, existe una generación per cápita media de residuos orgánicos de 0,50 kg/hab/día y de 0,24 kg/hab/día para los residuos inorgánicos, ambos valores muy cercanos a los datos de producción publicados por AME-INEC (2018) que sugiere una media de 0,41 kg/hab/día para los residuos orgánicos y 0,31 kg/hab/día para los residuos inorgánicos.
- En la parroquia Huambi, los valores de los residuos orgánicos difieren entre las dos zonas muestreadas, dando 0,58 kg/hab/día para la zona residencial y 0,37 kg/hab/día en la zona comercial; en cuanto a los residuos inorgánicos las dos zonas presentan una tasa de generación de 0,23 kg/hab/día.

- La generación total diaria de residuos sólidos obtenida en el presente estudio es de 7,6 ton/día, representando la parte orgánica aproximadamente 4,47 toneladas y la fracción inorgánica un aproximado de 3,13 toneladas, de las cuales 1,65 ton diarias corresponden a materiales reciclables.
- Los componentes con mayor porcentaje en peso de los residuos muestreados a nivel del cantón, es la materia orgánica, que representa el 57,19% del peso total, seguido por los residuos no reciclables que ocupan el 16,91%, los residuos plásticos ocupan el 9,35% del peso, entre el papel y el cartón representan el 7,98%, en menor porcentaje se encuentra el vidrio que representa el 2,56%, los residuos inorgánicos ocupan el 1,52%, luego están los residuos metálicos con el 1,86%, la madera y el follaje representaron 1,59% del peso y los residuos especiales 0,04%.
- La densidad promedio de los residuos sólidos del cantón Sucúa es de 105,99 kg/m³ para los residuos inorgánicos y de 300,75 kg/m³ para los residuos inorgánicos.
- Siguiendo la metodología de cálculo del estudio del año 2014, en la parroquia Sucúa la generación per cápita para el año 2014 fue de 0,51 kg/hab/día y para el año 2019 es de 0,71 kg/hab/día; en la parroquia Huambi para el año 2014 se determinó una gpc de 0,14 kg/hab/día mientras que en el año 2019 se obtuvo un valor de 0,53 kg/hab/día.
- Con la metodología usada en el estudio del año 2014, se realizan los cálculos obteniendo los siguientes valores de composición física de los residuos; en el año 2014 se obtuvo un mayor porcentaje para los plásticos, con 32,20% del peso total, que para el año 2019 ocupa el 8,90%; los residuos orgánicos a su vez son el mayor componente del estudio del año 2019, con un 57,19%, mismos que para el estudio del año 2014, representan el 12,80%
- La densidad de los residuos para la parroquia Sucúa, en el año 2014, es de 140,1 kg/m³ y en el estudio del año 2019 es de 190,87 kg/m³; en la parroquia Huambi, para el año

2014 se calculó una densidad de 193 kg/m^3 y para el año 2019 se tiene un valor de $168,44 \text{ kg/m}^3$.

- A nivel de parroquias, en las dos zonas de estudio (comercial y residencial), la materia orgánica es el mayor componente de los residuos, sin embargo, durante el muestreo se determinó que un 35% de las viviendas muestreadas no entrega los residuos orgánicos al camión recolector, si no que utilizan los mismos para depositarlos en sus jardines/huertas o para alimentación y una pequeña fracción los destinan para alimento animal.
- Con las propuestas presentadas para los residuos inorgánicos, se espera reducir 56,36% de los residuos reciclables que van a parar en las celdas del relleno sanitario, es decir, se reciclará al menos 0,93 ton/día de este tipo de residuos.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que los técnicos de la Unidad de Saneamiento Ambiental y Desechos Sólidos estén capacitados para las diferentes actividades del programa propuesto.
- Vigilar el cumplimiento de la actual ordenanza que Regula la Gestión Integral de Desechos Orgánicos e Inorgánicos en el Cantón Sucúa.
- Si se incentiva más a la población a elaborar abonos orgánicos, se reducirá el número de predios a servir durante la recolección de estos residuos, reduciendo costos por la gestión de los mismos.
- Se recomienda realizar una investigación más amplia para determinar la aplicación de la propuesta de gestión de residuos sólidos del presente trabajo investigativo.

ANEXOS

Anexo 1. Solicitud de uso de información al Alcalde del GADMCS

Sucúa, 23 de julio de 2019

Ingeniero

Enrique Delgado Torres

ALCALDE DEL CANTÓN SUCÚA

Presente.-

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de saludarlo y a la vez solicitarle de la manera más cordial me permita hacer uso de la información que contiene el "Estudio y Diseño definitivos de cierre técnico de botaderos y celda emergente para el paquete 8 conformado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Atahualpa y Portovelo, provincia de El Oro, Macas y Sucúa, provincia de Morona Santiago"; dicha información será utilizada para realizar un análisis comparativo con los datos obtenidos en mi investigación para mi tesis de grado con el tema "Evaluación de los residuos sólidos urbanos generados en tres parroquias del cantón Sucúa".

Segura de contar con su favorable atención, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,



Fernanda Sánchez Palomeque

C.I. 1400784490

015.
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SUCÚA
RECIBIDO

23 JUL 2019


FIRMA
15:50
HORA

Anexo 2. Respuesta a solicitud de uso de información

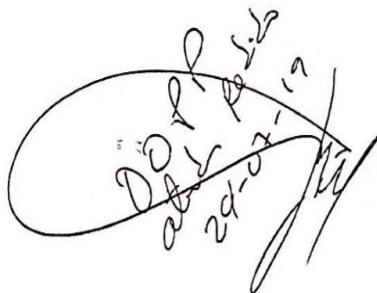
Sucúa, 23 de julio de 2019

Ingeniero

Enrique Delgado Torres

ALCALDE DEL CANTÓN SUCÚA

Presente.-



De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de saludarlo y a la vez solicitarle de la manera más cordial me permita hacer uso de la información que contiene el "Estudio y Diseño definitivos de cierre técnico de botaderos y celda emergente para el paquete 8 conformado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Atahualpa y Portovelo, provincia de El Oro, Macas y Sucúa, provincia de Morona Santiago"; dicha información será utilizada para realizar un análisis comparativo con los datos obtenidos en mi investigación para mi tesis de grado con el tema "Evaluación de los residuos sólidos urbanos generados en tres parroquias del cantón Sucúa".

Segura de contar con su favorable atención, anticipo mis agradecimientos.



Atentamente,



Fernanda Sánchez Palomeque

C.I. 1400784490

Ing. F. Zamora
apoyar con la información
6-VIII-2019

B. 00000013
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SUCÚA
RECIBIDO

23 JUL 2019

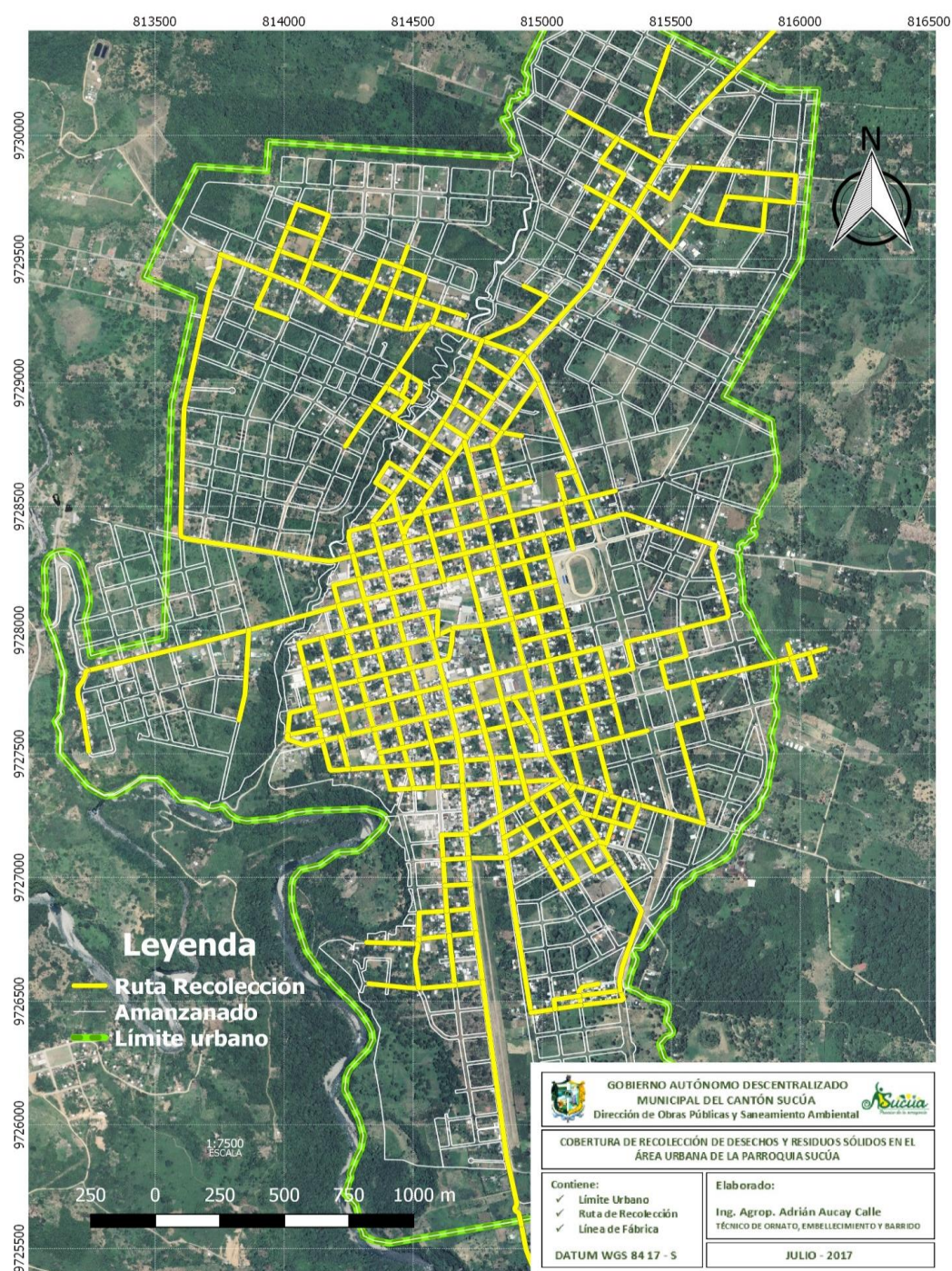
FIRMA:  HORA: 15:50

GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SUCÚA
OBRAS PÚBLICAS

29 JUL 2019

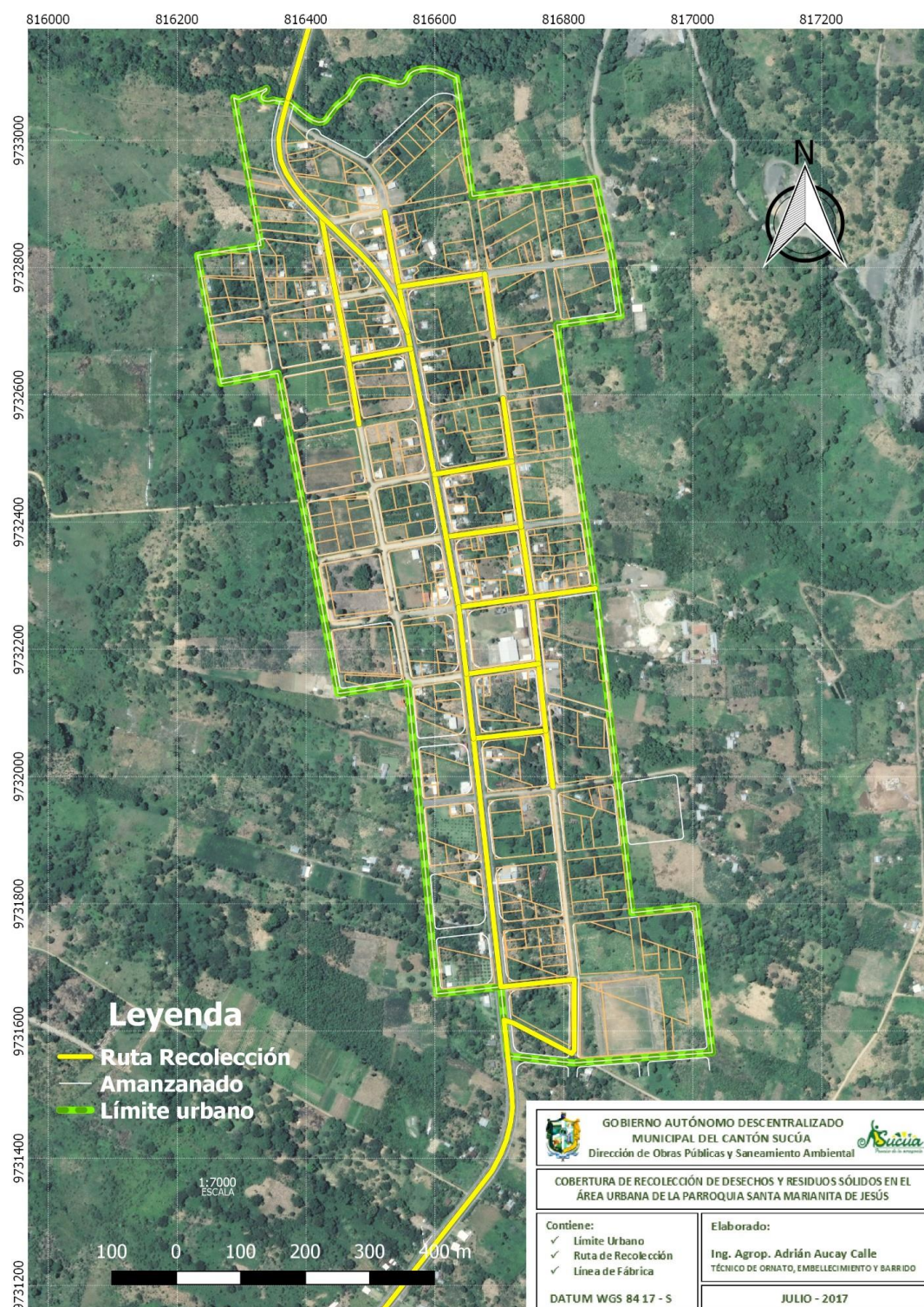
RECIBIDO
FIRMA:  HORA: 11:13

Anexo 3. Rutas de recolección parroquia Sucúa



Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 4. Ruta de recolección parroquia Santa Marianita de Jesús



Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 5. Ruta de recolección parroquia Huambi



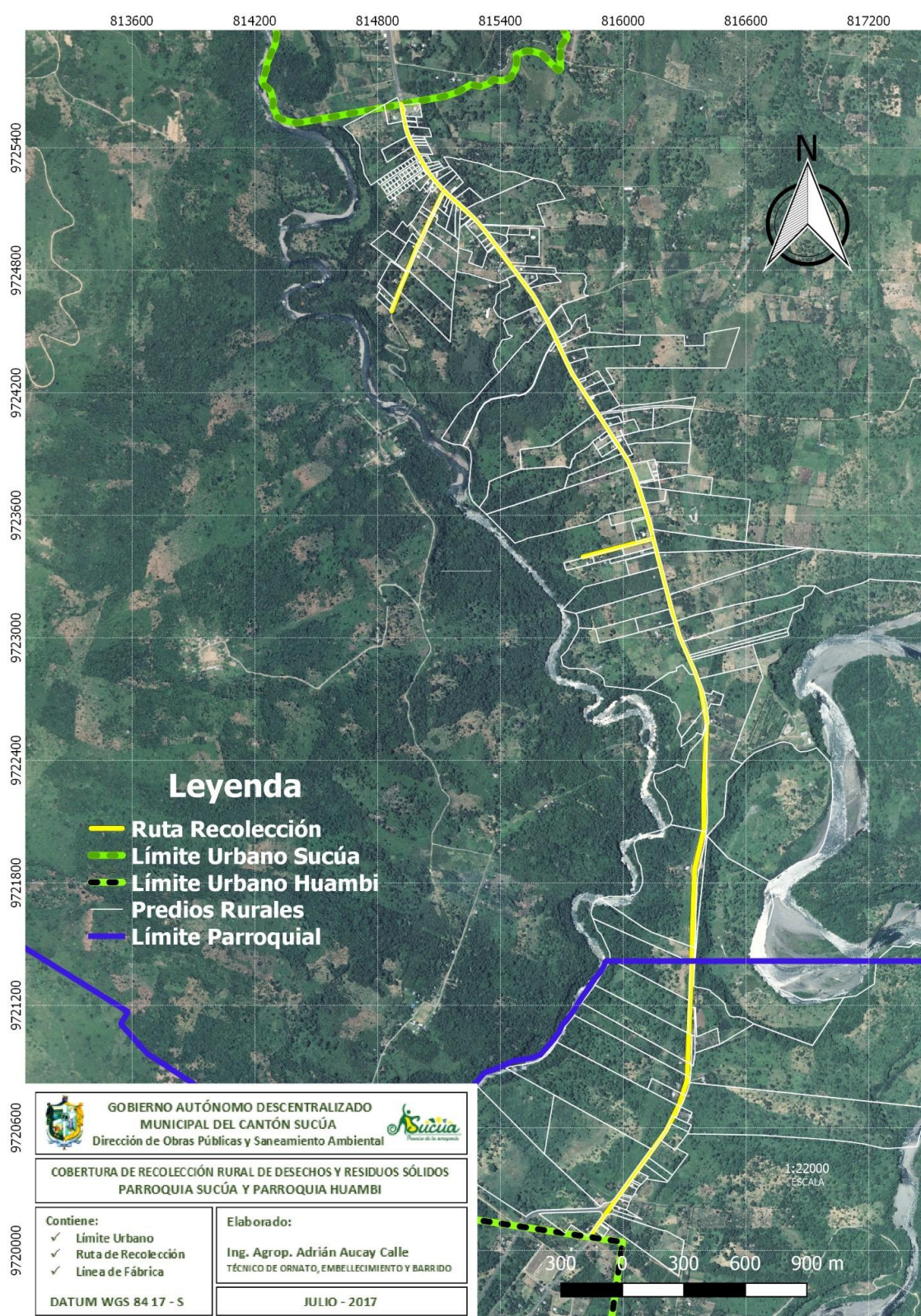
Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 6. Ruta Sucúa-Santa Marianita de Jesús



Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 7. Ruta Sucúa-Huambi



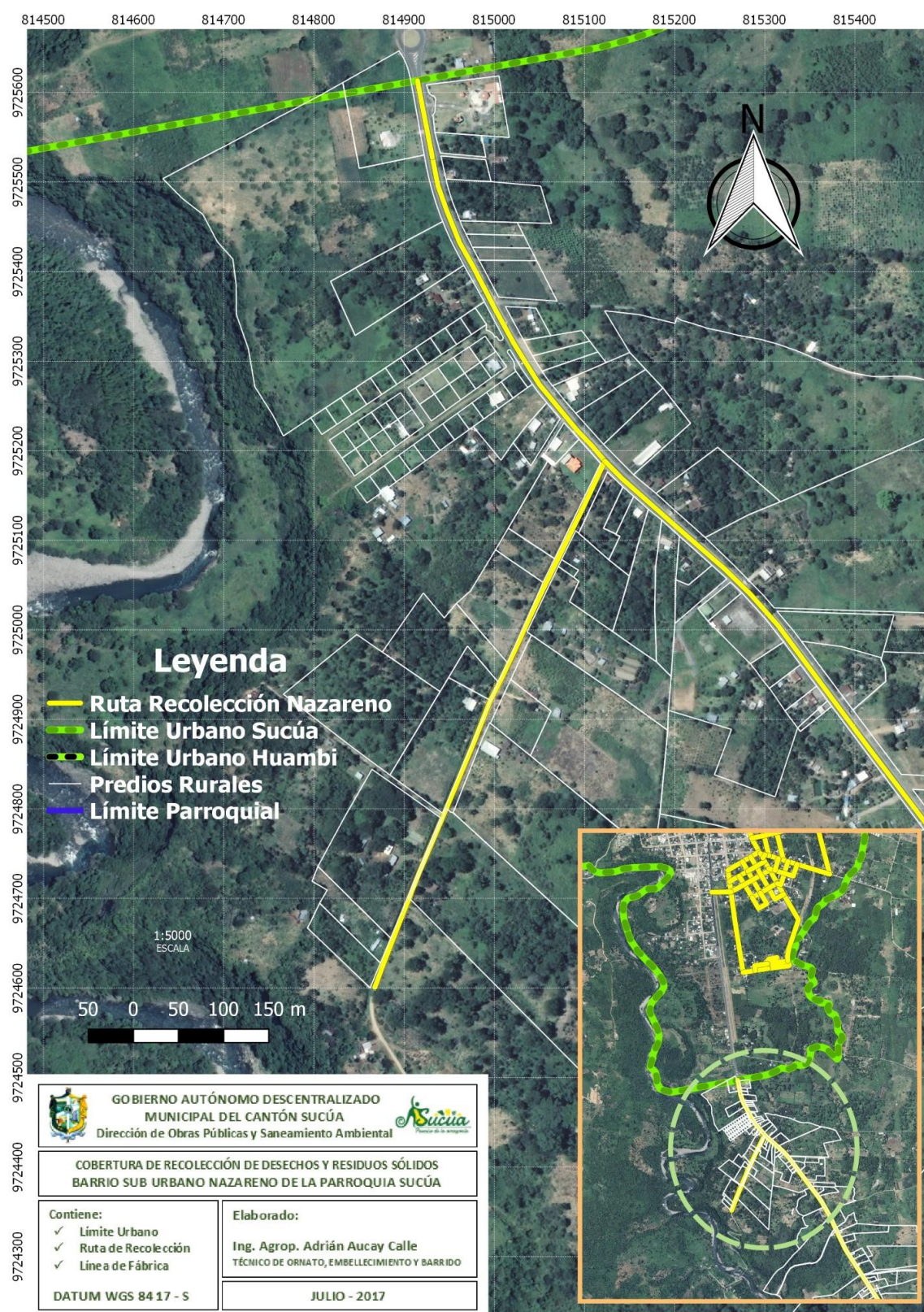
Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 8. Barrio rural 31 de Agosto



Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 9. Barrio suburbano El Nazareno



Fuente: GAD Municipal Cantón Sucúa, dirección de Obras Públicas y Saneamiento Ambiental (2017)

Anexo 10. Cálculo del tamaño de la muestra

- Parroquia Sucúa, zona residencial:

Número de predios: 2458

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 2458 \times (0,04)}{2457 \times (0,1)^2 + (1,96)^2 \times (0,04)}$$

$$n = 15,28 \approx 15 \text{ muestras}$$

- Parroquia Sucúa, zona comercial:

Número de predios: 467

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 467 \times (0,04)}{466 \times (0,1)^2 + (1,96)^2 \times (0,04)}$$

$$n = 14,91 \approx 15 \text{ muestras}$$

- Parroquia Huambi, zona residencial:

Número de predios: 394

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 394 \times (0,04)}{393 \times (0,1)^2 + (1,96)^2 \times (0,04)}$$

$$n = 14,82 \approx 15 \text{ muestras}$$

- Parroquia Huambi, zona comercial:

Número de predios: 37

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 37 \times (0,04)}{36 \times (0,1)^2 + (1,96)^2 \times (0,04)}$$

$$n = 11,07 \approx 11 \text{ muestras}$$

- Parroquia Santa Marinita de Jesús, zona residencial:

Número de predios: 244

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 244 \times (0,04)}{243 \times (0,1)^2 + (1,96)^2 \times (0,04)}$$

$$n = 14,51 \approx 15 \text{ muestras}$$

- Parroquia Santa Marianita de Jesús, zona comercial:

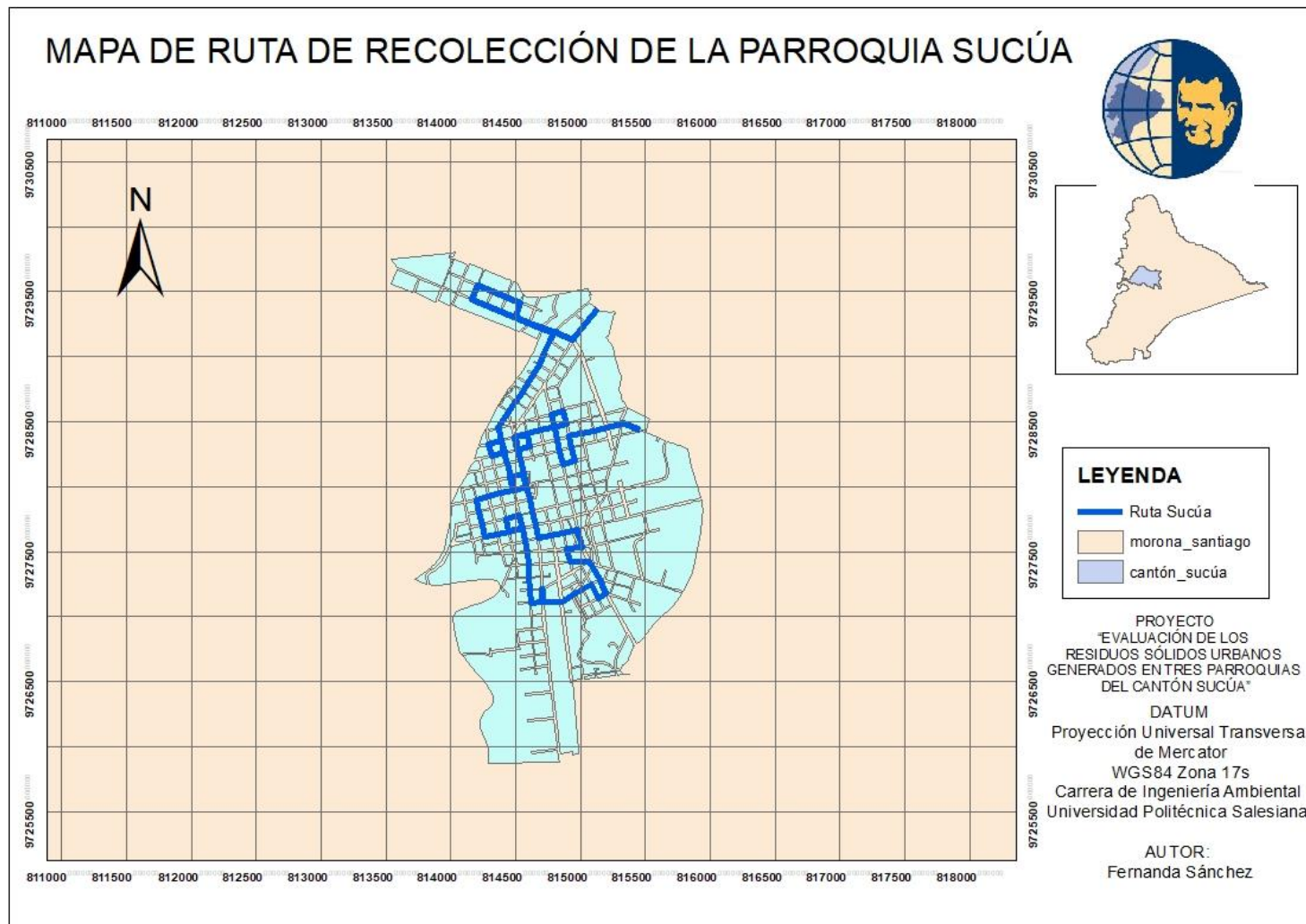
Número de predios: 15

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 15 \times (0,04)}{14 \times (0,1)^2 + (1,96)^2 \times (0,04)}$$

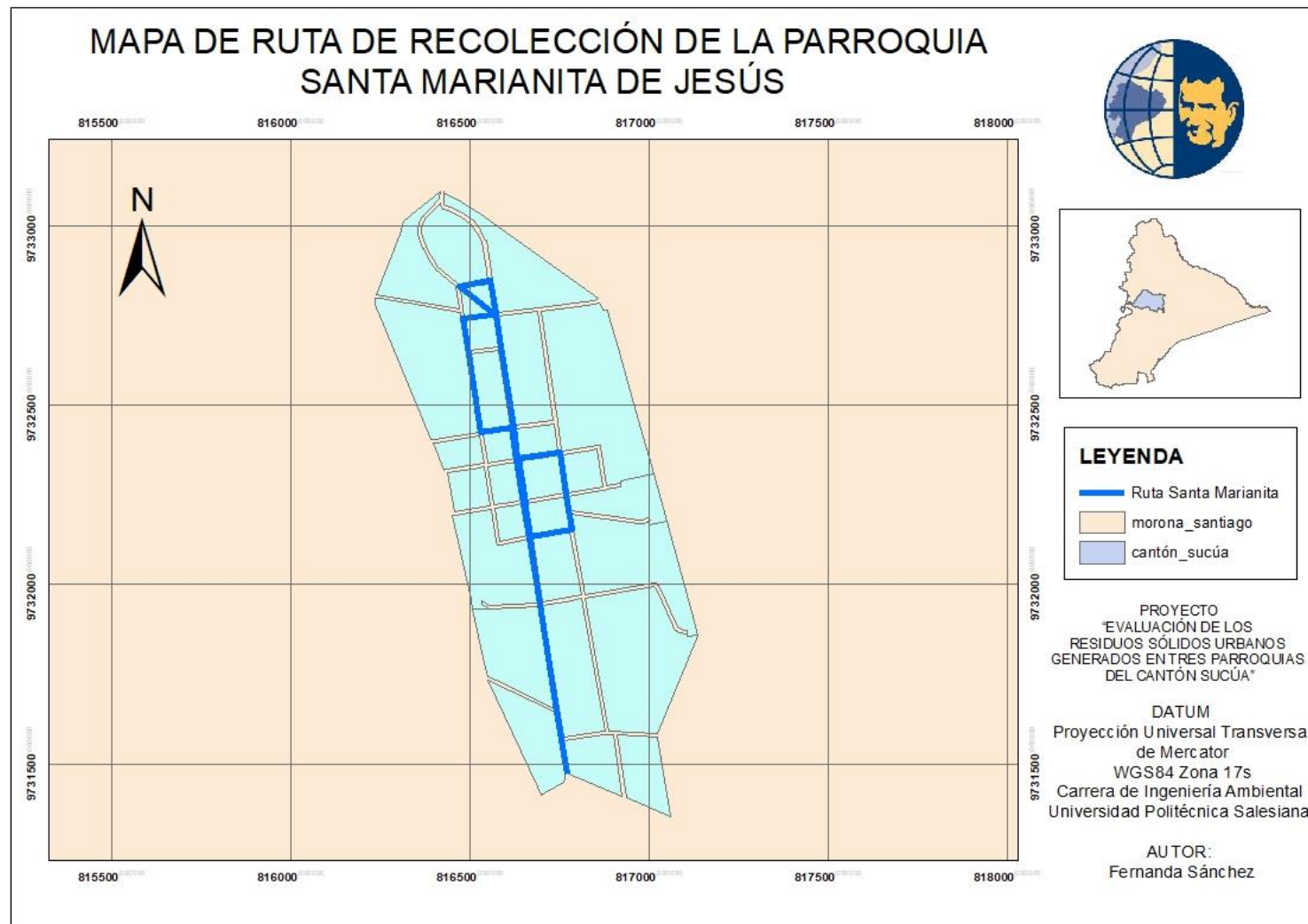
$$n = 7,85 \approx 8 \text{ muestras}$$

Anexo 11. Ruta de toma de muestras en la parroquia Sucúa



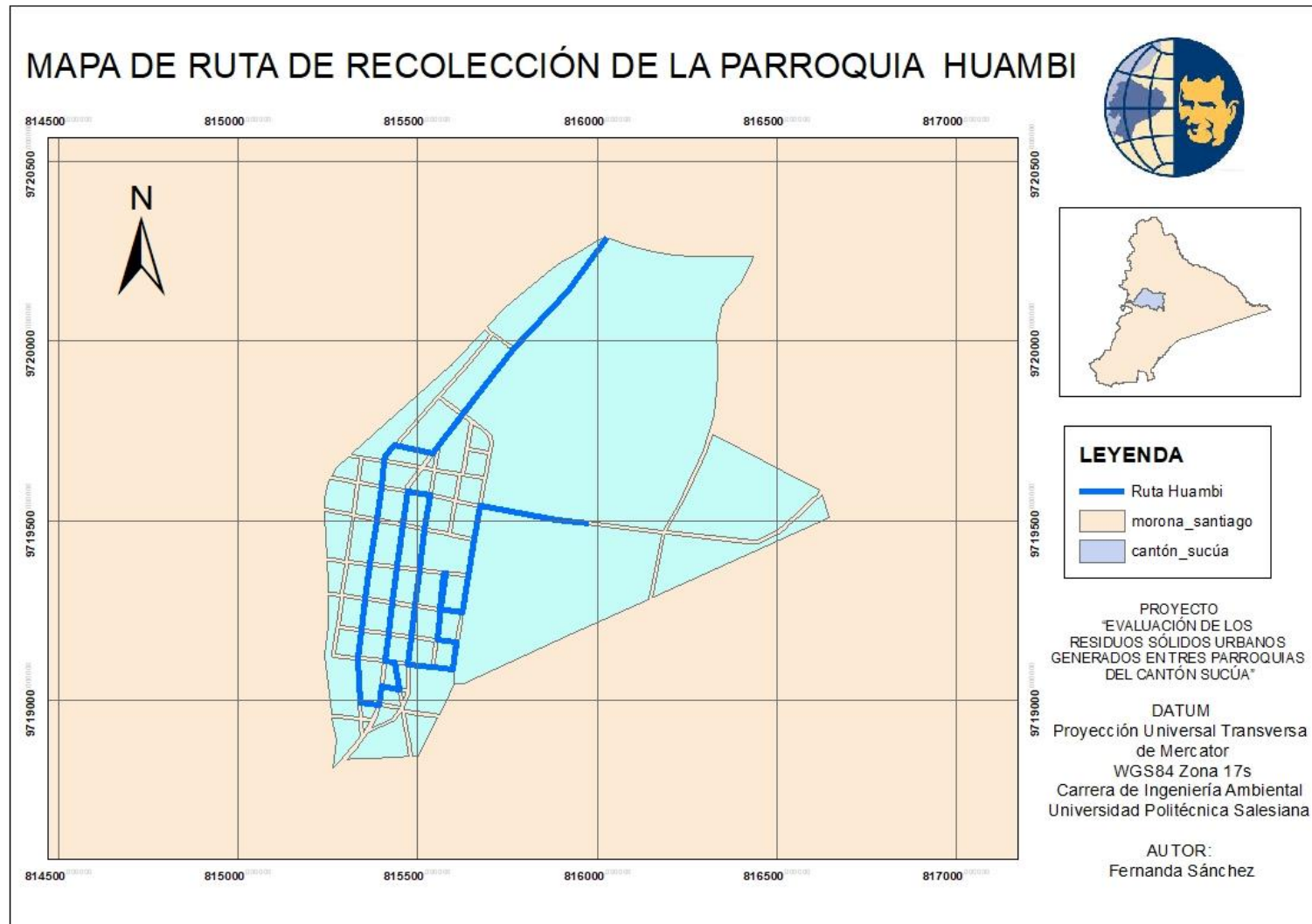
Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Ruta de toma de muestras en la parroquia Santa Marianita de Jesús



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Ruta de toma de muestras en la parroquia Huambi



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. *Camas de lombricultura en la planta de bioinsumos en la parroquia Huambi*



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. *Condiciones de los recicladores de base en el relleno sanitario de Sucúa*



Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. *Pobladores que participaron en el muestreo.*

PARROQUIA	ZONA	CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN	N° HABITANTES	UBICACIÓN DEL CONTENEDOR	
						Interior	Exterior
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR1	DIANA PALOMEQUE PALOMEQUE	VÍA A TAMBACHE Y TANKAMASH	2	X	
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR2	DAMIÁN GONZÁLEZ ESTRELLA	CARLOS JULIO AROSEMENA Y CALLE G	5		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR3	TERESA JARAMILLO ESTRELLA	CARLOS JULIO AROSEMENA	6	X	
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR4	NORMA PAZMAY HEREDIA	CALLE S Y BLANCA LÓPEZ	4		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR5	CARMEN ROJAS ALVEAR	VÍA A TAMBACHE Y CALLE 18	3	X	
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR6	HUGO YUMISACA TIÓPULO	AVENIDA SUCÚA Y 8 DE DICIEMBRE	5		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR7	BEATRIZ ROJAS AMÓN	PAKISHA Y 3 DE NOVIEMBRE	4		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR8	GUILLERMO CAIVINAGUA MOROCHO	DOMINGO COMÍN Y MIGUEL FICKE	3	X	
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR9	GLADIS MARTÍNEZ MUÑOZ	JULIO SOLÍS Y EDMUNDO CARVAJAL	4	X	
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR10	MARÍA JEMPEKAT SHUIR	JULIO SOLÍS Y MARÍA TRONCATTI	4		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR11	ÁNGELA LÓPEZ BUENAÑO	HÉROES DEL CENEP Y AVENIDA ORIENTAL	7		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR12	FAUSTO SARMIENTO PORTILLO	3 DE NOVIEMBRE Y 12 DE FEBRERO	3		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR13	ELVA SEMINARIO PERALTA	AVENIDA ORIENTAL Y KIRUBA	3		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR14	MARGARITA VERA MOSQUERA	SERAFÍN SOLÍS Y AVENIDA ORIENTAL	3		X
SUCÚA	RESIDENCIAL	SR15	MARÍA MOROCHO	VÍA TUNTAIM Y CARLOS OLSON	2	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC1	CARLOS LÓPEZ MORA	DOMINGO COMÍN Y EFRÉN ZÚÑIGA	1	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC2	WILMA ULLOA VILLAR	PÁSTOR BERNAL Y ENRIQUE ARÍZAGA	1		X
SUCÚA	COMERCIAL	SC3	SELENA ROJAS CABRERA	EDMUNDO CARVAJAL Y KIRUBA	1	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC4	INÉS SÁNCHEZ TOLEDO	DOMINGO COMÍN Y 3 DE NOVIEMBRE	2	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC5	ARIOLFO YUMBLA PACHECO	KIRUBA Y EDMUNDO CARVAJAL	4	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC6	EDGAR USHCA ACÁN	EDMUNDO CARVAJAL Y VICTORINO ABARCA	1	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC7	FANNY CÁRDENAS BERMEO	3 DE NOVIEMBRE Y EDMUNDO CARVAJAL	1	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC8	TERESA CORONEL ALVARADO	DANIEL FLORES Y EDMUNDO CARVAJAL	5		X
SUCÚA	COMERCIAL	SC9	LUCÍA TAPIA GÓMEZ	ROSENDO TORRES Y MARÍA TRONCATTI	5		X
SUCÚA	COMERCIAL	SC10	FLOR MARINA GONZÁLEZ	DANIEL FLORES Y JUAN SANGURIMA	2		X

SUCÚA	COMERCIAL	SC11	LOURDES GUTIÉRREZ PARRA	DANIEL FLORES Y DOMINGO COMIN	1	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC12	MIRTHA MENDOZA	DOMINGO COMÍN Y 3 DE NOVIEMBRE	1		X
SUCÚA	COMERCIAL	SC13	GEOVANNY GUTIÉRREZ VINTIMILLA	COMINGO COMÍN Y CARLOS OLSON	1		X
SUCÚA	COMERCIAL	SC14	NELLY USHCA ACÁN	PASTOR BERNAL Y JUAN SANGURIMA	1	X	
SUCÚA	COMERCIAL	SC15	MIGUEL CÁRDENAS PIÑA	EFRÉN ZÚÑIGA Y MARÍA TRONCATTI	3		X
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR1	ROCÍO TELLO	CALLE D Y CALLE 1	2	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR2	ALEXANDRA BENAVIDES SAMANIEGO	CALLE D Y CALLE 14	3	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR3	KIMBERLI RIERA PUENTE	TRNCAL AMAZÓNICA Y CALLE 1	2	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR4	IRMA CÓRDOVA JAYA	CALLE A Y CALLE 2	5	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR5	LIVIA GARAY GUTIÉRREZ	CALLE A Y CALLE 1	2		X
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR6	JULIA BENAVIDES TELLO	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 1	4	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR7	HUMBERTO SALINAS SAMANIEGO	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 3	2		X
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR8	GERARDO RIVERA SALINAS	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 3	6	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR9	GABRIELA BANEGAS ORTIZ	TRONCAL AMAZÓNICA	4		X
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR10	LEONOR ORTIZ CONTRERAS	CALLE B Y CALLE 19	4		X
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR11	JOSÉ VÁSQUEZ SALINAS	CALLE 18 Y CALLE B	4		X
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR12	KARINA ARIAS	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 18	5	X	
SANTA MA- RIANITA	RESIDENCIAL	SMR13	LUCÍA PINDUISACA CHUPA	TRONCAL AMAZÓNICA	5		X

SANTA MARIANITA	RESIDENCIAL	SMR14	SILVIA REINO CÓRDOVA	TRONCAL AMAZÓNICA	5	X	
SANTA MARIANITA	RESIDENCIAL	SMR15	JORGE MOLINA	TRONCAL AMAZÓNICA	1	X	
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC1	FLORINDA MATUTE TAPIA	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 6	1		X
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC2	RUTH RIVERA SAMANIEGO	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 5	4		X
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC3	ROSA CEDILLO YU	CALLE 6 Y CALLE B	4		X
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC4	PATRICIO MINCHALA REMACHE	CALLE B Y CALLE 7	3		X
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC5	MARTHA RIVERA RIVERA	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 7	5		X
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC6	ROSA LOZANO LÓPEZ	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 6	6	X	
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC7	CARLOS NARANJO CHACÓN	CALLE A Y CALLE 4	8	X	
SANTA MARIANITA	COMERCIAL	SMC8	NADIA MOSCOSO REDROVÁN	CALLE A Y CALLE 2	4		X
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR1	ÁNGEL VILLAVICENCIO MENDOZA	CUENCA Y LUIS GUTIÉRREZ	3	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR2	SILVNA PALOMEQUE ARIAS	LUIS GUTIÉRREZ Y CUENCA	3	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR3	JOSÉ VALVERDE VILLALTA	CUENCA Y CALLE 9	1		X
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR4	AZUCENA VALVERDE INTRIAGO	CUENCA Y CALLE 10	5	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR5	HILDA ARIAS ESPINOZA	2 DE OCTUBRE Y CUENCA	2	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR6	MARÍA PINCHUPÁ TUMÍN	AMAZONAS Y CUEBCA	6		X
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR7	PATRICIA NAYAPI PUENCHIR	AMAZONAS Y XAVIER MALDONADO	7	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR8	LIVIA PAREDES RIERA	XAVIER MALDONADO Y MIGUEL GÓMEZ	5		X
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR9	MARÍA ORDÓNEZ TAZA	XAVIER MALDONADO Y 17 DE JULIO	5		X
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR10	MARTHA CHILQUINGA RIVERA	VÍA AL CRISTAL Y LUIS GUTIÉRREZ	5	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR11	NARDELIA ESPINOZA VÉLEZ	FIDEL CEVALLOS Y ADELINA MENDOZA	7	X	

HUAMBI	RESIDENCIAL	HR12	YOLANDA REINO RIVERA	2 DE OCTUBRE Y FIDEL CEVALLOS	4	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR13	ZOILA ROBLES ROBLES	JOSÉ CHABLA Y 17 DE JULIO	5	X	
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR14	ROSA GUILLERMO CALDERÓN	JOSÉ CHABLA Y ADELINA MENDOZA	4		X
HUAMBI	RESIDENCIAL	HR15	ELSA MACAS GÓMEZ	TRONCAL AMAZÓNICA Y CALLE 1	3	X	
HUAMBI	COMERCIAL	HC1	NAYELI ROBLES PESÁNTEZ	CUENCA Y SUCRE	2		X
HUAMBI	COMERCIAL	HC2	LUZ SANTIAGO ABARCA	CUENCA Y SUCRE	3		X
HUAMBI	COMERCIAL	HC3	ORSI VÉLEZ RUBIO	CUENCA Y 2 DE OCTUBRE	1		X
HUAMBI	COMERCIAL	HC4	TANCRED O ARÉVALO PELÁEZ	CUENCA Y SUCRE	4	X	
HUAMBI	COMERCIAL	HC5	CRISTINA RIVERA RODRÍGUEZ	CUENCA Y MIGUEL GÓMEZ	5	X	
HUAMBI	COMERCIAL	HC6	CARMEN CALLE JARA	CUENCA Y MIGUEL GÓMEZ	2		X
HUAMBI	COMERCIAL	HC7	FRANCISCA PEÑALOZA CONTRERAS	MANUEL GONZÁLEZ Y MIGUEL CÓMEZ	2	X	
HUAMBI	COMERCIAL	HC8	CARMEN VÉLEZ CÁRDENAS	MANUEL GONZÁLEZ Y 17 DE JULIO	4		X
HUAMBI	COMERCIAL	HC9	JONNY LÓPEZ	MANUEL GONZÁLEZ Y SUCRE	4	X	
HUAMBI	COMERCIAL	HC10	LAURA PERALTA GUTIÉRREZ	CUENCA Y 17 DE JULIO	5		X
HUAMBI	COMERCIAL	HC11	BLANCA SEVILLA VÉLEZ	CUENCA Y JUAN SEVILLA	3	X	

Anexo 17. Pesos diarios de los residuos de cada vivienda de la parroquia Sucúa.

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN SUCÚA

Registro de datos al momento de recepción de las fundas con residuos

Fecha:		17/6/2019		18/6/2019		19/6/2019		20/6/2019		21/6/2019		22/6/2019		23/6/2019	
N°	Código del domicilio	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)
PARROQUIA SUCÚA															
1	SR1	0,9	0,8	0,50	0,10	1,10	0,50	0,60	0,50	0,50	0,20	0,20	0,40	4,00	0,10
2	SR2	2	1	3,00	0,50	3,50	0,60	2,00	0,30	2,00	0,30	2,10	0,60	3,00	0,50
3	SR3	1	2	0,70	1,00	1,20	0,60	2,40	2,00	2,40	1,00	3,50	1,30	1,40	2,00
4	SR4	0,3	0,2	1,40	0,80	1,10	0,20	1,50	0,60	1,80	0,50	1,40	0,90	1,60	0,30
5	SR5	0,5	1	1,00	0,10	0,30	0,90	0,90	0,09	0,50	0,08	1,50	0,30	0,60	0,07
6	SR6	2	0	1,20	2,10	1,90	1,90	2,20	1,70	3,00	0,50	1,80	1,00	2,20	1,30
7	SR7	1,9	1,5	2,50	0,40	1,20	2,00	2,10	0,50	1,50	1,10	1,00	0,80	1,00	0,40
8	SR8	0	0,2	0,60	0,90	1,10	0,10	0,50	0,05	1,80	0,09	3,00	0,80	2,00	0,10
9	SR9	7	1,1	3,00	0,50	2,50	0,50	2,50	0,50	2,70	0,10	5,00	0,80	4,00	0,50
10	SR10	1	0,8	2,50	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	1,10	0,50	1,00	0,30	4,80	0,50
11	SR11	0,5	0,4	0,90	0,10	1,20	0,60	1,00	1,40	0,80	0,60	1,10	0,80	1,00	1,00
12	SR12	2	1,2	0,90	1,40	1,20	1,20	0,90	1,10	0,60	1,20	0,90	1,80	1,00	1,00
13	SR13	1,5	2,9	1,70	0,80	1,80	0,30	2,70	0,50	2,80	0,70	1,20	1,00	2,00	0,90
14	SR14	2	1,5	0,90	0,10	1,00	0,20	1,00	0,20	2,10	1,00	0,60	0,10	0,50	2,10
15	SR15	1,5	2,9	1,00	1,50	1,40	1,00	1,20	1,00	1,20	0,90	3,00	1,00	1,50	0,60
16	SC1	0,4	0,8	0,5	0	0,50	0,30	0,70	0,60	0,50	0,40	1,00	0,70	0,60	0,50
17	SC2	3	1	0,9	0,1	3,00	0,50	1,00	0,05	0,50	0,50	0,90	0,20	0,00	0,20
18	SC3	19,5	1,1	1,2	0,5	1,40	0,50	0,50	0,30	0,90	0,60	6,60	1,00	1,00	0,05

19	SC4	6	0,8	1,2	0,5	4,50	0,90	0,00	1,00	4,00	0,10	3,90	0,70	4,50	0,10
20	SC5	5	1,8	1,5	2	9,00	0,80	2,20	1,00	3,00	1,00	2,30	1,00	4,50	1,00
21	SC6	0	0,7	0	1	0,80	4,00	0,00	3,00	0,20	2,00	0,50	2,50	0,50	0,50
22	SC7	2	1	0	0,1	0,00	1,50	0,00	0,80	0,00	1,20	0,00	2,20	0,00	0,20
23	SC8	2	0,5	1	0,06	1,20	0,50	0,90	0,40	1,20	0,40	1,00	0,00	1,10	0,08
24	SC9	1,2	1	4,5	0		1,00	5,00	1,00	2,90	1,00	6,10	2,10	4,70	0,50
25	SC10	2	0,5	1,6	0,2	2,00	0,20	0,05	2,20	2,90	0,50	1,50	0,20	2,10	0,10
26	SC11	0	0,5	0	0,02	0,00	0,10	0,00	0,60	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	0,05
27	SC12	0	0,1	0,2	0,1	0,70	0,10	0,50	0,20	1,00	0,10	0,90	0,20	0,40	0,10
28	SC13	0	0,01	0	0,01	0,00	0,10	0,00	0,05	0,00	0,50	0,00	0,09	0,00	0,01
29	SC14	0	1	0	5,3	0,00	1,00	0,00	1,10	0,00	6,50	0,00	1,00	0,00	0,50
30	SC15	1	2	0	0	1,20	0,80	0,90	0,50	0,50	0,50	0,60	0,40	0,00	0,00

Anexo 18. Pesos diarios de los residuos de cada vivienda de la parroquia Santa Marianita de Jesús.

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN SUCÚA

Registro de datos al momento de recepción de las fundas con residuos

Fecha:		17/6/2019		18/6/2019		19/6/2019		20/6/2019		21/6/2019		22/6/2019		23/6/2019	
N°	Código del domicilio	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)
PARROQUIA SANTA MARIANITA DE JESÚS															
1	SMR1	0,4	0,9	0,20	0,50	0,40	0,60	0,50	0,20	0,90	0,50	0,80	0,10	0,50	0,10
2	SMR2	0	0,5	0,00	0,20	0,00	0,60	0,00	0,20	0,00	0,40	0,00	0,20	0,00	0,30
3	SMR3	2,2	0,7	1,90	0,50	1,00	0,10	1,10	0,50	0,00	0,09	1,20	0,00	1,10	1,10
4	SMR4	1	1,2	1,10	0,80	1,50	1,90	0,00	1,20	1,50	3,90	1,60	1,50	2,00	1,10
5	SMR5	2	1	0,80	1,80	3,00	2,00	2,50	2,00	3,00	0,50	2,20	0,20	4,00	0,05
6	SMR6	1,2	0,2	0,50	0,50	0,20	0,20	0,05	0,10	0,80	0,20	0,50	0,50	0,50	0,06
7	SMR7	1	0,8	0,50	0,10	0,70	0,50	0,50	0,05	1,90	0,09	1,00	0,10	1,10	0,50
8	SMR8	0	0,9	0,00	1,20	0,00	1,50	0,00	1,70	0,00	1,50	0,00	2,00	0,00	1,50
9	SMR9	0	0,2	0,50	0,10	0,10	0,09	0,50	0,10	0,40	0,10	0,20	0,00	0,30	0,10
10	SMR10	0	1,5	0,00	0,50	0,00	0,10	0,00	0,09	0,00	0,03	0,00	0,40	0,00	1,00
11	SMR11	0	1,1	0,00	1,50	0,00	1,40	0,00	1,50	0,00	0,90	0,00	1,10	0,00	1,00
12	SMR12	0	2	0,00	2,10	0,00	1,30	0,00	1,90	0,00	2,00	0,00	1,80	0,00	1,90
13	SMR13	0	2	0,00	0,70	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,90	0,00	1,10	0,00	0,60

14	SMR1 4	0	1,5	0,00	1,10	0,00	1,30	0,00	1,00	0,00	1,10	0,00	0,90	0,00	0,50
15	SMR1 5	0	0,1	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,15	0,00	0,20	0,00	0,10	0,00	0,00
16	SMC1	3,5	2,5	1,50	0,50	1,00	0,50	3,10	0,30	0,60	2,00	2,40	0,50	1,10	0,90
17	SMC2	4	0,8	0,50	0,30	2,50	0,20	0,50	0,40	1,00	0,10	1,00	0,15	1,60	0,10
18	SMC3	2	0,5	0,20	1,10	1,50	0,20	2,70	0,10	4,00	0,90	0,40	2,40	1,00	0,10
19	SMC4	0,1	0,3	0,50	1,10	1,90	0,40	1,00	0,10	1,90	0,60	0,90	1,00	1,00	0,10
20	SMC5	0	2	0,00	2,00	0,00	2,30	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	2,50	0,00	0,90
21	SMC6	0,9	6	1,80	0,05		1,90	3,00	0,10	1,30	0,20	2,10	0,20	2,20	0,20
22	SMC7	1,2	2	1,80	2,90	1,10	1,50	1,00	1,90	0,00	0,10	2,80	2,20	2,50	2,20
23	SMC8	1,8	5	5,00	3,00	0,70	0,10	1,00	0,09	1,70	0,06	5,00	1,00	3,50	0,90

Anexo 19. Pesos diarios de los residuos de cada vivienda de la parroquia Huambi.

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN SUCÚA

Registro de datos al momento de recepción de las fundas con residuos

Fecha:		24/6/2019		25/6/2019		26/6/2019		27/6/2019		28/6/2019		29/6/2019		30/6/2019	
N°	Código del domicilio	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)	Peso org. (kg)	Peso in. (kg)
PARROQUIA HUAMBI															
1	HR1	0	0,5	0,00	0,10	0,00	0,20	0,00	0,70	0,00	0,60	0,00	0,60	0,00	0,50
2	HR2	0,9	0,2	0,90	0,30	1,10	0,50	0,80	0,30	1,20	0,50	0,80	0,40	1,20	0,60
3	HR3	1	0,5	1,10	0,80	0,90	0,10	2,00	0,90	1,30	1,10	0,90	1,00	2,00	1,90
4	HR4	1,5	0,3	1,80	0,40	1,30	0,20	1,20	0,50	1,90	0,60	1,80	0,30	1,10	0,10
5	HR5	1,6	1	1,20	0,10	3,50	0,20	2,00	0,10	1,60	0,10	2,80	0,10	3,00	0,10
6	HR6	0,5	1	0,70	2,00	2,50	0,70	3,00	2,70	2,10	2,00	0,80	0,80	3,00	2,00
7	HR7	10	2,5	4,50	1,00	2,50	1,50	0,00	1,60	3,00	1,50	7,50	0,00	2,90	1,00
8	HR8	0	0,4	0,00	0,40	0,00	0,50	0,00	0,20	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,50
9	HR9	3,9	2,3	0,90	1,70	0,50	0,20	2,10	1,90	1,00	1,50	0,20	0,70	1,20	1,00
10	HR10	0	0,3	0,00	0,90	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20
11	HR11	0	0,5	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,60	0,00	0,20	0,00	0,50
12	HR12	2,5	2	3,10	2,10	2,40	1,50	2,50	1,90	4,10	1,00	3,00	1,10	2,00	1,50
13	HR13	1,5	2	1,50	0,10	0,90	0,10	2,70	0,40	1,10	0,10	0,60	0,10	3,00	1,10
14	HR14	0	1,1	0,00	0,90	0,00	2,50	0,00	1,50	0,00	1,90	0,00	2,00	0,00	2,30
15	HR15	0	1	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	0,50	0,00	0,60	0,00	0,50	0,00	1,00
16	HC1	0	0,4	0,00	1,70	0,00	1,00	0,00	1,20	0,00	1,10	0,00	1,50	0,00	0,60
17	HC2	0	0,1	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00
18	HC3	0	0,8	0,00	0,50	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,30	0,00	0,50	0,00	0,30

19	HC4	0	1,3	0,00	1,50	0,00	1,30	0,00	1,10	0,00	0,45	0,00	1,00	0,00	1,50
20	HC5	0	3	0,00	0,50	0,00	1,70	0,00	1,00	0,00	1,20	0,00	1,10	0,00	0,90
21	HC6	0	0,5	0,00	0,60	0,00	0,10	0,00	0,50	0,00	0,40	0,00	0,60	0,00	0,40
22	HC7	0	0,5	0,00	0,20	0,00	0,30	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,10	0,00	0,30
23	HC8	0	0,5	0,00	0,20	0,00	0,40	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,20	0,00	0,50
24	HC9	1,2	0,9	1,10	1,00	1,00	1,50	1,40	0,80	1,50	0,70	1,10	0,90	1,80	0,90
25	HC10	0,05	0,9	0,60	1,00	0,10	0,60	0,10	0,50	0,90	0,20	0,90	0,10	0,00	1,00
26	HC11	1	0,5	0,90	0,50	1,00	0,50	1,60	0,20	2,10	1,10	4,90	0,20	2,00	0,10

Anexo 20. Cálculo de densidad para cada parroquia.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN SUCÚA
CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA SUCÚA

Fecha	No.	Diámetro del cilindro (m)	Altura total del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad inorgánicos (kg/m3)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad orgánicos (kg/m3)
18/6/2019	1	0,56	0,885	0,16	18,40	0,18	103,04	0,15	50,20	0,18	277,30
19/6/2019	1			0,20	16,90	0,17	100,17	0,11	50,90	0,19	266,65
20/6/2019	1			0,22	17,10	0,16	104,40	0,12	53,10	0,19	281,82
21/6/2019	1			0,14	20,10	0,18	109,54	0,14	56,20	0,18	306,28
22/6/2019	1			0,16	21,10	0,18	118,16	0,15	55,70	0,18	307,68
23/6/2019	1			0,20	17,40	0,17	103,13	0,14	57,30	0,18	312,27

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN SUCÚA

CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA SANTA MARIANITA DE JESÚS

Fecha	No.	Volumen (m3)	Altura total del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad inorgánicos (kg/m3)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad orgánicos (kg/m3)
18/6/2019	1	0,56	0,885	0,17	19,20	0,18	109,03	0,14	57,10	0,18	311,18
19/6/2019	1			0,19	17,90	0,17	104,57	0,14	56,10	0,18	305,73

20/6/2019	1			0,22	17,30	0,16	105,62	0,12	59,00	0,19	313,13
21/6/2019	1			0,15	18,80	0,18	103,85	0,16	52,10	0,18	291,76
22/6/2019	1			0,14	19,10	0,18	104,09	0,13	55,20	0,19	296,84
23/6/2019	1			0,17	17,90	0,18	101,64	0,12	58,90	0,19	312,60

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN SUCÚA

CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA HUAMBI

Fecha	No.	Volumen (m3)	Altura total del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad inorgánicos (kg/m3)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad orgánicos (kg/m3)
25/6/2019	1	0,56	0,885	0,15	19,10	0,18	105,51	0,14	58,20	0,18	317,18
26/6/2019	1			0,13	19,90	0,19	107,01	0,12	54,10	0,19	287,12
27/6/2019	1			0,17	19,70	0,18	111,86	0,14	51,90	0,18	282,84
28/6/2019	1			0,18	17,90	0,17	103,09	0,15	55,00	0,18	303,81
29/6/2019	1			0,14	19,30	0,18	105,18	0,17	52,40	0,18	297,55
30/6/2019	1			0,14	19,80	0,18	107,91	0,13	59,00	0,19	317,28

Anexo 21. Cálculo de la composición física de las muestras de las tres parroquias

**PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL CANTÓN SUCÚA
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE SUCÚA**

Fecha de recolección		Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7			
		Peso en kg															
No.	Material																Promedio
1	Papel y cartón	4,50	4,66%	2,50	4,86%	6,10	9,37%	2,90	5,26%	4,54	6,87%	5,30	6,57%	2,20	3,40%	6,06%	
2	Madera y follaje	1,00	1,04%	0,00	0,00%	0,50	0,77%	2,40	4,36%	0,15	0,23%	1,10	1,36%	0,30	0,46%	1,20%	
3	Residuos orgánicos	66,20	68,59%	34,90	67,90%	45,30	69,59%	34,29	62,24%	42,40	64,20%	59,10	73,24%	51,90	80,17%	69,56%	
4	Plásticos	5,20	5,39%	4,70	9,14%	4,00	6,14%	4,50	8,17%	5,20	7,87%	3,10	3,84%	3,70	5,72%	6,81%	
5	Metales	1,50	1,55%	0,00	0,00%	1,40	2,15%	0,20	0,36%	1,30	1,97%	0,90	1,12%	0,00	0,00%	0,93%	
6	Vidrio	4,30	4,46%	1,10	2,14%	0,70	1,08%	1,20	2,18%	1,10	1,67%	2,10	2,60%	0,70	1,08%	1,79%	
7	Inorgánicos	1,10	1,14%	0,50	0,97%	0,50	0,77%	0,90	1,63%	1,70	2,57%	0,50	0,62%	0,40	0,62%	1,20%	
8	Residuos especiales	0,21	0,22%	0,09	0,18%	0,05	0,08%	0,00	0,00%	0,01	0,02%	0,00	0,00%	0,04	0,06%	0,05%	
9	No reciclables	12,50	12,95%	7,61	14,81%	6,55	10,06%	8,70	15,79%	9,64	14,60%	8,59	10,65%	5,50	8,50%	12,40%	
TOTAL		96,51	100,00%	51,40	100,00%	65,10	100,00%	55,09	100,00%	66,04	100,00%	80,69	100,00%	64,74	100,00%	100,00%	

**PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL CANTÓN SUCÚA
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE SANTA MARIANITA**

Fecha de recolección		Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Promedio
No.	Material	Peso en kg														
1	Papel y cartón	5,50	11,58%	4,50	11,41%	4,20	11,29%	2,10	6,06%	3,10	8,52%	4,20	9,99%	3,30	8,77%	9,34%
2	Madera y follaje	2,10	4,42%	1,00	2,53%	0,80	2,15%	0,50	1,44%	0,90	2,47%	1,10	2,62%	0,50	1,33%	2,09%
3	Residuos orgánicos	18,10	38,11%	16,80	42,59%	17,40	46,79%	17,45	50,39%	18,00	49,49%	22,10	52,56%	22,40	59,56%	50,23%
4	Plásticos	3,90	8,21%	3,60	9,13%	4,00	10,76%	3,80	10,97%	4,30	11,82%	3,25	7,73%	4,00	10,64%	10,17%
5	Metales	1,40	2,95%	1,10	2,79%	0,90	2,42%	1,20	3,47%	0,90	2,47%	0,50	1,19%	1,11	2,95%	2,55%
6	Vidrio	1,40	2,95%	1,20	3,04%	0,90	2,42%	0,90	2,60%	1,10	3,02%	1,10	2,62%	0,90	2,39%	2,68%

7	Inorgánicos	1,50	3,16%	3,80	9,63%	0,60	1,61%	0,90	2,60%	1,50	4,12%	1,90	4,52%	0,80	2,13%	4,10%
8	Residuos especiales	0,10	0,21%	0,10	0,25%	0,00	0,00%	0,01	0,03%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,05%
9	No reciclables	13,50	28,42%	7,35	18,63%	8,39	22,56%	7,77	22,44%	6,57	18,06%	7,90	18,79%	4,60	12,23%	18,79%
TOTAL		47,50	100,00%	39,45	100,00%	37,19	100,00%	34,63	100,00%	36,37	100,00%	42,05	100,00%	37,61	100,00%	100,00%

PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL CANTÓN SUCÚA
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE HUAMBI

Fecha de recolección		Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		
No.	Material	Peso en kg														Promedio
1	Papel y cartón	3,00	5,92%	3,50	9,02%	3,40	9,58%	3,10	7,65%	3,30	7,85%	2,90	7,14%	4,50	10,00%	8,54%
2	Madera y follaje	1,30	2,57%	0,00	0,00%	0,50	1,41%	0,90	2,22%	1,20	2,85%	0,10	0,25%	1,00	2,22%	1,49%
3	Residuos orgánicos	25,65	50,64%	18,30	47,16%	17,70	49,86%	19,40	47,90%	21,80	51,84%	25,30	62,32%	23,20	51,56%	51,77%
4	Plásticos	5,50	10,86%	4,30	11,08%	4,80	13,52%	4,70	11,60%	4,90	11,65%	3,44	8,47%	4,50	10,00%	11,06%
5	Metales	1,40	2,76%	0,60	1,55%	1,00	2,82%	0,80	1,98%	1,20	2,85%	0,04	0,10%	1,50	3,33%	2,10%
6	Vidrio	1,50	2,96%	1,60	4,12%	0,90	2,54%	0,90	2,22%	1,90	4,52%	1,30	3,20%	1,20	2,67%	3,21%
7	Inorgánicos	3,00	5,92%	1,00	2,58%	0,69	1,94%	0,30	0,74%	2,00	4,76%	1,00	2,46%	0,50	1,11%	2,27%
8	Residuos especiales	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,01	0,03%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,02	0,05%	0,00	0,00%	0,01%
9	No reciclables	9,30	18,36%	9,50	24,48%	6,50	18,31%	10,40	25,68%	5,75	13,67%	6,50	16,01%	8,60	19,11%	19,54%
TOTAL		50,65	100,00%	38,80	100,00%	35,50	100,00%	40,50	100,00%	42,05	100,00%	40,60	100,00%	45,00	100,00%	100,00%

Anexo 22. *Cálculos de GPC de la parroquia Sucúa para la comparación con el estudio del año 2014.*

RESIDUOS INORGÁNICOS													
Código de vivienda	No. Hab	Mar. kg	gpc kg/hab/día	Mierc. kg	gpc kg/hab/día	Jue. kg	gpc kg/hab/día	Vier. kg	gpc kg/hab/día	Sáb. kg	gpc kg/hab/día	Dom. kg	gpc kg/hab/día
SR1	2	0,10	0,05	0,50	0,25	0,50	0,25	0,20	0,10	0,40	0,20	0,10	0,05
SR2	5	0,50	0,10	0,60	0,12	0,30	0,06	0,30	0,06	0,60	0,12	0,50	0,10
SR3	6	1,00	0,17	0,60	0,10	2,00	0,33	1,00	0,17	1,30	0,22	2,00	0,33
SR4	4	0,80	0,40	0,20	0,05	0,60	0,15	0,50	0,13	0,90	0,23	0,30	0,08
SR5	3	0,10	0,03	0,90	0,30	0,09	0,03	0,08	0,03	0,30	0,10	0,07	0,02
SR6	5	2,10	0,42	1,90	0,38	1,70	0,34	0,50	0,10	1,00	0,20	1,30	0,26
SR7	4	0,40	0,20	2,00	0,50	0,50	0,13	1,10	0,28	0,80	0,20	0,40	0,10
SR8	3	0,90	0,30	0,10	0,03	0,05	0,02	0,09	0,03	0,80	0,27	0,10	0,03
SR9	4	0,50	0,13	0,50	0,13	0,50	0,13	0,10	0,03	0,80	0,20	0,50	0,13
SR10	4	0,20	0,10	0,20	0,05	0,20	0,05	0,50	0,13	0,30	0,08	0,50	0,13
SR11	7	0,10	0,01	0,60	0,09	1,40	0,20	0,60	0,09	0,80	0,11	1,00	0,14
SR12	3	1,40	0,47	1,20	0,40	1,10	0,37	1,20	0,40	1,80	0,60	1,00	0,33
SR13	2	0,80	0,40	0,30	0,15	0,50	0,25	0,70	0,35	1,00	0,50	0,90	0,45
SR14	3	0,10	0,03	0,20	0,07	0,20	0,07	1,00	0,33	0,10	0,03	2,10	0,70
SR15	3	1,50	0,50	1,00	0,33	1,00	0,33	0,90	0,30	1,00	0,33	0,60	0,20
SC1	1	0,50	0,25	0,50	0,50	0,70	0,70	0,50	0,50	1,00	1,00	0,60	0,60
SC2	1	0,90	0,90	3,00	3,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,90	0,90	0,00	0,00
SC3	1	1,20	1,20	1,40	1,40	0,50	0,50	0,90	0,90	6,60	6,60	1,00	1,00
SC4	2	1,20	0,60	4,50	2,25	0,00	0,00	4,00	2,00	3,90	1,95	4,50	2,25
SC5	4	1,50	0,38	9,00	2,25	2,20	0,55	3,00	0,75	2,30	0,58	4,50	1,13
SC6	1	0,00	0,00	0,80	0,80	0,00	0,00	0,20	0,20	0,50	0,50	0,50	0,50
SC7	1	0,9	0,45	3	3,00	1	1,00	0,5	0,50	0,9	0,90	0	0,00
SC8	5	1,00	0,20	1,20	0,24	0,90	0,18	1,20	0,24	1,00	0,20	1,10	0,22
SC9	5	4,50	0,90	0,00	0,00	5,00	1,00	2,90	0,58	6,10	1,22	4,70	0,94

SC10	4	1,60	0,80	2,00	0,50	0,05	0,01	2,90	0,73	8,00	2,00	2,10	0,53
SC11	1	0,2	0,20	0,7	0,70	0,5	0,50	1	1,00	0,9	0,90	0,1	0,10
SC12	1	0,20	0,20	0,70	0,70	0,50	0,50	1,00	1,00	0,90	0,90	0,40	0,40
SC13	1	0	0,00	0,8	0,80	0	0,00	0,2	0,20	0,5	0,50	0,5	0,50
SC14	3	0,5	0,17	0,7	0,23	0,9	0,30	0,5	0,17	0,6	0,20	0,5	0,17
SC15	3	0,50	0,17	0,70	0,23	0,90	0,30	0,50	0,17	0,60	0,20	0,50	0,17
Total	92	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7	
MÍNIMO		0,00		0,00		0,00		0,03		0,03		0,00	
MEDIO		0,20		0,32		0,25		0,26		0,30		0,21	
MÁXIMO		1,20		3,00		1,00		2,00		6,60		2,25	
DESVIACIÓN		0,30		0,85		0,30		0,42		1,22		0,47	

RESIDUOS ORGÁNICOS													
Código de vivienda	No. Hab	Mar. kg	gpc kg/hab/día	Mierc. kg	gpc kg/hab/día	Jue. kg	gpc kg/hab/día	Vier. kg	gpc kg/hab/día	Sáb. kg	gpc kg/hab/día	Dom. kg	gpc kg/hab/día
SR1	2	0,50	0,25	1,10	0,55	0,60	0,30	0,50	0,25	0,20	0,10	4,00	2,00
SR2	5	3,00	0,60	3,50	0,70	2,00	0,40	2,00	0,40	2,10	0,42	3,00	0,60
SR3	6	0,70	0,12	1,20	0,20	2,40	0,40	2,40	0,40	3,50	0,58	1,40	0,23
SR4	4	1,40	0,35	1,10	0,28	1,50	0,38	1,80	0,45	1,40	0,35	1,60	0,40
SR5	3	1,00	0,33	0,30	0,10	0,90	0,30	0,50	0,17	1,50	0,50	0,60	0,20
SR6	5	1,20	0,24	1,90	0,38	2,20	0,44	3,00	0,60	1,80	0,36	2,20	0,44
SR7	4	2,50	0,63	1,20	0,30	2,10	0,53	1,50	0,38	1,00	0,25	1,00	0,25
SR8	3	0,60	0,20	1,10	0,37	0,50	0,17	1,80	0,60	3,00	1,00	2,00	0,67
SR9	4	3,00	0,75	2,50	0,63	2,50	0,63	2,70	0,68	5,00	1,25	4,00	1,00
SR10	4	2,50	0,63	1,00	0,25	1,00	0,25	1,10	0,28	1,00	0,25	4,80	1,20
SR11	7	0,90	0,13	1,20	0,17	1,00	0,14	0,80	0,11	1,10	0,16	1,00	0,14
SR12	3	0,90	0,30	1,20	0,40	0,90	0,30	0,60	0,20	0,90	0,30	1,00	0,33
SR13	2	1,70	0,85	1,80	0,90	2,70	1,35	2,80	1,40	1,20	0,60	2,00	1,00

SR14	3	0,90	0,30	1,00	0,33	1,00	0,33	2,10	0,70	0,60	0,20	0,50	0,17
SR15	3	1,00	0,33	1,40	0,47	1,20	0,40	1,20	0,40	3,00	1,00	1,50	0,50
SC1	1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,70	0,70	0,50	0,50	1,00	1,00	0,60	0,60
SC2	1	0,90	0,90	3,00	3,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,90	0,90	0,00	0,00
SC3	1	1,20	1,20	1,40	1,40	0,50	0,50	0,90	0,90	6,60	6,60	1,00	1,00
SC4	2	1,20	0,60	4,50	2,25	0,00	0,00	4,00	2,00	3,90	1,95	4,50	2,25
SC5	4	1,50	0,38	9,00	2,25	2,20	0,55	3,00	0,75	2,30	0,58	4,50	1,13
SC6	1	0,00	0,00	0,80	0,80	0,00	0,00	0,20	0,20	0,50	0,50	0,50	0,50
SC8	5	1,00	0,20	1,20	0,24	0,90	0,18	1,20	0,24	1,00	0,20	1,10	0,22
SC9	5	4,50	0,90	0,00	0,00	5,00	1,00	2,90	0,58	6,10	1,22	4,70	0,94
SC10	4	1,60	0,40	2,00	0,50	0,05	0,01	2,90	0,73	8,00	2,00	2,10	0,53
SC12	1	0,20	0,20	0,70	0,70	0,50	0,50	1,00	1,00	0,90	0,90	0,40	0,40
SC15	3	0,50	0,17	0,70	0,23	0,90	0,30	0,50	0,17	0,60	0,20	0,50	0,17
Total	86,00	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7	
MÍNIMO		0,00		0,00		0,00		0,11		0,10		0,00	
MEDIO		0,34		0,43		0,39		0,48		0,54		0,50	
MÁXIMO		1,20		3,00		1,35		2,00		6,60		2,25	
DESVIACIÓN		0,30		0,74		0,32		0,42		1,27		0,55	

Anexo 23. Cálculos de GPC de la parroquia Huambi para la comparación con el estudio del año 2014.

RESIDUOS INORGÁNICOS													
Código de vivienda	No. Hab	Mar. kg	GPC kg/hab/día	Mierc. kg	GPC kg/hab/día	Jue. kg	GPC kg/hab/día	Vier. kg	GPC kg/hab/día	Sáb. kg	GPC kg/hab/día	Dom. kg	GPC kg/hab/día
HR1	3	0,10	0,03	0,20	0,07	0,70	0,23	0,60	0,20	0,60	0,20	0,50	0,17
HR2	3	0,30	0,10	0,50	0,17	0,30	0,10	0,50	0,17	0,40	0,13	0,60	0,20
HR3	1	0,80	0,80	0,10	0,10	0,90	0,90	1,10	1,10	1,00	1,00	1,90	1,90
HR4	5	0,40	0,08	0,20	0,04	0,50	0,10	0,60	0,12	0,30	0,06	0,10	0,02
HR5	2	0,10	0,05	0,20	0,10	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05
HR6	6	2,00	0,33	0,70	0,12	2,70	0,45	2,00	0,33	0,80	0,13	2,00	0,33
HR7	7	1,00	0,14	1,50	0,21	1,60	0,23	1,50	0,21	0,00	0,00	1,00	0,14
HR8	5	0,40	0,08	0,50	0,10	0,20	0,04	1,00	0,20	0,50	0,10	0,50	0,10
HR9	5	1,70	0,34	0,20	0,04	1,90	0,38	1,50	0,30	0,70	0,14	1,00	0,20
HR10	5	0,90	0,18	0,50	0,10	0,50	0,10	0,20	0,04	0,20	0,04	0,20	0,04
HR11	7	0,50	0,07	0,50	0,07	0,50	0,07	0,60	0,09	0,20	0,03	0,50	0,07
HR12	4	2,10	0,53	1,50	0,38	1,90	0,48	1,00	0,25	1,10	0,28	1,50	0,38
HR13	5	0,10	0,02	0,10	0,02	0,40	0,08	0,10	0,02	0,10	0,02	1,10	0,22
HR14	4	0,90	0,23	2,50	0,63	1,50	0,38	1,90	0,48	2,00	0,50	2,30	0,58
HR15	3	1,00	0,33	0,60	0,20	0,50	0,17	0,60	0,20	0,50	0,17	1,00	0,33
HC1	2	1,70	0,85	1,00	0,50	1,20	0,60	1,10	0,55	1,50	0,75	0,60	0,30
HC2	3	0,50	0,17	0,50	0,17	1,00	0,33	1,00	0,33	0,60	0,20	1,00	0,33
HC3	1	0,50	0,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,50	0,50	0,30	0,30
HC4	4	1,50	0,38	1,30	0,33	1,10	0,28	0,45	0,11	1,00	0,25	1,50	0,38
HC5	5	0,50	0,10	1,70	0,34	1,00	0,20	1,20	0,24	1,10	0,22	0,90	0,18
HC6	2	0,60	0,30	0,10	0,05	0,50	0,25	0,40	0,20	0,60	0,30	0,40	0,20
HC7	2	0,20	0,10	0,30	0,15	0,40	0,20	0,40	0,20	0,10	0,05	0,30	0,15
HC8	4	0,20	0,05	0,40	0,10	0,10	0,03	0,10	0,03	0,20	0,05	0,50	0,13
HC9	4	1,00	0,25	1,50	0,38	0,80	0,20	0,70	0,18	0,90	0,23	0,90	0,23
HC10	5	1,00	0,20	0,60	0,12	0,50	0,10	0,20	0,04	0,10	0,02	1,00	0,20

HC11	3	0,50	0,17	0,50	0,17	0,20	0,07	1,10	0,37	0,20	0,07	0,10	0,03
Total	100	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7	
MÍNIMO		0,02		0,02		0,03		0,02		0,00		0,02	
MEDIO		0,17		0,12		0,20		0,20		0,14		0,20	
MÁXIMO		0,85		0,63		0,90		1,10		1,00		1,90	
DESVIA- CIÓN		0,22		0,15		0,20		0,22		0,24		0,36	

RESIDUOS ORGÁNICOS													
Código de vi- vienda	No. Hab	Mar. kg	GPC kg/hab/día	Mierc. kg	GPC kg/hab/día	Jue. kg	GPC kg/hab/día	Vier. kg	GPC kg/hab/día	Sáb. kg	GPC kg/hab/día	Dom. kg	GPC kg/hab/día
HR2	3	0,90	0,30	1,10	0,37	0,80	0,27	1,20	0,40	0,80	0,27	1,20	0,40
HR3	1	1,10	1,10	0,90	0,90	2,00	2,00	1,30	1,30	0,90	0,90	2,00	2,00
HR4	5	1,80	0,36	1,30	0,26	1,20	0,24	1,90	0,38	1,80	0,36	1,10	0,22
HR5	2	1,20	0,60	3,50	1,75	2,00	1,00	1,60	0,80	2,80	1,40	3,00	1,50
HR6	6	0,70	0,12	2,50	0,42	3,00	0,50	2,10	0,35	0,80	0,13	3,00	0,50
HR7	7	4,50	0,64	2,50	0,36	0,00	0,00	3,00	0,43	7,50	1,07	2,90	0,41
HR9	5	0,90	0,18	0,50	0,10	2,10	0,42	1,00	0,20	0,20	0,04	1,20	0,24
HR12	4	3,10	0,78	2,40	0,60	2,50	0,63	4,10	1,03	3,00	0,75	2,00	0,50
HR13	5	1,50	0,30	0,90	0,18	2,70	0,54	1,10	0,22	0,60	0,12	3,00	0,60
HC8	4	1,10	0,28	1,00	0,25	1,40	0,35	1,50	0,38	1,10	0,28	1,80	0,45
HC9	4	1,10	0,28	1,00	0,25	1,40	0,35	1,50	0,38	1,10	0,28	1,80	0,45
HC10	5	0,60	0,12	0,10	0,02	0,10	0,02	0,90	0,18	0,90	0,18	0,00	0,00
HC11	3	0,90	0,30	1,00	0,33	1,60	0,53	2,10	0,70	4,90	1,63	2,00	0,67
		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7	
MÍNIMO		0,12		0,02		0,00		0,18		0,04		0,00	
MEDIO		0,30		0,33		0,42		0,38		0,28		0,45	
MÁXIMO		1,10		1,75		2,00		1,30		1,63		2,00	
DESVIACIÓN		0,29		0,45		0,51		0,34		0,53		0,54	

Anexo 24. Caracterización de los residuos del cantón Sucúa para el análisis comparativo.

Caracterización de RSU del cantón Sucúa									
Día	Papel y cartón	Madera y follaje	Residuos orgánicos	Plásticos	Metales	Vidrio	Inorgánicos	Residuos especiales	No reciclables
Día 2	6,2%	0,0%	71,8%	9,2%	0,6%	2,8%	1,5%	0,1%	14,4%
Día 3	8,0%	0,8%	68,5%	7,4%	2,0%	1,3%	1,0%	0,1%	9,3%
Día 4	5,2%	2,9%	63,4%	8,0%	0,9%	1,8%	1,1%	0,0%	15,1%
Día 5	5,9%	1,0%	66,9%	7,6%	1,9%	2,3%	2,8%	0,0%	14,1%
Día 6	5,3%	0,8%	76,3%	4,2%	0,6%	2,2%	1,0%	0,0%	10,3%
Día 7	5,2%	1,0%	73,3%	6,3%	1,2%	1,5%	0,7%	0,0%	8,5%
Promedio	5,9%	1,1%	70,0%	7,1%	1,2%	2,0%	1,3%	0,0%	12,0%

Anexo 25. Caracterización de RSU de las parroquias Huambi y Sucúa para la comparación con el estudio del año 2014.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN SUCÚA

CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA SUCÚA

Fecha	No.	Diámetro del cilindro (m)	Altura total del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad inorgánicos (kg/m ³)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad orgánicos (kg/m ³)
18/6/2019	1	0,56	0,885	0,16	18,40	0,18	103,04	0,15	50,20	0,18	277,30
19/6/2019	1			0,20	16,90	0,17	100,17	0,11	50,90	0,19	266,65
20/6/2019	1			0,22	17,10	0,16	104,40	0,12	53,10	0,19	281,82
21/6/2019	1			0,14	20,10	0,18	109,54	0,14	56,20	0,18	306,28
22/6/2019	1			0,16	21,10	0,18	118,16	0,15	55,70	0,18	307,68
23/6/2019	1			0,20	17,40	0,17	103,13	0,14	57,30	0,18	312,27

CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA SUCÚA

18/6/2019	19/6/2019	20/6/2019	21/6/2019	22/6/2019	23/6/2019	Promedio
190,17	133,38	193,11	207,91	212,92	207,70	190,87

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN SUCÚA

CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA HUAMBI

Fecha	No.	Volumen (m3)	Altura total del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad inorgánicos (kg/m3)	Altura libre del cilindro (m)	Peso total (kg)	Volumen	Densidad orgánicos (kg/m3)
25/6/2019	1	0,56	0,885	0,15	19,10	0,18	105,51	0,14	58,20	0,18	317,18
26/6/2019	1			0,13	19,90	0,19	107,01	0,12	54,10	0,19	287,12
27/6/2019	1			0,17	19,70	0,18	111,86	0,14	51,90	0,18	282,84
28/6/2019	1			0,18	17,90	0,17	103,09	0,15	55,00	0,18	303,81
29/6/2019	1			0,14	19,30	0,18	105,18	0,17	52,40	0,18	297,55
30/6/2019	1			0,14	19,80	0,18	107,91	0,13	59,00	0,19	317,28

CÁLCULO DE DENSIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PARROQUIA SUCÚA

25/6/2019	26/6/2019	27/6/2019	28/6/2019	29/6/2019	30/6/2019	Promedio
158,66	143,62	197,35	203,45	148,86	158,70	168,44

BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P., & Zepeda, F. (1997). *Disagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe*. Washington.
- Agenda 21. (1992). Obtenido de <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm>
- Albarracín, N., Alfonso, F., Florez, P., & Guerrero, A. (2014). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de lo Residuos Sólidos Urbanos*. Aguazul.
- AME-INEC. (2017). *Ecuador en cifras*. Obtenido de Registro de Gestión de Residuos Sólidos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- André, F. J., & Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. 22.
- AsamTech. (2014). *Estudio y diseño definitivo de cierre técnico de botaderos y celda emergente para el Paquete 8 conformado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Atahualpa y Portovelo, Provincia de El Oro, Macas y Sucúa Provincia de Morona Santiago*. Ministerio del Ambiente, Quito.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Situación de la gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe*.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (1997). *Guía para l manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. Lima.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. (19 de Octubre de 2010). Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/C%C3%B3digo-Org%C3%A1nico-de-Organizaci%C3%B3n-Territorial-Autonom%C3%ADa-y-Descentralizaci%C3%B3n-COOTAD.pdf>
- Código Orgánico del Ambiente. (12 de Abril de 2017). Obtenido de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Collazos Peñaloza, H., & Duque Muñoz, R. (1988). *Residuos sólidos*. Santafé de Bogotá, D.C.: ACODAL.
- Colomer Mendoza, F. J., & Gallardo Izquierdo, A. (2013). *Tratamiento y gestión de Residuos sólidos*. México: LIMUSA S.A. .
- Constitución de la República del Ecuador . (20 de Octubre de 2008). Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/CONSTITUCI%C3%93N-DE-LA-REP%C3%9ABLICA-DEL-ECUADOR.pdf>
- Contreras Santos, M. J. (2008). Evaluación de experiencias locales urbanas desde el concepto de sostenibilidad: el caso de los desechos sólidos del municipio de Los Patios (Norte de Santander, Colombia). 109-134.
- Enciclopedia Ambiental Ambientum. (s.f.). *Ambientum*. Obtenido de Características físicas de los residuos sólidos urbanos: www.ambientum.com

- Euformación Consultores, S.L. (2015). *Gestión integral de residuos sólidos / 2a edición*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Funfola, J., & Gallardo, A. (2009). Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas.
- GAD Municipal Cantón Sucúa. (23 de 07 de 2019). Sucúa.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa.
- Hinojosa Pérez, J. A. (2017). *El arte de Hacer una tesis*. Lima.
- Ilustre Concejo Cantonal de Sucúa. (2014). Obtenido de <http://www.sucua.gob.ec/municipio/ordenanzas#>
- INEC. (2010). Proyección de la población ecuatoriana. *Proyecciones poblacionales*. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec
- INEC. (2016). Estadística Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. *Gestión de Residuos Sólidos 2016*. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014).
- Instituto Nacional de estadísticas y censos. (2017). *Ecuador en cifras*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Larco, E. (2004). Preparación de lixiviados de compost y lomrbicompost. En *Manejo Inetgrado de Plagas y Agroecología* (págs. 79-82).
- Ley Orgánica de Salud. (22 de Diciembre de 2006). Obtenido de https://www.todaunavida.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/SALUD-LEY_ORGANICA_DE_SALUD.pdf
- López Pérez, M. D. (2017). *Recogida y Transporte de Residuos Urbanos o Municipales*. Madrid: Editorial CEP S.L.
- Loyola Castillo, K. M. (2018). Estudio comparativo de los indicadores de los residuos sólidos en la zona urbana y cuatro parroquias rurales del cantón Azogues. Cuenca.
- Ministerio de Ambiente y Territorio de Italia, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá, Instituto Brasileño de Administración Municipal. (2006). Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y El Caribe . 264p.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Diagnóstico de la Cadena de Gestión Integral de Desechos Sólidos-Reciclaje*. Obtenido de <http://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/08/Resumen-Cadena-de-Gestion-de-Residuos-Sólidos.pdf>
- Mukhtar, E. M., Williams, I. D., & Shaw, P. J. (2018). Visibility of fundamental solid waste management factors in developing countries. . *detritus*, 162-173.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841. (Marzo de 2014). Obtenido de <http://saludyseguridad.ec/wp-content/uploads/2018/07/INEN-2841-COLORES-PARA-RECIPIENTES-DE-DESECHOS.pdf>

- Organización Internacional del Trabajo. (2003). *El trabajo infantil en basurales en Ecuador - Línea de Base*. Lima.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Informe Regional sobre la Evaluación de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la Región de América Latina y el Caribe*. Washington, D. C.
- Penido Monteiro, J. E. (2006). *Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y el Caribe* (Primera ed.). Río de Janeiro.
- Quishpe Coyago, N. R., & Tipantuña Sisalema, D. R. (2016). *Eficiencia de la gestión integral de residuos sólidos en la zona céntrica del cantón Cayambe*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec>
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (Mayo de 2019). Ecuador.
- Revelo Morales, J. A. (2019). Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos para la población del cantón Piñas, provincia de El Oro. Cuenca.
- Rodríguez De Gress, E. (2015). Minimización de residuos sólidos urbanos en el municipio de Toluca. *Convirtiendo los Residuos Sólidos en Energía: hacia la sustentabilidad*, 19-24.
- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org>
- Sáez, A., & Urdaneta G., J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia [en línea]*, 20. Recuperado el 03 de 22 de 2019, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- SEMARNAT. (s.f.). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. (Vol. I). Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. (15 de Mayo de 2015). Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Tipán Gualoto, R. C., & Yáñez Salazar, J. Y. (15 de Junio de 2011). *Modelo de gestión de residuos sólidos en áreas rurales*. Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3896>
- Zafra Mejía, C. A. (Agosto de 2009). Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF). *Ingeniería e Investigación*, 29(2), 119-126.