



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

## **UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

### **CARRERAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL & CIVIL**

PROPUESTA DE SISTEMA DE TRANSPORTE Y  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA  
LA PROVINCIA DEL AZUAY

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL & INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:** JONATHAN MESÍAS ZÚÑIGA RUIZ  
(INGENIERÍA AMBIENTAL)

JOSÉ RICARDO GUAMÁN AUCAPIÑA  
(INGENIERÍA CIVIL)

**DIRECTOR:** ING. JOSÉ LUIS SOLANO PELÁEZ, IV

CUENCA - ECUADOR

2020

*Yo me gradúe en los  
50 años de La Cato!*

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: **Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz**  
**José Ricardo Guamán Aucapiña**

Declaramos bajo juramento que el trabajo “Propuesta de sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la provincia del Azuay” aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que se ha respetado los derechos intelectuales conforme las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y se exime expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.



---

**José Ricardo Guamán Aucapiña**  
jo\_gu1994@hotmail.com



---

**Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz**  
jonathan.m.z.r@hotmail.com

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz y José Ricardo Guamán Aucapiña, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink that reads "José Luis Solano Peláez". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a light blue oval shape.

---

**José Luis Solano Peláez**

**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

Al padre celestial, Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría durante todo momento, circunstancia y dificultad a lo largo de mi carrera profesional.

A mi hermosa madre, Rosa Ruiz Chacón, que sigue demostrando su gran fortaleza de guerrera, sacrificio, entrega y carisma, que siempre la ha caracterizado, y que, gracias a su amor, comprensión, educación, apoyo económico y confianza incondicional, me han ayudado a forjarme como una persona de bien, responsable y respetuosa y, a su vez, permitirme cumplir o desarrollar una de las primeras metas de mi vida.

A mis cinco hermanos, en especial a José Zúñiga Ruiz, Isabel Zúñiga Ruiz y Milton Zúñiga Ruiz, que, gracias a sus enseñanzas, experiencias, consejos de vida, apoyo económico e incondicional, confianza y presencia en cada logro de mi vida educativa, me han ayudado a adquirir virtudes como: nunca rendirme, la perseverancia y constancia para cumplir cualquier meta proyectada durante mi vida. A mis seres queridos más cercanos y a las personas que siempre han confiado y creído en mis habilidades y virtudes para realizar mis propósitos.

A mis compañeros de carrera y amigos, con los que he compartido momentos y anécdotas increíbles vividas en los ámbitos sociales, educativos y de ocio, etc., que nos han permitido entablar amistades sinceras y desinteresadas, que hicieron más amena la vida universitaria y, a su vez, formarnos como buenos profesionales.

*Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz*

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis sobre todo A MIS PADRES Susana Catalina Aucapiña Guamán y José Aurelio Guamán Vásquez, quienes han dedicado un enorme esfuerzo y sacrificio con apoyo incondicional, que, a pesar de los tropiezos personales, nunca dejaron de creer y tener comprensión hacia mi persona, me han llenado de dedicación, amor, cariño y con gran aptitud han sabido guiarme en mi camino sembrando valores y respeto hacia las personas. Hemos tenido encuentros como cualquier persona, pero jamás han dudado en apoyar a sus hijos, regalándonos una de las oportunidades más valiosas en nuestros caminos, el estudio.

También quiero dedicarla A MIS HERMANAS, quienes también en momentos precisos han sabido guiarme y darme su apoyo para no rendirme en momentos cuando todo parecía ponerse cuesta arriba, sus palabras, consejos y apoyo, fueron importantes para demostrarme que los tropiezos no significan caídas, y que pueden tomarse como impulso para cumplir metas y nuevos objetivos

A MI NOVIA, que en estos 5 años ha estado incondicionalmente brindándome su apoyo, su comprensión, su tiempo, su dedicación, alentándome para no rendirme nunca en el proceso, y aún si me hubiera rendido, supo encontrar ideas para siempre superarme. Con ese amor que me ha demostrado en cada instante merece estar aquí, y Dios mediante me permita compartir muchos más momentos junto a ella, hasta que la vida lo permita.

A MI MEJOR AMIGA. Como no mencionarla si llegó a formar parte importante en mi vida, no solo en los primeros pasos en esta etapa universitaria, sino hasta los últimos momentos, nunca estuvo ausente en cualquier problema y siempre me brindó su amistad incondicional, que hasta el día de hoy no ha terminado.

A DIOS y a la VIDA por permitirme estar presente para esta etapa en mi camino, Son varias las etapas que tiene que vivir una persona, y se las vivirá una y otra vez, pero es digno agradecer y dedicar un momento a ésta. Ya que son puntos que marcan a una persona y poder estar aquí y compartir con los seres que uno quiere y ama, es más que suficiente para agradecer a un Dios todopoderoso.

*José Ricardo Guamán Aucapiña*

## **AGRADECIMIENTOS**

Yo Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz, en primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud y bienestar tanto personal como familiar. Agradezco a mi madre, hermanos y seres queridos más allegados por apoyarme y alentarme en la elaboración de este trabajo investigativo que tiene como finalidad la obtención del título de ingeniero ambiental. He de confesar que el camino no ha sido sencillo, sin embargo, con vuestro cariño, bondad y apoyo incondicional, se ha logrado con éxito la culminación de esta tesis investigativa.

Yo José Ricardo Guamán Aucapiña, agradezco a cada una de las personas que ha estado conmigo en los diferentes instantes dentro de esta etapa de mi vida, a mis padres, a mi familia, a mi novia, a mi mejor amiga y a todos aquellos amigos y compañeros que han sabido aportar en este crecimiento personal. Cada una de las personas han sabido poner algo de sí en este proceso, sea económicamente, en lo moral, en lo sentimental, en los consejos y en muchas cosas más, y con ello nunca me dejaron solo, y han permitido cumplir con éxito esta etapa de mi vida.

Se agradece a la Universidad Católica de Cuenca por todos los conocimientos adquiridos a través de los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, e Ingeniería Civil y en particular, a nuestro tutor, ingeniero José Solano Peláez y cotutora, ingeniera Sandra Cobos Mora, por todo el conocimiento, apoyo, paciencia y confianza que han brindado durante todo el proceso de la elaboración de este trabajo de investigación.

Se agradece a la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC-EP) y a la Universidad Católica de Cuenca por la información brindada del levantamiento de línea base sobre generalidades de los RSU de todos los cantones del Azuay. A su vez, también agradecer a los GADs municipales, empresas públicas y a las distintas personalidades encargadas de la gestión de RSU de cada cantón por su amabilidad a la hora de socializar personalmente con nosotros, los autores de esta investigación, sobre las fases de transporte y aprovechamiento de su determinado cantón.

## RESUMEN

Como ya es de conocimiento general, las fuertes implicaciones socio-ambientales de los residuos sólidos urbanos (RSU) hace un llamado a autoridades y población en general a encontrar soluciones integrales que favorezca a todo el sistema de gestión; de forma que se minimice el impacto sobre el medio ambiente y la salud pública. Dentro de este contexto, la presente investigación se enmarca en el proyecto de investigación denominado “Sistema mancomunado de transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos para la provincia del Azuay” que se ejecutó entre La Universidad Católica de Cuenca y la Empresa Pública Municipal de Aseo EMAC – EP.

En la provincia del Azuay, varios cantones presentan fuertes limitaciones para la disposición final de sus RSU; esto se debe principalmente a la falta de recursos técnicos, administrativos y económicos, que obliga a los cantones a optar por el arrendar el servicio de disposición final o utilizar técnicas inapropiadas como la quema y los botaderos de basura. Frente a ello, varios autores coinciden que el transporte directo al relleno sanitario, no es viable debido a las distancias significativas que deben recorrer y su consiguiente disminución en la productividad del sistema global. Como alternativa, contemplan la implementación de estaciones de transferencia (ET) como una infraestructura que se encuentra en el medio del proceso de transporte de los RSU. A este criterio se suma en la investigación, la implementación de plantas de aprovechamiento (PA), con el objetivo de elaborar una propuesta para el sistema de transporte y aprovechamiento de RSU para la provincia del Azuay, asumiendo la conformación de mancomunidades.

Para establecer la ubicación de infraestructura civil de esta índole, es necesario conocer las condiciones actuales de los RSU y su manejo en la fase de transporte y aprovechamiento para los cantones de la provincia del Azuay. Para identificar la idoneidad del terreno para ubicar las ET y PA se utilizó el análisis de decisión multicriterio (MCDA) basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG); en base a estos sitios se fundamentará la nueva propuesta. Finalmente se realizó la viabilidad ambiental del proyecto mediante la evaluación de impactos ambientales con el método de Vicente Conesa Fernández.

Como resultado, se seleccionó tres sitios para la implementación de las ET y PA, situadas en los cantones de Paute (3.9 Ha), Nabón (1.03 Ha) y Sígsig (5.19 Ha). El sitio del cantón Paute, acogerá sus RSU y los generados en los cantones de Sevilla de Oro, El Pan, Guachapala. El sitio del cantón Nabón acogerá sus RSU junto con los del cantón Oña, y el sitio en el cantón Sígsig acogerá sus RSU los provenientes de los cantones de Gualaceo y Chordeleg. Los sitios presentan una viabilidad técnica y ambiental positiva, y a su vez ofrecen la capacidad de recuperar las inversiones y dejar ingresos para los cantones, gracias al aprovechamiento de los RSU. Además, permiten una reducción importante en los recorridos de los vehículos recolectores. Gracias al aprovechamiento se reduce la cantidad de RSU transportados hacia los rellenos sanitarios y finalmente se consigue un manejo adecuado e integrado de RSU sostenible y sustentable. Cabe destacar que, para los cantones no mencionados, no se ha considerado la implementación de ET y PA, debido a situaciones particulares como distancia entre cantones, vías de conectividad, tasas de crecimiento negativo de población, y cercanía a los rellenos sanitarios.

**PALABRAS CLAVE:** RESIDUOS SÓLIDOS, ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA, PLANTA DE APROVECHAMIENTO, ANÁLISIS DE DECISIÓN MULTICRITERIO, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

## ABSTRACT

As it is well known, the strong socio-environmental implications of the urban solid residues (RSU, in Spanish) call on the authorities and population to find integrative solutions that favor the entire management system to reduce the impact on the environment and the public health. Within this context, this research is based on the research project named “Cooperative transportation system, solid waste treatment, and disposal for the province of Azuay” executed in the Catholic University of Cuenca and the Municipal Public Sanitation company (EMAC-EP, in Spanish).

In the province of Azuay, several cantons present large limitations for the disposal of their RSU, mainly due to the lack of technical, administrative, and economic resources that force the cantons to rent the disposal service or to utilize inappropriate techniques such as waste dumps and open-air burning of waste. On the face of it, several authors agree that direct transport to the sanitary landfill is not viable due to the significant distances it must travel and its consequent reduction in the global system productivity. As an alternative, the implementation of transfer stations (ET, in Spanish) is regarded as an infrastructure located amidst the RSU transportation process. To this criterion is added into the research, the implementation of waste treatment plants (PA, in Spanish), to propose the transportation and waste treatment system to the province of Azuay, assuming the creation of associations.

To establish the location of a civil infrastructure of this kind, it is necessary to know the current conditions of the RSU and its manipulation on the transportation and treatment phase for the cantons of the Azuay province. To identify the ground suitability to locate the ET and PA, the Multi-Criterion Decision Analysis (MCDA) was utilized based on Geographic Information Systems (SIG, in Spanish); based on these sites the new proposal will be substantiated. Finally, the project’s environmental suitability was performed through the evaluation of environmental impacts with the Vicente Conesa Fernández method.

As a result, three sites were selected for the implementation of the ET and PA, located in the cantons Paute (3.9 Ha), Nabón (1.03 Ha), and Sígsig (5.19 Ha). The site of the canton Paute will receive its RSU as well as those produced in the cantons Sevilla de Oro, El Pan, and Guachapala. The site of the canton Nabón will receive its RSU alongside those produced in the canton of Oña, and the site in the canton Sígsig will receive its RSU and those coming from Gualaceo and Chordeleg cantons. The sites present a positive environmental and technical suitability, offering at the same time the capability to recover the investments as well as leaving incomes for the cantons thanks to the waste treatments. Additionally, they reduce on a large scale the journeys made by the collection vehicles. Thanks to the waste treatment, the amount of RSU transported to the sanitary landfills is reduced. Ultimately, a sustainable and adequate integrated control of RSU is procured. It is important to mention that for those not mentioned cantons, the implementation of the ET and PA has not been taken into consideration as a result of particular reasons such as the distance among cantons, connectivity routes, negative population growth rate, and the proximity to sanitary landfills.

**KEYWORDS:** SOLID RESIDUES, TRANSFER STATION, WASTE TREATMENT PLANT, MULTICRITERIA DECISIÓN ANALYSIS, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTE

## ABREVIATURAS

<b>ton</b>	tonelada/s	<b>Cdp</b>	Centro de gravedad con respecto a la densidad poblacional
<b>kg</b>	kilogramo/s		
<b>hab</b>	habitante/s	<b>Cgpd</b>	Centro de gravedad con respecto a la generación per cápita diaria
<b>RSU</b>	Residuos sólidos urbanos		
<b>RDSU</b>	Residuos y desechos sólidos urbanos	<b>Ccrg</b>	Centro de gravedad con respecto a la cantidad de residuos sólidos generados
<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado		
<b>km</b>	kilometro/s	<b>Dpob</b>	Densidad poblacional
<b>km/h</b>	kilómetros por hora	<b>Gpd</b>	Generación per cápita diaria
<b>min</b>	minutos		
<b>h</b>	hora/s	<b>EMMAICJEP</b>	Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones
<b>gl</b>	galón/es		
<b>ET</b>	Estación de transferencia		
<b>PA</b>	Planta de aprovechamiento	<b>COAT</b>	Complejo de aprovechamiento y transferencia
<b>RESAN</b>	Relleno Sanitario		
<b>GIRSU</b>	Gestión integral de residuos sólidos urbanos	<b>SEGEPPA</b>	Sevilla, Guachapala, El Pan, Paute
<b>EMAC-EP</b>	Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca	<b>SIGCHOGUA</b>	Sígsig, Chordeleg, Gualaceo
<b>SIG</b>	Sistema de información geográfica		
<b>MCDA</b>	Análisis de decisión multicriterio	<b>ONA</b>	Oña, Nabón
<b>MAE</b>	Ministerio del ambiente ecuatoriano	<b>Aprov</b>	Aprovechamiento
<b>RO</b>	Residuos orgánicos	<b>RM</b>	Residuos municipales
<b>RDI</b>	Residuos y desechos inorgánicos	<b>Rm</b>	Residuos de mercados
<b>RIR</b>	Residuos inorgánicos reciclables	<b>EvIA</b>	Evaluación de impacto ambientales
<b>CE</b>	Centros educativos	<b>CG</b>	Centro de gravedad
		<b>CS</b>	Centros de salud

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Formulación del problema.....	2
1.2. Justificación del problema.....	3
1.3. Alcance o delimitación del problema .....	4
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Metodología de la investigación .....	5
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>6</b>
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Marco legal .....	6
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).....	6
2.1.2. Leyes orgánicas.....	6
2.1.2.1. Código Orgánico Integral Penal (COIP, 2014, última modificación 2018) 6	
2.1.2.2. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017) .....	7
2.1.2.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD, 2017) .....	8
2.1.2.4. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUGS, 2016).....	9
2.1.2.5. Ley Orgánica de Salud (Registro Oficial Suplemento 423, última modificación 2012).....	9

2.1.3.	Reglamentos y normas .....	10
2.1.3.1.	Reglamento del Código Orgánico del Ambiente (2019) .....	10
2.1.3.2.	Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Libro VI Anexo 6 (2010) .....	10
2.1.3.3.	Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015) .....	10
2.1.4.	Ordenanzas .....	11
2.1.4.1.	Ordenanza provincial de política pública ambiental, para la regulación del plástico de un solo uso en la provincia del Azuay (2019) .....	11
2.2.	Residuos sólidos urbanos (RSU) .....	12
2.2.1.	Origen de residuos y desechos sólidos urbanos (RDSU) .....	13
2.2.1.1.	Residuos y desechos domésticos.....	13
2.2.1.2.	Residuos y desechos comerciales.....	13
2.2.1.3.	Residuos y desechos institucionales .....	13
2.2.1.4.	Residuos y desechos de construcción y demolición .....	13
2.2.1.5.	Desechos de barrido de calles .....	13
2.2.1.6.	Residuos y desechos de limpieza de parques y jardines .....	13
2.2.2.	Composición de RDSU .....	14
2.2.2.1.	Residuos orgánicos (RO) .....	14
2.2.2.2.	Residuos y desechos inorgánicos (RDI) .....	14
2.3.	Sistemas de transporte de RDSU.....	15
2.3.1.	Estación de transferencia (ET) .....	15
2.3.1.1.	Criterios de diseño y construcción .....	15
2.3.1.2.	Clasificación de ET.....	16
2.3.1.2.1.	Estaciones de descarga directa.....	16
2.3.1.2.2.	Estaciones de descarga indirecta.....	18
2.3.1.2.3.	Estaciones combinadas .....	20
2.3.1.3.	Ventajas de ET.....	20
2.4.	Tecnologías para el aprovechamiento de RSU .....	20
2.4.1.	Plantas de separación o de reciclaje .....	21
2.4.2.	Proceso de compostaje.....	23
2.4.2.1.	Fases del proceso de compostaje .....	24
2.4.2.1.1.	Fase mesófila.....	24
2.4.2.1.1.	Fase termófila .....	24
2.4.2.1.2.	Fase de enfriamiento.....	25
2.4.2.1.3.	Fase de maduración.....	25

2.4.2.1.	Control de parámetros del compostaje .....	25
2.4.2.1.1.	Aireación .....	25
2.4.2.1.2.	Temperatura.....	26
2.4.2.1.3.	Potencial de hidrógeno (pH).....	26
2.4.2.1.4.	Relación carbono / nitrógeno (C/N) .....	26
2.4.2.1.5.	Humedad .....	26
2.4.3.	Proceso de digestión anaerobia .....	26
2.4.4.	Proceso mecánico - biológico.....	28
2.4.5.	Proceso de incineración.....	29
2.5.	Economía circular .....	30
2.6.	Análisis de decisión multicriterio basado en SIG .....	33
2.6.1.	Análisis de decisión multicriterio (MCDA) .....	33
2.6.1.1.	Proceso de análisis jerárquico (AHP) .....	33
2.6.2.	Sistemas de información geográfica (SIG) .....	37
2.7.	Evaluación de impactos ambientales (E VIA).....	37
2.7.1.	Metodologías de EvIA .....	37
2.7.1.1.	Metodología de Leopold .....	37
2.7.1.2.	Metodología de Conesa Fernández.....	38
2.7.1.2.1.	Importancia del impacto .....	38
2.7.1.2.2.	Carácter del impacto o naturaleza (N).....	39
2.7.1.2.3.	Intensidad (IN).....	39
2.7.1.2.4.	Extensión (EX) .....	39
2.7.1.2.5.	Momento (MO).....	39
2.7.1.2.6.	Persistencia (PE) .....	39
2.7.1.2.7.	Reversibilidad (RV) .....	40
2.7.1.2.8.	Sinergia (SI) .....	40
2.7.1.2.9.	Acumulación (AC) .....	40
2.7.1.2.10.	Efecto (EF) .....	40
2.7.1.2.11.	Periodicidad (PR) .....	40
2.7.1.2.12.	Recuperabilidad (RC) .....	40

<b>CAPITULO III .....</b>	<b>41</b>
3. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PROVINCIA DEL AZUAY .....	41
3.1. Zona de estudio .....	41
3.1.1. Diagnóstico inicial del sistema de transporte.....	43
3.1.1. Diagnóstico inicial del aprovechamiento de RSU .....	43
3.2. Cantón Cuenca .....	44
3.2.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	44
3.2.2. Transporte de RDSU.....	45
3.3. Cantón Gualaceo .....	48
3.3.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	48
3.3.2. Transporte de RDSU.....	48
3.4. Cantón Chordeleg .....	49
3.4.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	50
3.4.2. Transporte de RDSU.....	50
3.5. Cantón Guachapala .....	51
3.5.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	51
3.5.2. Transporte de RDSU.....	52
3.6. Cantón Sígsig .....	53
3.6.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	53
3.6.2. Transporte de RDSU.....	54
3.7. Cantón El Pan.....	55
3.7.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	55
3.7.2. Transporte de RDSU.....	56
3.8. Cantón Sevilla de Oro .....	57
3.8.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	57
3.8.2. Transporte de RDSU.....	58
3.9. Cantón Girón.....	59
3.9.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	59
3.9.2. Transporte de RDSU.....	60
3.10. Cantón Nabón .....	61
3.10.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	61
3.10.2. Transporte de RDSU.....	62

3.11.	Cantón San Fernando .....	63
3.11.1.	Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	63
3.11.2.	Transporte de RDSU.....	64
3.12.	Cantón Santa Isabel .....	65
3.12.1.	Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	65
3.12.2.	Transporte de RDSU.....	66
3.13.	Cantón Paute.....	67
3.13.1.	Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	67
3.13.2.	Transporte de RDSU.....	68
3.14.	Cantón Pucará.....	69
3.14.1.	Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	69
3.14.2.	Transporte de RDSU.....	70
3.15.	Cantón Oña .....	71
3.15.1.	Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	71
3.15.2.	Transporte de RDSU.....	72
3.16.	Cantón Camilo Ponce Enríquez.....	73
3.16.1.	Caracterización y aprovechamiento de RDSU .....	73
3.16.2.	Transporte de RDSU.....	73
3.17.	Diagnóstico general de RDSU de la provincia del Azuay .....	74
<b>CAPITULO IV</b>	<b>.....</b>	<b>79</b>
4.	PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA PROVINCIA DEL AZUAY .....	79
4.1.	Proyección de la población y cobertura de recolección de los RSU en la provincia del Azuay.....	80
4.2.	Obtención de centros de gravedad (CG).....	84
4.2.1.	Centro de gravedad en función de la densidad poblacional (Cdp).....	86
4.2.2.	Centros de gravedad en función de la generación per cápita diaria (Cgpd)	86
4.2.3.	Centros de gravedad en función de la cantidad de RDSU generados (Ccrg)	88
4.2.4.	Centro de gravedad regional para la provincia del Azuay (CGR) .....	91
4.3.	Análisis multicriterio (MCDA).....	92
4.3.1.	Identificación y selección de criterios .....	93
4.3.1.1.	Criterios seleccionados para la zona de estudio.....	98
4.3.2.	Proceso AHP .....	102
4.3.3.	Aplicación del SIG.....	103

4.4.	Ubicación final de las ET y PA .....	108
4.4.1.	Rutas finales para la propuesta.....	113
4.4.1.1.	COAT – SEGEPPA .....	113
4.4.1.2.	COAT – SIGCHOGUA.....	114
4.4.1.1.	COAT – ONA.....	114
4.5.	Implementación de los COAT.....	116
4.5.1.	Infraestructura del COAT – SEGEPPA.....	116
4.5.1.1.	Construcción y operación .....	118
4.5.1.1.1.	Recepción de RO.....	118
4.5.1.1.2.	Área del proceso de compostaje .....	118
4.5.1.1.3.	Área de afino, secado y ensacado de compost .....	119
4.5.1.1.4.	Área de almacenamiento del compost.....	119
4.5.1.1.5.	Poza o piscina de lixiviados del proceso de compost .....	120
4.5.1.1.6.	Área de maniobras.....	120
4.5.1.1.7.	Taller y bodegas.....	120
4.5.1.1.8.	Área de estacionamiento.....	121
4.5.1.1.9.	Oficinas administrativas .....	121
4.5.1.1.10.	Cubierta.....	121
4.5.1.1.11.	Caseta de control de pesaje .....	121
4.5.1.1.12.	Caseta de vigilancia .....	121
4.5.1.1.13.	Vías internas .....	121
4.5.1.1.14.	Cerca perimetral.....	121
4.5.1.2.	Equipo y maquinaria.....	122
4.5.2.	Infraestructura del COAT – SIGCHOGUA.....	122
4.5.2.1.	Construcción y operación .....	123
4.5.2.1.1.	Recepción de RO.....	123
4.5.2.1.2.	Área del proceso de compostaje .....	123
4.5.2.1.3.	Área de afino, secado y ensacado de compost .....	124
4.5.2.1.4.	Área de almacenamiento del compost.....	124
4.5.2.1.5.	Poza o piscina de lixiviados del proceso de compost .....	125
4.5.2.1.6.	Área de recepción de RDI .....	125
4.5.2.1.7.	Cintas elevadoras y de clasificación.....	125
4.5.2.1.8.	Cuartos de almacenamiento preliminar .....	125
4.5.2.1.9.	Prensado y embalaje de RIR.....	125
4.5.2.1.1.	Área de maniobras.....	125
4.5.2.1.2.	Taller y bodegas.....	126

4.5.2.1.3. Área de estacionamiento.....	126
4.5.2.1.4. Oficinas administrativas .....	126
4.5.2.1.5. Cubierta .....	126
4.5.2.1.6. Caseta de control de pesaje.....	126
4.5.2.1.7. Caseta de vigilancia .....	126
4.5.2.1.8. Vías internas .....	127
4.5.2.1.9. Cerca perimetral.....	127
4.5.2.2. Equipo y maquinaria.....	127
4.5.3. Infraestructura COAT – ONA .....	127
4.5.3.1. Construcción y operación .....	129
4.5.3.1.1. Recepción de RO.....	129
4.5.3.1.2. Área del proceso de compostaje .....	129
4.5.3.1.3. Área de afino, secado y ensacado de compost .....	129
4.5.3.1.4. Área de almacenamiento del compost.....	130
4.5.3.1.5. Poza o piscina de lixiviados del proceso de compost .....	130
4.5.3.1.1. Área de maniobras.....	130
4.5.3.1.2. Taller y bodegas.....	130
4.5.3.1.3. Área de estacionamiento.....	131
4.5.3.1.4. Oficinas administrativas .....	131
4.5.3.1.5. Cubierta .....	131
4.5.3.1.6. Caseta de control de pesaje.....	131
4.5.3.1.7. Caseta de vigilancia .....	131
4.5.3.1.8. Vías internas .....	131
4.5.3.1.9. Cerca perimetral.....	132
4.5.3.2. Equipo y maquinaria.....	132
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>133</b>
5. VIABILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL DE LA PROPUESTA.....	133
5.1. Viabilidad técnica .....	133
5.1.1. Viabilidad técnica del transporte.....	133
5.1.2. Viabilidad técnica del aprovechamiento .....	136
5.1.3. Comparativa de costos de los sistemas .....	139
5.1.3.1. COAT – SEGEPPA .....	140
5.1.3.2. COAT – SIGCHOGUA.....	140
5.1.3.3. COAT – ONA.....	141

5.2. Viabilidad ambiental de la propuesta.....	142
5.2.1. COAT – SEGEPPA.....	142
5.2.2. COAT – SIGCHOGUA.....	143
5.2.3. COAT – ONA.....	145
5.3. Plan de manejo ambiental.....	147
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>154</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>158</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>159</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>170</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>176</b>
Sección marco legal .....	176
Sección A .....	190
Sección B .....	198
Sección C .....	212
Sección D .....	221
Sección E .....	230
Sección F.....	245
Sección G.....	255

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Traspordo de RDSU en estaciones de descarga directa.....	17
Ilustración 2: Estación de descarga directa.....	18
Ilustración 3: Traspordo de RDSU en estaciones de descarga indirecta.....	19
Ilustración 4: Estación de descarga indirecta .....	19
Ilustración 5: Fases del procesos del compostaje .....	24
Ilustración 6: Proceso del tratamiento de digestión anaerobia .....	27
Ilustración 7: Proceso del tratamiento mecánico-biológico.....	28
Ilustración 8: Diagrama del modelo de economía circular .....	31
Ilustración 9: Modelo de la GIRSU aplicando el concepto de economía circular y 3R.	32
Ilustración 10: Matriz de comparaciones y vector de prioridades .....	35
Ilustración 11: Matriz normalizada y vector de pesos.....	36
Ilustración 12. Interdependencia de elementos según jerarquías.....	36
Ilustración 13. Centro de gravedad geográfico por el método de momentos.....	84
Ilustración 14. Orden jerárquico de análisis .....	93
Ilustración 15. Jerarquización de los criterios y subcriterios del estudio .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Efectos negativos por el inadecuado manejo de los RSU .....	12
Tabla 2: Composición de las fracciones de los RDSU según la cantidad de habitantes .....	14
Tabla 3: Procesos para el tratamiento de RDSU.....	21
Tabla 4: Requerimientos para producir algunos materiales .....	23
Tabla 5: Condiciones óptimas de temperatura, pH y humedad .....	25
Tabla 6: Escala de comparaciones de Saaty .....	35
Tabla 7. Ejemplo de la identificación y valoración de impactos del método de Leopold .....	38
Tabla 8: Criterios de jerarquización para interpretación de resultados .....	39
Tabla 9: Ubicación geográfica de los sitios de disposición final .....	42
Tabla 10: Porcentaje de aprovechamiento de RSU de los cantones.....	42
Tabla 11: Caracterización urbana de RDSU del cantón Cuenca.....	44
Tabla 12: Caracterización rural de RDSU del cantón Cuenca.....	45
Tabla 13: Informe de la flota de vehículos de la EMAC EP. ....	47
Tabla 14: Caracterización de RDSU del cantón Gualaceo .....	48
Tabla 15: Caracterización de RDSU del cantón Chordeleg.....	50
Tabla 16: Caracterización de RDSU del cantón Guachapala .....	52
Tabla 17: Caracterización de RDSU del cantón Sígsig .....	54
Tabla 18: Caracterización de RDSU del cantón El Pan.....	56
Tabla 19: Caracterización de RDSU del cantón Sevilla de Oro.....	58
Tabla 20: Caracterización de RDSU del cantón Girón .....	60
Tabla 21: Caracterización de RDSU del cantón Nabón.....	62
Tabla 22: Caracterización de RDSU del cantón San Fernando.....	64
Tabla 23: Caracterización de RDSU del cantón Santa Isabel .....	66
Tabla 24: Caracterización de RDSU del cantón Paute.....	68
Tabla 25: Caracterización de RDSU del cantón Pucará.....	70
Tabla 26: Caracterización de RDSU del cantón Oña .....	71
Tabla 27: Caracterización de RDSU del cantón Camilo Ponce Enríquez .....	73
Tabla 28: Caracterizaciones de los cantones del Azuay .....	75
Tabla 29: Caracterizaciones de los cantones del Azuay .....	76
Tabla 30: Diagnóstico general de los RDSU en la provincia del Azuay .....	77
Tabla 31: Capas de información geográfica.....	80
Tabla 32: Población por parroquia año 2010 .....	81
Tabla 33: Índices de crecimiento poblacional para la provincia del Azuay .....	82
Tabla 34: Población por parroquia proyectada al año 2045 .....	82
Tabla 35: Población por parroquia proyectada al año 2045 .....	83
Tabla 36: Proyección de cobertura en los cantones del Azuay al año 2045.....	83

Tabla 37: Procedimiento utilizado en la obtención del centro de gravedad poblacional .....	86
Tabla 38: Cdp finales de los cantones de la provincia del Azuay .....	86
Tabla 39: Generación per cápita diaria proyectada de la provincia del Azuay.....	87
Tabla 40: Procedimiento para la obtención del centro de gravedad por generación per cápita.....	88
Tabla 41: Cgpd finales de los cantones de la provincia del Azuay .....	88
Tabla 42: Procedimiento para la obtención del centro de gravedad por cantidad de RDSU generados.....	89
Tabla 43: Ccrg finales de los cantones de la provincia del Azuay .....	89
Tabla 44: Centros de gravedad finales para el análisis. ....	90
Tabla 45: Coordenadas de los centros de gravedad regionales para la provincia del Azuay .....	91
Tabla 46: Bibliografía Identificada con criterios para establecer ET y PA.....	93
Tabla 47: Criterios identificados y su representación .....	94
Tabla 48: Matriz de frecuencia de los criterios de carácter restrictivo .....	95
Tabla 49: Matriz de frecuencia de los criterios de carácter no restrictivo.....	96
Tabla 50. Criterio y subcriterios seleccionados para el MCDA .....	101
Tabla 51. Pesos seleccionados mediante el proceso AHP.....	102
Tabla 52. Pesos seleccionados mediante el proceso AHP.....	103
Tabla 53. Criterios de restricción seleccionados .....	106
Tabla 54: Pesos máximos de cada criterio.....	106
Tabla 55: Obtención de la medida patrón .....	107
Tabla 56: Comparativa de alternativas de aprovechamiento de RSU .....	109
Tabla 57: Comparativa de alternativas de aprovechamiento de RSU .....	110
Tabla 58: Porcentaje anual de aprovechamiento de RO.....	117
Tabla 59: Porcentaje de aprovechamiento de RO y cantidad de RDSU destinada al RESAN .....	117
Tabla 60: Volumen para el proceso de compostaje .....	118
Tabla 61: Área final para el proceso de compostaje .....	119
Tabla 62: Cantidad de compost estimado y volumen de compost para el año 2045 .	120
Tabla 63: Área total de la zona de almacenamiento para el año 2045 .....	120
Tabla 64: Área de maniobras.....	120
Tabla 65: Área de taller y bodegas .....	120
Tabla 66: Áreas de aparcamientos para vehículos .....	121
Tabla 67: Porcentaje anual de aprovechamiento de RO .....	122
Tabla 68: Porcentaje de aprovechamiento de RO y cantidad de RO a RESAN Pichacay .....	123
Tabla 69: Porcentaje de aprovechamiento de RIR y cantidad de rechazables a RESAN Pichacay .....	123
Tabla 70: Volumen para el proceso de compostaje .....	123

Tabla 71: Área final para el proceso de compostaje .....	124
Tabla 72: Cantidad de compost estimado y volumen de compost para el año 2045 .	124
Tabla 73: Área total de la zona de almacenamiento para el año 2045 .....	124
Tabla 74: Área de maniobras.....	125
Tabla 75: Área de taller y bodegas .....	126
Tabla 76: Áreas de aparcamientos para vehículos .....	126
Tabla 77: Porcentaje anual de aprovechamiento de RO .....	128
Tabla 78: Porcentaje de aprovechamiento de RO y cantidad de RDSU destinados al RESAN .....	128
Tabla 79: Volumen para el proceso de compostaje .....	129
Tabla 80: Área final para el proceso de compostaje .....	129
Tabla 81: Cantidad de compost estimado y volumen de compost para el año 2045 .	130
Tabla 82: Área total de la zona de almacenamiento para el año 2045 .....	130
Tabla 83: Área de maniobras.....	130
Tabla 84: Área de taller y bodegas .....	131
Tabla 85: Áreas de aparcamientos para vehículos .....	131
Tabla 86: Km recorridos totales (ida/vuelta) considerando el número de viajes semanales .....	133
Tabla 87: Características de los vehículos recolectores.....	134
Tabla 88: Costos del transporte de RDSU del sistema actual .....	135
Tabla 89: Costos de transporte de RDSU desde los cantones hacia los COATs .....	135
Tabla 90: Costos de transporte de RDSU no aprovechables desde el COAT hasta el RESAN .....	136
Tabla 91: Comparación de costos de consumo de combustible.....	136
Tabla 92: Disminución de RDSU en la propuesta frente al sistema actual .....	137
Tabla 93: Costos (\$) de disposición final de RDSU del sistema actual .....	137
Tabla 94: Costos (\$) de disposición final de RDSU por cantones y por COAT de la propuesta.....	138
Tabla 95: Comparación de costos (\$) de disposición final de los RDSU de los sistemas .....	138
Tabla 96: Ingresos por la venta de RSU aprovechados en cada COAT .....	139
Tabla 97: Comparativa de costos de sistemas en el COAT – SEGEPPA.....	140
Tabla 98: Comparativa de costos de sistemas en el COAT-SIGCHOGUA.....	141
Tabla 99: Comparativa de costos de sistemas en el COAT-ONA .....	141
Tabla 100: Criterios de jerarquización de impactos.....	142
Tabla 101: Cantidad de interacciones por categoría de la EvIA del COAT – SEGEPPA .....	143
Tabla 102: Cantidad de interacciones por categoría de la EvIA del COAT – SIGCHOGUA .....	145
Tabla 103: Cantidad de interacciones por categoría de la EvIA del COAT – ONA ....	146
Tabla 104: Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.....	148

Tabla 105: Plan de contingencias .....	149
Tabla 106: Plan de capacitación .....	150
Tabla 107: Plan de manejo de desechos .....	151
Tabla 108: Plan de relaciones comunitarias.....	152
Tabla 109: Programa de cierre y abandono .....	152
Tabla 110: Plan de monitoreo y seguimiento .....	153
Tabla 111: Subplan de control de vectores y malos olores .....	153
Tabla 112: Proyección poblacional del cantón Cuenca .....	190
Tabla 113. Proyección poblacional del cantón Gualaceo. ....	191
Tabla 114. Proyección poblacional del cantón Chordeleg. ....	191
Tabla 115. Proyección poblacional del cantón Guachapala. ....	192
Tabla 116. Proyección poblacional del cantón Sígsig. ....	192
Tabla 117. Proyección poblacional del cantón El Pan.....	193
Tabla 118. Proyección poblacional del cantón Sevilla de Oro .....	193
Tabla 119. Proyección poblacional del cantón Girón .....	194
Tabla 120. Proyección poblacional del cantón Nabón.....	194
Tabla 121. Proyección poblacional del cantón San Fernando.....	195
Tabla 122. Proyección poblacional del cantón Santa Isabel .....	195
Tabla 123. Proyección poblacional del cantón Paute .....	196
Tabla 124. Proyección poblacional del cantón Pucará.....	196
Tabla 125. Proyección poblacional del cantón Oña .....	197
Tabla 126. Proyección poblacional del cantón Camilo Ponce Enríquez .....	197
Tabla 127: Centro de gravedad poblacional del cantón Gualaceo .....	198
Tabla 128. Centro de gravedad poblacional del cantón Chordeleg .....	198
Tabla 129. Centro de gravedad poblacional del cantón Guachapala .....	198
Tabla 130. Centro de gravedad poblacional del cantón Sígsig.....	199
Tabla 131. Centro de gravedad poblacional del cantón El Pan .....	199
Tabla 132. Centro de gravedad poblacional del cantón Sevilla de Oro .....	199
Tabla 133. Centro de gravedad poblacional del cantón Girón.....	200
Tabla 134. Centro de gravedad poblacional del cantón Nabón. ....	200
Tabla 135. Centro de gravedad poblacional del cantón San Fernando .....	200
Tabla 136. Centro de gravedad poblacional del cantón Santa Isabel.....	201
Tabla 137. Centro de gravedad poblacional del cantón Paute .....	201
Tabla 138. Centro de gravedad poblacional del cantón Pucará .....	201
Tabla 139. Centro de gravedad poblacional del cantón Oña.....	202
Tabla 140. Centro de gravedad poblacional del cantón Camilo Ponce Enríquez .....	202
Tabla 141. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Gualaceo .....	202
Tabla 142. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Chordeleg .....	203
Tabla 143. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Guachapala ...	203
Tabla 144. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Sígsig .....	203
Tabla 145. Centro de gravedad por generación percápita del cantón El Pan.....	204

Tabla 146. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Sevilla de Oro	204
Tabla 147. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Girón.....	204
Tabla 148. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Nabón.....	205
Tabla 149. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón San Fernando	205
Tabla 150. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Santa Isabel...	205
Tabla 151. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Paute .....	206
Tabla 152. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Pucará .....	206
Tabla 153. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Oña.....	206
Tabla 154. Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Camilo Ponce Enríquez .....	207
Tabla 155. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Gualaceo .....	207
Tabla 156. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Chordeleg .....	207
Tabla 157. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Guachapala .....	208
Tabla 158. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Sígsig .....	208
Tabla 159. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón El Pan .....	208
Tabla 160. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Sevilla de Oro .....	209
Tabla 161. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Girón	209
Tabla 162. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Nabón .....	209
Tabla 163. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón San Fernando .....	210
Tabla 164. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Santa Isabel.....	210
Tabla 165. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Paute	210
Tabla 166. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Pucará .....	211
Tabla 167. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Oña..	211
Tabla 168. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Camilo Ponce Enríquez .....	211
Tabla 169: Matriz de pesos para las categorías.....	212
Tabla 170. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Ambiental .....	212
Tabla 171. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Social .....	213
Tabla 172. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Económica .....	213
Tabla 173. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Técnica. ....	214

Tabla 174. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Ambiental (Recursos hídricos).....	214
Tabla 175. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Ambiental (Áreas Protegidas). ....	215
Tabla 176. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Ambiental (Áreas urbanas). ....	215
Tabla 177. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Centros Educativos). ....	216
Tabla 178. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Uso de Suelo)..	216
Tabla 179. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Centros de Salud). ....	217
Tabla 180. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Sitios Turísticos). ....	217
Tabla 181. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Económico (Servicio Básicos).....	218
Tabla 182. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Económico (Vías de Acceso).....	218
Tabla 183. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Económico (Centros de Gravedad).....	219
Tabla 184. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Técnico (Redes Eléctricas). ....	219
Tabla 185. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Técnico (Pendientes)...	220
Tabla 186. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Técnico (Tipo de Suelo). ....	220
Tabla 187: Generación diaria de RDSU del año 2020.....	221
Tabla 188: Generación diaria de RDSU del año 2021.....	221
Tabla 189: Generación diaria de RDSU del año 2022.....	221
Tabla 190: Generación diaria de RDSU del año 2023.....	222
Tabla 191: Generación diaria de RDSU del año 2024.....	222
Tabla 192: Generación diaria de RDSU del año 2025.....	222
Tabla 193: Generación diaria de RDSU del año 2026.....	223
Tabla 194: Generación diaria de RDSU del año 2027.....	223
Tabla 195: Generación diaria de RDSU del año 2028.....	223
Tabla 196: Generación diaria de RDSU del año 2029.....	224
Tabla 197: Generación diaria de RDSU del año 2030.....	224
Tabla 198: Generación diaria de RDSU del año 2031.....	224
Tabla 199: Generación diaria de RDSU del año 2032.....	225
Tabla 200: Generación diaria de RDSU del año 2033.....	225
Tabla 201: Generación diaria de RDSU del año 2034.....	225
Tabla 202: Generación diaria de RDSU del año 2035.....	226
Tabla 203: Generación diaria de RDSU del año 2036.....	226

Tabla 204: Generación diaria de RDSU del año 2037.....	226
Tabla 205: Generación diaria de RDSU del año 2038.....	227
Tabla 206: Generación diaria de RDSU del año 2039.....	227
Tabla 207: Generación diaria de RDSU del año 2040.....	227
Tabla 208: Generación diaria de RDSU del año 2041.....	228
Tabla 209: Generación diaria de RDSU del año 2042.....	228
Tabla 210: Generación diaria de RDSU del año 2043.....	229
Tabla 211: Generación diaria de RDSU del año 2044.....	229
Tabla 212: Ejemplo de ficha para los COATs .....	230
Tabla 213: Equipo y maquinaria para el COAT – SEGEPPA .....	231
Tabla 214: Equipo y maquinaria para el COAT – SIGCHOGUA .....	233
Tabla 215: Equipo y maquinaria para el COAT – ONA .....	237
Tabla 216: Costos para la implementación COAT – SEGEPPA.....	239
Tabla 217: Costos para la implementación COAT – SIGCHOGUA.....	241
Tabla 218: Costos para la implementación COAT – ONA.....	243
Tabla 219: Características para la venta del compost de los diferentes COATs .....	245
Tabla 220: Características para la venta de los RIR del COAT-SIGCHOGUA .....	245
Tabla 221: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de construcción del COAT-SEGEPPA.....	246
Tabla 222: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de operación del COAT-SEGEPPA.....	247
Tabla 223: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de las fases de mantenimiento y cierre del COAT-SEGEPPA .....	248
Tabla 224: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de construcción del COAT-SIGCHOGUA .....	249
Tabla 225: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de operación del COAT-SIGCHOGUA .....	250
Tabla 226: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de las fases de mantenimiento y cierre del COAT-SIGCHOGUA .....	251
Tabla 227: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de construcción del COAT-ONA.....	252
Tabla 228: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de operación del COAT-ONA.....	253
Tabla 229: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de las fases de mantenimiento y cierre del COAT-ONA .....	254

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Zona de estudio del proyecto. ....	41
Mapa 2: Ubicación de los sitios de disposición final. ....	42
Mapa 3: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Cuenca. ....	46
Mapa 4: Ruta del transporte de los RSU del cantón Gualaceo. ....	49
Mapa 5: Ruta del transporte de los RDU del cantón Chordeleg. ....	51
Mapa 6: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Guachapala. ....	53
Mapa 7: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Sígsig. ....	55
Mapa 8: Ruta del transporte de los RDSU del cantón El Pan. ....	57
Mapa 9: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Sevilla de Oro. ....	59
Mapa 10: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Girón. ....	61
Mapa 11: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Nabón. ....	63
Mapa 12: Ruta del transporte de los RDSU del cantón San Fernando. ....	65
Mapa 13: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Santa Isabel. ....	67
Mapa 14: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Paute. ....	69
Mapa 15: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Pucará. ....	71
Mapa 16: Ruta del transporte de los RSU del cantón Oña. ....	72
Mapa 17: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Camilo Ponce Enríquez. ....	74
Mapa 18: Rutas del transporte total de los RDSU de la provincia del Azuay. ....	78
Mapa 19: Mallado y centroides de malla para la provincia del Azuay. ....	85
Mapa 20: Identificación de localidades y zonas pobladas en el Azuay. ....	87
Mapa 21: CG (Cdp, Cgpd, Ccrg) por cantón de la provincia del Azuay. ....	90
Mapa 22: CG total, para cada cantón de la provincia del Azuay. ....	91
Mapa 23: Centros de gravedad regionales para la provincia del Azuay. ....	92
Mapa 24. Mapa de distancia a ríos. ....	103
Mapa 25. Mapa de distancia a áreas sensibles. ....	103
Mapa 26. Mapa de distancia a zonas urbanas. ....	104
Mapa 27. Mapa de uso de suelo. ....	104
Mapa 28. Mapa de distancia a CE. ....	104
Mapa 29. Mapa de distancia a CS. ....	104
Mapa 30. Mapa de distancia a sitios turísticos. ....	104
Mapa 31. Mapa de servicios básicos. ....	104
Mapa 32. Mapa de distancias a vías. ....	105
Mapa 33. Mapa de distancia a CG. ....	105
Mapa 34. Mapa del tipo de suelo. ....	105
Mapa 35. Mapa de distancia a RE. ....	105
Mapa 36. Mapa de pendientes en grados. ....	105
Mapa 37. Mapa de criterios restrictivos. ....	105
Mapa 38: Factibilidad de suelos. ....	107
Mapa 39: Sitios seleccionados para emplazamiento de los COATs. ....	111
Mapa 40: Ruta de transporte de RDSU del COAT – SEGEPPA. ....	113
Mapa 41: Ruta de transporte de RDSU del COAT – SIGCHOGUA. ....	114
Mapa 42: Ruta de transporte de RDSU del COAT – ONA. ....	115
Mapa 43: Ruta de transporte de RDSU para los COATs seleccionados. ....	115

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se ha tomado mayor conciencia sobre el adecuado manejo, la minimización de costos de transporte y el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU). Así como también, la integración de centros comunitarios cuyo objetivo es la creación de asociaciones entre varios sectores para mejorar los procesos de planificación, programación, financieros, administrativos, técnicos, operativos y de evaluación de la gestión integral de RDSU y minimizar los impactos ambientales que éstos generan (Urriago, 2018).

Según Hernández et al. (2016) en Latinoamérica, el sistema integrado de gestión de RDSU aún tiene falencias. Se encuentran problemas como el subfinanciamiento, carencia de personal capacitado, coberturas deficientes, disposición final inapropiada, baja educación ambiental, entre otros. Esto deriva en condiciones sanitarias urbanas con problemas de salud pública y contaminación ambiental, consecuencia del rápido crecimiento volumétrico de los RDSU. Datos aproximados estiman que para el 2025 la generación de RDSU en esta área del mundo pasará de 130 millones de toneladas en el 2012 a 220 millones.

En la República del Ecuador, estas falencias no son ajenas, con una gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) ineficiente. Esto genera significativos impactos ambientales negativos en el aire, agua y suelo, derivado de algunos sitios de disposición final que carecen de adecuadas condiciones técnicas y operativas, denominados botaderos. Esto sucede principalmente por la carencia de recursos económicos y técnicos que tienen las municipalidades (Erazo & Villaroel, 2015).

Los GADs municipales de los cantones de la provincia del Azuay, quienes tienen la responsabilidad de sus residuos según el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en su gran mayoría solo toman en cuenta la gestión de los sitios de disposición final y en un grado medio la recolección, siendo un sistema de GIRSU que no presta igual importancia a cada una de sus fases. Se omiten aspectos importantes como la sustentabilidad económica, generación de RDSU, políticas de reciclaje, reutilización, economía circular, transporte (directo o por transferencia), aprovechamiento, entre otros (Erazo & Villaroel, 2015).

La gestión de los RDSU se debe incluir el acompañamiento de los diferentes actores involucrados como autoridades, industrias, comercios y ciudadanía en general. Esto a fin de implementar políticas y reglamentaciones que, al trabajar en conjunto, llevan a una gestión eficiente de los RDSU en todas sus fases: recolección, transporte, tratamiento o aprovechamiento y disposición final (Leite & Penido, 2006). El presente estudio se enmarca en las fases de transporte y aprovechamiento.

El transporte consiste en el traslado de los RDSU entre los diferentes sitios comprendidos en el manejo integral como son centros de acopio, estaciones de transferencia (ET), planta de recuperación de materiales, plantas de aprovechamiento (PA), y sitio de disposición final (Nippon Koei Lac, 2017).

Varios autores como la Comisión Económica para América Latina y El Caribe de las Naciones Unidas (1997); Hussain et al. (2014); Li & Huang (2010); Rondón et al. (2016); Vásquez (2005); World Bank (2012); Yong et al. (2009), entre otros, coinciden que el

transporte directo (cuando los camiones recolectores recorren desde su sitio de recolección hasta el sitio de disposición final) de RDSU, en muchos casos, no es viable. Esto debido a que los sitios de disposición final cada vez se encuentran más lejos de los centros poblados, y los camiones recolectores deben recorrer mayores distancias para las cuales no fueron diseñados, por lo tanto, proponen el manejo de ET como parte de la fase de transporte.

En la actualidad, muchas ciudades han implementado ET de RDSU que tienen por objetivo principal, la mejora de la eficiencia del transporte y aprovechamiento de los RDSU (Urriago, 2018). Las experiencias de implementación de ET en el Ecuador se presentan en dos casos, uno situado en la capital del país (norte y sur del Distrito Metropolitano de Quito), y otro de la mancomunidad del Sumak Kawsay ubicado en la región costera (Erazo & Villaroel, 2015; Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, 2014).

El aprovechamiento de RSU es otra fase que enmarca esta investigación, y se enlaza con las ET, ya que su funcionalidad incluye: separar y recuperar materiales de diferentes categorías que pueden ser usados como materia prima en otras actividades para un mejor manejo de los RDSU, ayudando a minimizar el impacto ambiental y reducir el volumen de residuos que se envían hacia los sitios de disposición final. Ésta última de gran importancia en el presente proyecto, puesto que con menor volumen de RDSU que manejar, los vehículos encargados del transporte hacia los sitios de disposición final podrán realizar menos viajes y al mismo tiempo prolongar el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios (RESAN), ya que a éstos llegarían únicamente RDSU que no se pueden recuperar o reutilizar, o que en su defecto no exista las tecnologías locales para hacerlo (Bleda, 2017; Garay, 2011; Jiménez, 2013; Ormaza, 2015).

El objetivo de este trabajo es: proponer una alternativa al sistema de transporte y aprovechamiento de RSU para la provincia del Azuay, desde una perspectiva técnica y ambiental, como parte del proyecto de investigación denominado “Sistema mancomunado de transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos para la provincia del Azuay” realizado por la Universidad Católica de Cuenca en convenio con la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC – EP) desde el año 2018. La propuesta se abordó dentro de la fase de transporte con la ubicación de ET, y el análisis de rutas entre ciudad – ET, ET – sitio de disposición final. En la fase de aprovechamiento, se estableció alternativas para el manejo de residuos orgánicos (RO) y residuos y desechos inorgánicos (RDI) en función de las características de generación de RDSU en cada uno de los cantones.

### **1.1. Formulación del problema**

En América Latina, los costos de servicio de aseo urbano muestran que los rubros que más consumen los presupuestos son el barrido, recolección y transporte de los RDSU. Estos representan entre el 60 y 80 % del costo total del servicio. Esto debido a que las ciudades van en crecimiento y cada vez los lugares de disposición final se instalan más lejos, generando atraso en las rutas de recolección, aumento del tiempo improductivo de las cuadrillas, reducción de la productividad de los camiones recolectores, que son vehículos especiales diseñados para carga y recolección, mas no para el transporte (Rondón et al., 2016).

Por otro lado, el aumento creciente de los RDSU y su inadecuado aprovechamiento sigue generando contaminación de aguas, suelos y aire, poniendo en riesgos la salud humana, y disminuyendo la biodiversidad, debido a la mortandad de poblaciones animales y la contaminación de especies vegetales de importancia social y económica por la expansión de sitios de disposición de RDSU no controlados e invasivos (Taboada et al., 2011).

El manejo de RDSU es un problema para todas las municipalidades del Ecuador, ya que la mayoría de ellos carecen de los recursos técnicos, económicos e infraestructura necesaria que facilite su adecuada gestión (Erazo & Villaroel, 2015). La provincia del Azuay posee sólo tres sitios regulados para la disposición de los RDSU, Pichacay en Cuenca, Huascachaca en Santa Isabel y otro en Paute. Se destaca que Pichacay además de Cuenca, recibe los residuos de 6 de los 15 cantones del Azuay (Sevilla de Oro, El Pan, Guachapala, Sígsig, Chordeleg y Gualaceo) y representa el 85.66% de los RSU (543.28 ton/día). Huascachaca es una mancomunidad entre Nabón, San Fernando, Girón y Santa Isabel y representa el 4.77% de los RDSU (30.25 ton/día), y Paute constituye el 1.57% de los RDSU (9.97 ton/día). El cantón Pucará representa el 0.85% de los RDSU (5.38 ton/día) y los disponen en un RESAN fuera de la provincia. Los cantones de Oña y Camilo Ponce Enríquez representan el 7.15% de RDSU (45.29 ton/día), y los disponen en una celda emergente y un botadero, respectivamente (Cobos et al., 2017).

Los cantones que dejan sus residuos en el RESAN de Pichacay tienen importantes recorridos que aumentan los costos en el rubro del transporte. Las distancias son: Sevilla de Oro – RESAN con 83.9 km, El Pan – RESAN con 76.52 km, Guachapala – RESAN con 63.53 km, Sígsig – RESAN con 39.38 km, Chordeleg – RESAN con 43.62 km, y, Gualaceo – RESAN con 52 km.

El aprovechamiento de RDSU es crítico en los cantones de la provincia del Azuay. El cantón Cuenca es el único que posee sistemas de recuperación tecnificado, orientado a la elaboración de compost a partir de los residuos de mercados y residuos municipales, y aprovechamiento de biogás para la generación de electricidad. Este aprovechamiento permite al mismo tiempo reducir la emisión de gas metano a la atmósfera en el cantón, equivalente a retirar 15000 vehículos de circulación por mes. También se cuenta con procesos de reciclaje llevados a cabo tanto por la empresa municipal, como por organizaciones de recicladores base (Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, 2016a).

## **1.2. Justificación del problema**

Con la propuesta de transporte y aprovechamiento de los RDSU se evalúan los procesos y costos con la implementación de ET y PA como lo recomiendan: La Comisión Económica para América Latina y El Caribe de las Naciones Unidas (1997); Hussain et al. (2014); Li & Huang (2010); Rondón et al. (2016); Vásquez (2005); World Bank (2012); Yong et al. (2009), entre otros; frente a los procesos y costos de estas dos fases del sistema actual. Adicionalmente, con el aprovechamiento de los RSU se busca como objetivo un mayor ahorro por la reducción en la cantidad de RDSU transportados, y una mejor calidad de manejo de éstos, que eviten impactos ambientales significativos. Una vez realizados estos estudios, se determinará la viabilidad que representa para cada cantón llevar a cabo esta propuesta.

Los costos de transporte pueden ser reducidos al establecer las ET, considerando que recorridos de distancias mayores a los 12 km ya se recomienda implementar ET, y pasados los 25 km, definitivamente ayudarán a reducir costos (Massukado, 2004); más aún en ciudades con alta densidad poblacional, trayendo beneficios económicos importantes. El uso de ET en poblaciones medianas y pequeñas es recomendable, sobre todo cuando se trabaja en sistemas mancomunados (Tello et al., 2010).

Entre las ventajas que presenta una ET están: la economía del transporte, ahorro del trabajo, ahorro de energía, reducción de costos por desgastes y/o roturas del equipo, versatilidad, reducción del frente de descarga en los rellenos, posibilidad de reciclado (Rondón et al., 2016). En referencia, se tiene el caso de Chile, que desde el año 1996 inició con el emplazamiento de estas infraestructuras, en la cual se afirma que se ha dado una reducción de los costos por conceptos de transporte y recolección de residuos de un 33.3% (Vásquez, 2005). Actualmente, su uso está extendido en gran parte de América Latina con mayor cantidad de ET en Belice, Chile y Brasil.

La implementación de PA de residuos sólidos presenta como ventajas el aprovechamiento de materiales reciclables, separación de residuos peligrosos, optimización logística y de recuperabilidad, minimización de impactos negativos en el ámbito social, optimización de residuos a compactar y recepción de residuos voluminosos (Garay, 2011).

En Colombia se cuenta con dos ET, Socya en Antioquía y Palmaseca en el Valle. La primera recibe 22671 camiones recolectores y salen 5737 hacia el relleno; en la segunda, la relación es similar, favoreciendo la movilidad, reducción en el uso de combustibles, disminución de costos asociados a movilización y mantenimiento del parque automotor, reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, aprovechamiento de materiales reutilizables y derrame de lixiviados. En Argentina está la PA mecánico biológico – Norte III, es una de las más completas de Sudamérica en aprovechamiento de los RSU (Urriago, 2018).

Dentro del proyecto de investigación, “Sistema mancomunado de transporte, aprovechamiento y disposición final de RESAN para la provincia del Azuay”, se encontró deficiencias de información en el ámbito de los RDSU.

### **1.3. Alcance o delimitación del problema**

Bajo el modelo de la GIRSU, se va a realizar el análisis del sistema de transporte y aprovechamiento de los RDSU en la provincia del Azuay desde un enfoque técnico-ambiental. Para ello, se contempla el emplazamiento de ET y PA a través de un análisis espacial multicriterio basado en SIG con información geográfica a nivel regional (escala 1:25000 aproximadamente). Este proyecto se regirá a la normativa ecuatoriana en el ámbito de los RDSU como son: la Constitución, Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), Código Orgánico del Ambiente (COA), Reglamento del Código Orgánico del Ambiente (RCOA), y Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

En el análisis de transporte, se cubrirán aspectos como rutas desde los cantones hacia las estaciones y de las estaciones hacia los rellenos, el análisis de tráfico, el tipo de afectación, número de viajes, costos, entre otros.

Por otra parte, para las PA de los RSU, se evaluaron alternativas para el manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos, con el objetivo de ser conjuntas a la ET o en espacios cercanas a estas. Como precedente se conoce que en países como México, Colombia y Argentina ya se han llevado a cabo la implementación de PA de RSU con tecnología como separación mecánica, producción de compost, aprovechamiento mecánico - biológico, digestión anaerobia y aprovechamiento energético de biogás. Algunas de estas experiencias han tenido un gran éxito y repercusión local y nacional (Urriago, 2018).

Se omite el análisis social que implica la implementación y aceptación de estas infraestructuras (ET y PA). Este análisis considera variables de tipo político, las cuales pueden llevar años socializarlas y llegar a acuerdos comunes, que deben ser parte de otro estudio si se desea ejecutarlas.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Elaborar una propuesta de sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la provincia del Azuay.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Elaborar el diagnóstico inicial del sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos de la provincia del Azuay.
- Desarrollar una propuesta de sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la provincia del Azuay.
- Analizar la viabilidad técnica y ambiental de la propuesta.

#### **1.5. Metodología de la investigación**

La metodología utilizada en esta investigación fue analítica – sintética. El método analítico – sintético “es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos y después relacionar cada reacción mediante la elaboración de una síntesis general del fenómeno estudiado” (Mendoza, 2017). Es así, que para cada objetivo se plantea actividades que permitan alcanzar los resultados esperados.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Marco legal

En el marco legal se ha identificado las leyes y normas vigentes en la República del Ecuador en relación a la gestión de los residuos sólidos, presentadas a continuación con su respectiva interpretación (los artículos completos pueden ser observados en Anexos – Sección marco legal)

##### 2.1.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

- Título V: Organización territorial del estado  
Capítulo IV: Régimen de competencias  
**Art. 264.** Inciso 4
- Título VII: Régimen del buen vivir  
Capítulo II: Biodiversidad y recursos naturales  
Sección I: Naturaleza y ambiente  
**Art. 395.** Inciso 3  
**Art. 396**  
  
Sección VII: Biósfera, ecología urbana y energías alternativas  
**Art. 415**

El artículo 264 hace referencia a las competencias de los gobiernos autónomos descentralizados municipales, en cuestión de servicios públicos, dentro de los cuales está el manejo de los desechos sólidos.

Los artículos 395 y 396, manejan la postura del estado ecuatoriano frente a los impactos ambientales que se deriven de cualquier proceso. Es decir, efectuará las medidas legales correspondientes con quienes son responsables de causar daños al medio ambiente, considerando todas las partes procesales, como son actores, mediadores y ciudadanía en general.

El artículo 415 propone que los gobiernos autónomos descentralizados generen programas para un buen manejo de residuos sólidos, dentro de los cuales se puede encontrar la recuperación y aprovechamiento de éstos. Para garantizar el correcto desarrollo territorial, y así evitar daños a la sociedad y medioambiente.

##### 2.1.2. Leyes orgánicas

###### 2.1.2.1. *Código Orgánico Integral Penal (COIP, 2014, última modificación 2018)*

- Libro primero: La infracción penal  
Capítulo IV: Delitos contra el medio ambiente y la naturaleza o Paccha Mama  
Sección Tercera: Delitos contra la gestión ambiental  
**Art. 254**  
**Art. 255**  
Capítulo VIII: Infracciones de tránsito.  
Sección tercera: Contravenciones de tránsito

### **Art. 392**

En este código se trata las sanciones que corresponden a las partes implicadas en los malos manejos, irrespetos o inobservancia de las leyes en cualquier proceso que se lleve a cabo. De esta manera el artículo 254, refiere a la gestión prohibida de desechos, el artículo 255 impone las sanciones por la falsificación de información para emitir los diferentes documentos ambientales, mientras que el artículo 392, en sus incisos 7 y 10 refiere a sanciones al transporte público o privado por los impactos que se pueden generar al medio ambiente, si sus ocupantes arrojan basura a la vía pública, y no dentro de bolsas que se debe disponer para el efecto.

#### **2.1.2.2. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)**

- Libro preliminar  
Título I: Objeto, ámbito y fines.  
**Art. 3.** Inciso 7  
Título II: De los derechos, deberes y principios ambientales  
**Art. 9.-** Principios ambientales. Inciso 2  
Título III: Régimen de responsabilidad ambiental  
**Art. 10.-** De la responsabilidad ambiental.
  
- Libro primero del régimen institucional  
Título II: Institucionalidad y articulación de los niveles de gobierno en el sistema nacional descentralizado de gestión ambiental  
Capítulo II: De las facultades ambientales de los gobiernos autónomos descentralizados  
**Art. 27.-** Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. Inciso 6
  
- Libro Tercero de la calidad ambiental  
Título II: Recursos genéticos y sus derivados, bioseguridad, biocomercio  
Capítulo V: Calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos  
**Art. 190.-** De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas  
Título V: Gestión integral de residuos y desechos  
Capítulo I: Disposiciones Generales  
**Art. 225.-** Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Incisos 5 y 9.  
**Art. 226.-** Principio de jerarquización.  
Capítulo II: Gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos  
**Art. 231.-** Obligaciones y responsabilidades. Incisos 2 y 4.  
**Art. 233.-** Aplicación de la Responsabilidad extendida Productor sobre la gestión de residuos y desechos no peligrosos, peligrosos y especiales.

Los artículos 3, 9 y 10 se enfocan en la recomendación del uso de tecnologías ambientalmente limpias, con el objetivo de reducir los impactos ambientales negativos y generando las medidas de reparación y restauración respectivos, mediante las responsabilidades legales en cualquier nivel de competencia natural y jurídica. Para dar un uso óptimo de los recursos naturales.

El artículo 27 en su inciso 6 hace referencia a los planes, programas y proyectos que los gobiernos autónomos descentralizados deben elaborar para llevar a cabo un adecuado manejo de los residuos sólidos en sus diferentes fases.

El artículo 190 centra su atención en la conservación de la biodiversidad en general en el caso de que se generen actividades que causen riesgos o impactos ambientales. El objetivo es reducir al máximo los daños hacia los procesos dinámicos naturales en estos entornos.

El artículo 225 en sus incisos 5 y 9 refieren a la obligatoriedad de los ecuatorianos en todos sus niveles sobre el fomento de un manejo adecuado de los residuos sólidos, siguiendo un principio de jerarquización como lo menciona el artículo 226, en el cual también se fomenta el aprovechamiento de los residuos para que, a la disposición final, lleguen únicamente aquellos que ya no se puedan tratar.

En el capítulo II, todos sus artículos (228 al 234) hacen referencia a la gestión de los residuos no peligrosos, promoviendo planes preventivos sobre daños ambientales y riesgos a la salud humana que generan las actividades antropogénicas, implementados por los GADs en lineamiento con el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Para ello, se considerará los alcances, la infraestructura, las obligaciones, las responsabilidades, transporte y aprovechamiento, en lo referente a los residuos sólidos.

### **2.1.2.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD, 2017)**

- Título III: Gobiernos Autónomos Descentralizados  
Capítulo III: Gobierno Autónomo descentralizado municipal  
Sección primera: Naturaleza jurídica, sede y funciones  
**Art. 55.** Inciso d
- Título V: Descentralización y sistema nacional de competencias  
Capítulo IV: Del ejercicio de las competencias constitucionales  
**Art. 136**  
**Art. 146**
- Título VIII: Disposiciones comunes y especiales de los gobiernos autónomos descentralizados  
Capítulo VIII: Régimen patrimonial  
Sección primera: Patrimonio  
**Art. 418.** inciso e  
Sección cuarta: Reglas especiales relativas a los bienes de uso público y afectados al servicio público  
**Art. 431**

Los artículos en mención indican la competencia que tienen los GADs municipales en el manejo de los desechos sólidos en coordinación con los GADs parroquiales. Estos a su vez deben trabajar en conjunto con la ciudadanía, participando en la vigilancia y toma de decisiones sobre las afecciones al medio ambiente que producen las actividades antropogénicas. Para ello los GADs deben establecer las normas preventivas, de control y sanciones para las actividades que producen contaminación a la naturaleza, ya sea a entes públicos o privados en cualquier nivel de jerarquía, así como lo estipula la Constitución al exigir los derechos de la naturaleza.

#### **2.1.2.4. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUGS, 2016)**

- Título I: Principios y reglas generales  
Capítulo I: Objeto y ámbito  
**Art. 4.-** Glosario. Inciso 13.- Sistema público de soporte.  
Inciso 17.- Vivienda adecuada y digna
  
- Título IV: Gestión del suelo  
Capítulo II: Instrumentos de gestión  
Sección IV: Instrumentos de financiamiento del desarrollo urbano  
**Art. 73.-** Pago  
Sección V: Instrumentos para la gestión del suelo de los asentamientos de hecho  
**Art. 76.-** Declaratoria de regularización prioritaria

La dotación de servicios como los desechos sólidos se consideran como un sistema público de soporte. Por lo tanto, si una vivienda está atendida con todos los servicios básicos, será considerada como digna y adecuada de acuerdo al artículo 4 en sus incisos 13 y 17.

Los artículos 73 y 76 hacen referencia a la gestión del suelo en el emplazamiento de obras, los pagos, beneficios y regulaciones que deben tener para que un espacio tenga un correcto uso de suelo sin perjuicio a las partes involucradas.

#### **2.1.2.5. Ley Orgánica de Salud (Registro Oficial Suplemento 423, última modificación 2012)**

- Libro II: Salud y seguridad ambiental  
Título único  
Capítulo II: De los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes  
**Art. 97**  
**Art. 98**  
**Art. 100**  
**Art. 103**
  
- Libro sexto: Jurisdicción, competencia, procedimiento, sanciones y definiciones  
Capítulo V: De las definiciones  
**Art. 259.-** Definición de desechos y residuos.

Los artículos respectivos dirigen la responsabilidad a la autoridad sanitaria nacional de dictar normas de bioseguridad y control para el manejo de desechos. Estas normas deben ser acatadas por los municipios, de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes en la República del Ecuador. Para cumplir estas normas, el Estado entregará los recursos necesarios a los municipios. Sígase para el concepto de residuos y desechos en esta norma, el artículo 259.

### **2.1.3. Reglamentos y normas**

#### **2.1.3.1. Reglamento del Código Orgánico del Ambiente (2019)**

- Título VII: Gestión integral de residuos y desechos  
**Art. 560 al 611**

Dentro del título VII, todos los artículos, tienen referencia a los residuos sólidos no peligrosos, incluye disposiciones, regulaciones, responsabilidades, obligaciones, entidades involucradas (autoridades, personas naturales y jurídicas, instituciones, empresas, entre otros), atribuciones, documentaciones, planes, proyectos y autorizaciones. Todo ello enfocado en la gestión integral de los residuos sólidos, profundizando cada una de las etapas que lo componen como son: la generación, la separación en la fuente, el almacenamiento temporal, barrido y limpieza, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

#### **2.1.3.2. Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Libro VI Anexo 6 (2010)**

En la norma encontramos conceptos importantes como los de estación de transferencia, reúso y tratamiento, en los puntos 2.26, 2.34 y 2.36, respectivamente. Las prohibiciones, y las normas que se deben cumplir en el manejo de desechos sólidos están incluidas en los puntos 4.2 y 4.3, respectivamente. En cuanto al almacenamiento, la recolección y transporte, transferencia y tratamiento de los desechos no peligrosos se guía a los puntos 4.4, 4.7, 4.8 y 4.9. Finalmente, para aspectos relacionados a la recuperación se dirige al punto 4.13.

#### **2.1.3.3. Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015)**

- Título I: Disposiciones preliminares  
**Art. 3.-** Glosario.
- Título III: Del sistema único de manejo ambiental  
Capítulo I: Régimen Institucional  
**Art. 7.-** Competencia de evaluación de impacto ambiental.  
Capítulo VI: Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o especiales.  
**Art. 49.-** Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.  
Sección I: Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.  
**Art. 55.-** De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.  
**Art. 57.-** Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.  
**Art. 58.-** Viabilidad técnica.  
**Art. 59.-** Fases de manejo de desechos y/o residuos sólidos no peligroso.  
Parágrafos I al VIII  
**Art. 60 al 77**

En el artículo 3, se da las definiciones concretas en el ámbito ambiental empleadas a nivel nacional, dentro de las cuales se destacan: aprovechamiento de residuos no peligrosos, desechos no peligrosos, disposición final, estación de transferencia, fases de manejo de residuos no peligrosos, recuperación de residuos no peligrosos, residuos sólidos no peligrosos, reutilización de residuos sólidos, transporte, tratamiento, tratamiento de residuos sólidos no peligrosos y valorización de residuos y/o desechos.

En el artículo 7, se manifiesta que, la evaluación de impactos ambientales corresponderá a la autoridad ambiental nacional, misma que podrá ser delegada a los GADs provinciales, metropolitanos y municipales. Para la acreditación de la evaluación de impacto ambiental, el Acuerdo No 061 en todo su contenido plantea las herramientas a seguir, según sea el caso que le corresponda a una actividad específica.

En el artículo 49, se hace referencia a las políticas generales y de obligatoriedad que se debe seguir en la gestión integral de los residuos y/o desechos en general en sus diferentes niveles de gobierno, personas naturales o jurídicas (pública o privadas), comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras.

En los artículos 55, 57, 58 y 59, se enfocan en la gestión integral de los residuos y/o desechos no peligrosos y las garantías que los GADs municipales deben ofrecer. Se debe asegurar el manejo adecuado en todas las fases de la gestión de los residuos (generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final), considerando actividades técnicas y operativas, sin descuidar aspectos de viabilidad en los diseños finales de un proyecto.

En los artículos 60 al 77, se da los lineamientos y alcances a seguir en las fases de los residuos sólidos, las condiciones, las prohibiciones, las alternativas, las variables que cada una de ellas involucra, y como deben ser gestionadas y llevadas a cabo por las diferentes entidades que conforman el proceso de la gestión de los residuos desde las personas naturales, hasta los más altos niveles de gobierno. Se refiere también a contemplar todas las actividades de divulgación, concientización y capacitación referente a todo el sistema.

#### **2.1.4. Ordenanzas**

##### **2.1.4.1. *Ordenanza provincial de política pública ambiental, para la regulación del plástico de un solo uso en la provincia del Azuay (2019)***

La ordenanza tiene por objetivo la gestión de los plásticos de un solo uso, y a su vez fomentar el empleo de productos biodegradables (buenas prácticas ambientales) en toda la provincia del Azuay haciendo partícipe a la ciudadanía local. Esto ayuda a la disminución de impactos ambientales y preservación de la naturaleza. Para ello se crea un fondo ambiental provincial para las actividades destinadas a este fin.

## 2.2. Residuos sólidos urbanos (RSU)

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (2017), establece que los residuos a diferencia de los desechos, son aquellos que pueden ser susceptibles de aprovechamiento o valorización económica. En su defecto, los desechos al no tener valor comercial adicional, deberán ser transportados hacia los sitios destinados para su disposición final.

Los desechos no peligrosos se definen como “un conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas” (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

Para Tchobanoglous et al. (1994), los RSU es todo material que se ha descartado por la población, siendo de origen doméstico, comercial, industrial, desechos de los servicios públicos y de la construcción, a excepción de que sean residuos peligrosos. Se descartan a los residuos que provienen de las aguas domésticas servidas, agrícolas y desechos peligrosos industriales. Mientras que, para los autores León & Plaza (2017), los RSU son todos los desechos que se originan de las actividades que se desarrollan dentro de una población, como: domiciliarios, comerciales, institucionales y de servicios de limpieza pública. Estos residuos son los resultados de las acciones que se realizan dentro de una comunidad, entre ellos se presentan: el papel, restos de alimentos, plástico, cartón, entre otros, excepto los procedentes de las actividades de: fabricación y agrícola.

El manejo inadecuado de los desechos y residuos sólidos produce múltiples impactos negativos sobre la salud de las personas y el medio ambiente, afectando factores como fuentes hídricas, suelos, aire y entorno en general (Tabla 1). Ese manejo es incluso una variable más que aporta a los gases de efecto invernadero en el mundo, junto con el tratamiento de aguas residuales, representan el 3% de estas emisiones a la atmósfera, que, si bien puede parecer una cifra poco significativa, resulta igual a 1.32 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (Rondón et al., 2016).

Tabla 1: Efectos negativos por el inadecuado manejo de los RSU

Entorno	Efectos	Problemas
Efectos en la salud de los seres humanos	Enfermedades generadas	Problemas cutáneos
		Afecciones respiratorias
		Riesgo a accidentes laborales
		En casos más serios dengue, leptospirosis y dolencias gastrointestinales
		Enfermedades infecciosas
	Efectos	Presencia de vectores como mosquitos, moscas, ratas, cucarachas, aves, entre otras
		Conversión en focos de contaminación
Efectos al medio ambiente	Agua	Vertidos incontrolados
		Contaminación en los mantos freáticos
		Pierde propiedades físicas, químicas y biológicas
	Aire	Afectación por gases tóxicos
		Gases por descomposición de residuos
		Alteración en las propiedades del aire
	Suelo	Afecta la productividad
		La filtración de lixiviados cambia las propiedades del suelo
		Suelo infértil
	Paisaje	Deterioro por la aglomeración de residuos
Impacto visual adverso a su entorno		

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (León & Plaza, 2017)

### **2.2.1. Origen de residuos y desechos sólidos urbanos (RDSU)**

Según su origen los RDSU son: domésticos, comerciales, institucionales, construcción y demolición, y servicios municipales como residuos de: barrido de calles, y limpieza de parques y jardines, a excepción de los generados en plantas de tratamiento (Tchobanoglous et al., 1994).

#### **2.2.1.1. Residuos y desechos domésticos**

Son aquellos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

#### **2.2.1.2. Residuos y desechos comerciales**

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2010) son “aquellos que son generados en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como: almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros”.

#### **2.2.1.3. Residuos y desechos institucionales**

Son aquellos generados en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

#### **2.2.1.4. Residuos y desechos de construcción y demolición**

Son los producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, entre otros, que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería. Están constituidas por tierra, ladrillos, material pétreo, hormigón simple y armado, metales ferrosos y no ferrosos, maderas, vidrios, arena, etc (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

#### **2.2.1.5. Desechos de barrido de calles**

Son los originados por el barrido y limpieza de las calles y comprende entre otras: basuras domiciliarias, institucional, industrial y comercial, arrojadas clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, residuos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, así como demás desechos sólidos similares a los anteriores (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

#### **2.2.1.6. Residuos y desechos de limpieza de parques y jardines**

Son aquellos originados por la limpieza y arreglos de jardines y parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas o privadas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

### 2.2.2. Composición de RDSU

Según autores como Colomer & Gallardo (2007); Prieto (2015); Tchobanoglous et al.(1982), la composición de los RDSU varía dependiendo de factores como: modo y nivel de vida, actividad y características de la población, climatología, estacionalidad, turismo y festividades de cada zona. En zonas rurales aumenta la generación de materia orgánica (MO) mientras que en grandes ciudades existe un incremento en la generación de materia inorgánica. La composición de las fracciones de los RDSU depende de la cantidad de habitantes con los que cuenta el municipio (Tabla 2).

Tabla 2: Composición de las fracciones de los RDSU según la cantidad de habitantes

Composición de RDSU		
Fracción	Municipios	
	> 20000 hab	< 20000 hab
Orgánica	33,06%	45,93%
Papel/Cartón	19,62%	16,62%
Envases ligeros	16,02%	13,04%
Vidrio	12,07%	14,21%

Fuente: (Prieto, 2015)

#### 2.2.2.1. Residuos orgánicos (RO)

Son todos los residuos biodegradables, éstos se caracterizan porque pueden descomponerse naturalmente y degradarse rápidamente, convirtiéndose en otro tipo de materia orgánica (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Para los autores Arellano & Guzmán (2011), los RO son todos los desechos biológicos, es decir, que proviene de un ser vivo o formaron parte de él, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y alimentos, etc. Todos ellos son biodegradables, puesto que por acción de bacterias y hongos presentes en el ambiente se descomponen naturalmente, y por lo tanto cuentan con la capacidad de desintegrarse o degradarse rápidamente.

Los autores como Gaggero & Ordoñez (2010); Pineda & Loera (2007), definen a los RO como desechos que provienen de desperdicios de alimentos en hogares o negocios, animales muertos, vegetales y de áreas municipales. Estos residuos son de fácil degradación biológica.

#### 2.2.2.2. Residuos y desechos inorgánicos (RDI)

Son todos RDI no biológicos. Debido a sus características químicas su descomposición natural es muy lenta. Muchos de estos RDI tienen origen natural pero no poseen características biodegradables. Generalmente, están compuestos por: plásticos, metales, papel, elementos de control sanitario (pañales, toallas higiénicas, algodones, etc.), vidrios, madera, trapos, cuero, goma, pilas, etc (Arellano & Guzmán, 2011).

Para Pineda & Loera (2007), los RDI son materiales de origen no biológico como envases, latas, pañales, latas, papel y cartón, vidrio, metal, plástico, cuero, etc. Asimismo, Gaggero & Ordoñez (2010) indica que todos los RI provienen de materiales que no están directamente relacionado con la naturaleza sino que provienen de procesos de industrialización como plástico, latas, cuero, envases, etc.

### **2.3. Sistemas de transporte de RDSU**

Para la empresa Nippon Koei Lac (2017), el transporte de RDSU es una actividad que permite el traslado o desplazamiento de los residuos y desechos entre las distintas fases comprendidas en el manejo integral de RDSU. Los sitios para el manejo integral de los RDSU son: centro de acopio, ET, planta de recuperación de materiales, PA y sitio de disposición final. El transporte directo e indirecto son los sistemas más utilizados para el traslado de los RSU.

En el transporte directo, los vehículos de recolección son utilizados para desplazar los RDSU hacia los sitios de disposición final. Por otro lado, en el transporte indirecto o puntos de transferencia, los RDSU recolectados son trasladados desde un camión recolector hacia vehículos con mayor capacidad volumétrica para después ser enviados hasta los centros de acopio, PA o sitios de disposición final (Nippon Koei Lac, 2017).

#### **2.3.1. Estación de transferencia (ET)**

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2019), una ET “es el lugar físico que cumple condiciones técnicas, dotado de la infraestructura y equipos, en el cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos y desechos sólidos no peligrosos para posteriormente ser transportados a otro lugar para su valorización o disposición final, con o sin agrupamiento previo”.

Para autores como Sánchez & Estrada (1996), estas infraestructuras poseen instalaciones que permiten el traslado de RDSU desde los vehículos recolectores hasta vehículos de transferencia, y posteriormente hacia los RESAN, con el objetivo de conseguir aspectos positivos en la rentabilidad y eficacia de la infraestructura.

De igual manera, la empresa Nippon Koei Lac (2017) en su Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana, define a estas infraestructuras como un conjunto de equipos e instalaciones que reciben y trasladan los RDSU desde camiones recolectores de capacidad limitada a vehículos de mayor capacidad volumétrica. Estos vehículos de transferencia son diseñados para el transporte de importantes cantidades de RSU en grandes distancias para llegar a los sitios de disposición final.

##### **2.3.1.1. Criterios de diseño y construcción**

El diseño y, construcción o instalación de ET de residuos y desechos sólidos, deberá sujetarse a las normas de ordenamiento territorial. Para su aprobación el Municipio respectivo exigirá una autorización previa a la entidad ambiental de control. La localización y funcionamiento de las ET de residuos y desechos sólidos deben de reunir las siguientes condiciones (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

- a) Facilitar el acceso de vehículos,
- b) No estar localizadas en áreas de influencia de establecimientos educativos, hospitalarios, militares, de recreación y otros sobre cuyas actividades pueda interferir;
- c) No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal, ni causar problemas de estética;
- d) Tener sistema definido de carga y descarga;
- e) Tener sistema alternativo para operación en caso de fallas o emergencias;

- f) Tener sistema de suministro de agua en cantidad suficiente para realizar actividades de lavado y limpieza; y,
- g) Disponer de los servicios básicos que permitan su funcionamiento.

Según la empresa Nippon Koei Lac (2017), una ET generalmente está construida en dos niveles. Los vehículos de recolección que ingresan a la ET descargan los RSU desde el nivel superior al inferior. Los componentes de una ET son; rampas de acceso y salida, entrada con zona de espera, balanza, plataforma de recepción, patio de descarga, zona/túnel de carga, pozo o tolva de almacenamiento (si es indirecta), sistemas de captación y tratamiento de aguas, equipos de compactación, generalmente estacionarios y áreas de servicios generales.

Un aspecto importante para localizar estas infraestructuras es que sea de larga duración, con posibilidad de ampliaciones en el futuro, y que brinde mayor acogida o generar espacios adicionales que optimicen el funcionamiento de la estación. Hay que tomar en cuenta que su construcción no exceda un costo económico debido a la adquisición de propiedades o técnicas complicadas de procesos y construcción (Rondón et al., 2016).

### **2.3.1.2. Clasificación de ET**

De acuerdo a Sánchez & Estrada (1996); Urriago (2018), estas infraestructuras han adquirido una gran importancia como respuesta a la realidad en el manejo de los RDSU en los diferentes países del mundo. Partiendo de estas condiciones, las infraestructuras se clasifican en estaciones de: descarga directa, descarga indirecta y combinada.

Estas infraestructuras pueden ser de diferentes tipos, ya sea solamente de manejo y trasbordo de residuos y desechos para su traslado, o, también de recuperación de materiales o multipropósito. Posteriormente serán llevados por camiones de gran capacidad a los sitios de disposición final como rellenos, plantas adicionales de reciclaje, centros de procesamiento, incineradores, entre otras que se disponga en las diferentes localidades o que se vayan a implementar (Varón et al., 2015).

Por otra parte, las ET también pueden adjuntarse con: centros de acopio, clasificación y aprovechamiento o tratamiento de los RO y residuos inorgánicos reciclables (RIR), ayudando a disminuir la cantidad de RDSU que se trasladan hacia los sitios de disposición final conocidos como RESAN (Urriago, 2018).

#### **2.3.1.2.1. Estaciones de descarga directa**

Según autores como López (2017); Sánchez & Estrada (1996); consiste en el traslado de los RDSU de los camiones recolectores a través del vaciado por gravedad a un tráiler descubierto de mayor capacidad que varía entre 20 a 25 toneladas. Los vehículos recolectores son registrados y pesados, e inmediatamente se desplazan hacia el área de maniobras (líneas de servicio). Estas zonas cuentan con un número determinado de tolvas que cumplen con la función de descargar los residuos y desechos al vehículo de transferencia. Paralelamente, los vehículos de transferencia se encuentran ubicados en el patio de carga para su llenado de RDSU. Posteriormente, estos vehículos serán cubiertos con una lona para evitar que se dispersen los residuos durante el desplazamiento hacia los sitios de disposición final.

Este sistema no almacena los residuos y desechos. Esto conlleva a que los vehículos de transferencia tienen que estar siempre disponibles y en plenas condiciones de recibir los RDSU de los camiones recolectores. Por lo tanto, si dichos vehículos de transferencia no están disponibles existe una pérdida de tiempo y en consecuencia un bajo rendimiento del sistema por la falta de equipamiento. Sin embargo, este sistema es el más utilizado por la simplicidad y bajo costo de inversión para su implementación (López, 2017; Sánchez & Estrada, 1996).

Los componentes de diseño de este sistema son taller, oficinas, jardines, techumbre o área cubierta, tolvas, aspersores de agua para el control de polvos, sistema de ventilación mecánica, caseta de control, básculas, acceso de vehículos de recolectores y de transferencia, patio de maniobras de vehículos recolectores y de transferencia, salida de vehículos recolectores y de transferencia, estacionamiento de vehículos de transferencia, área de despunte de vehículos de transferencia (Sánchez & Estrada, 1996). La operación de este sistema se presenta en la ilustración 1 y 2.

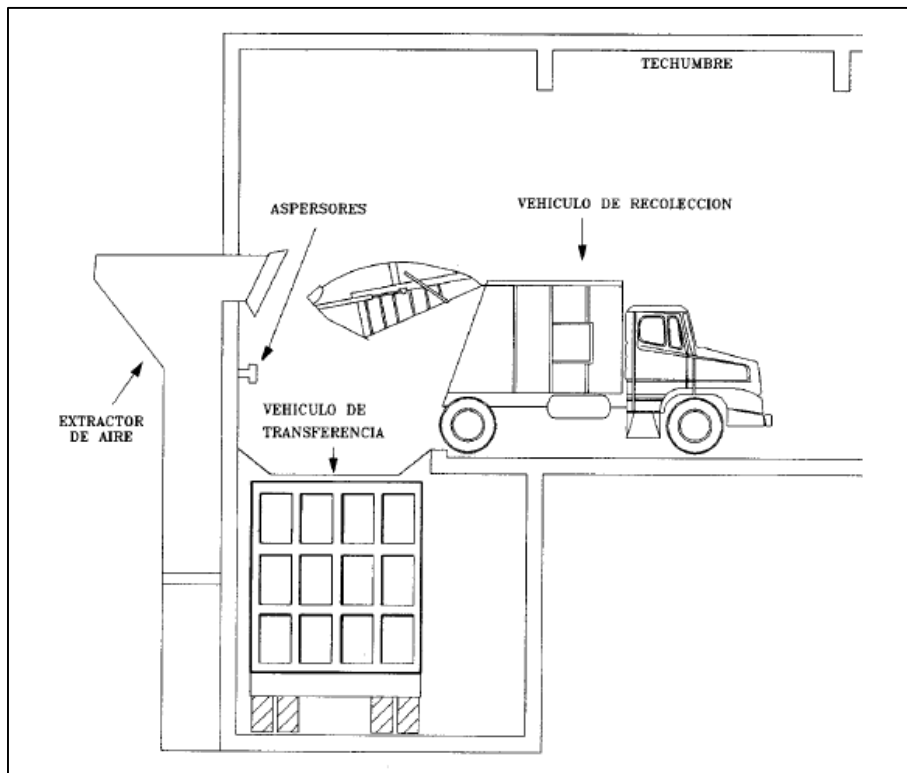


Ilustración 1: Trasbordo de RDSU en estaciones de descarga directa

Fuente: (Sánchez & Estrada, 1996)

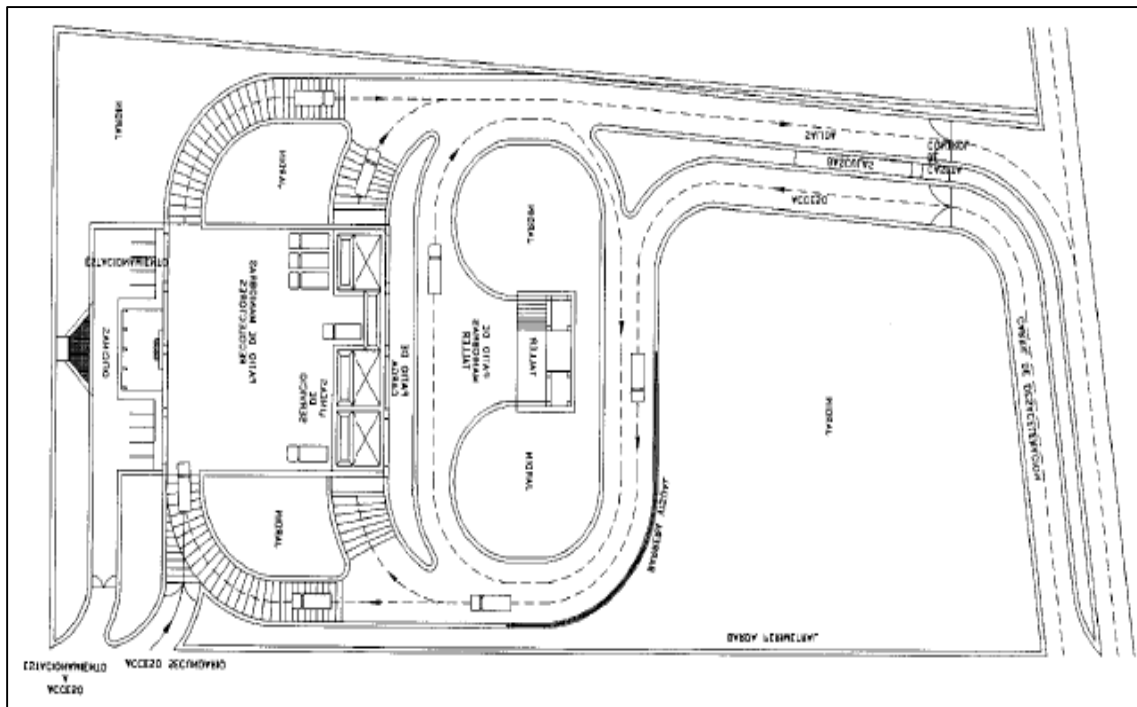


Ilustración 2: Estación de descarga directa  
Fuente: (Sánchez & Estrada, 1996)

### 2.3.1.2.2. Estaciones de descarga indirecta

En este sistema, los RDSU de los recolectores se descargan sobre una fosa de almacenamiento o sobre un área que actué como plataforma. Posteriormente, estos RDSU se cargan en los vehículos de transferencia a través del empleo de equipos auxiliares. Los vehículos recolectores pasan por una báscula computarizada para el registro de su peso, e inmediatamente se trasladan hacia la plataforma para descargar los RSU en la fosa. Posteriormente, los vehículos recolectores se pesan nuevamente en la báscula para obtener la cantidad de residuos transferidos (López, 2017; Sánchez & Estrada, 1996).

Por otra parte, los residuos y desechos almacenados en la fosa se descargan en las cajas de transferencia mediante equipos auxiliares como: grúas de almeja, cargadores frontales o tractores de hoja topadora. Estas cajas de transferencia son trasladadas por un montacargas a la zona de despunte que posteriormente son adjuntadas a los tractos camiones encargados de transportar a los sitios de disposición final. La ventaja de este tipo de instalación es que los vehículos recolectores nunca tienen que esperar para descargar los residuos y desechos (López, 2017; Sánchez & Estrada, 1996).

Los componentes de diseño de este sistema son fosa principal con 20 líneas de descarga simultánea, diseño especial de vías de seguridad en el borde de la fosa, aspersores de agua para el control de polvos en la fosa, sistema de ventilación mecánica, techumbre del patio de descarga, rampa de acceso de vehículos recolectores, patio de maniobras de vehículos recolectores, rampa de salida de vehículos recolectores, básculas, taller, oficinas, jardines, caseta de control, estacionamiento de cajas de transferencia, área de despunte de cajas de transferencia, estacionamiento de tracto camiones y salida de vehículos de transferencia (Sánchez & Estrada, 1996). La operación de este sistema se presenta en la ilustración 3 y 4.

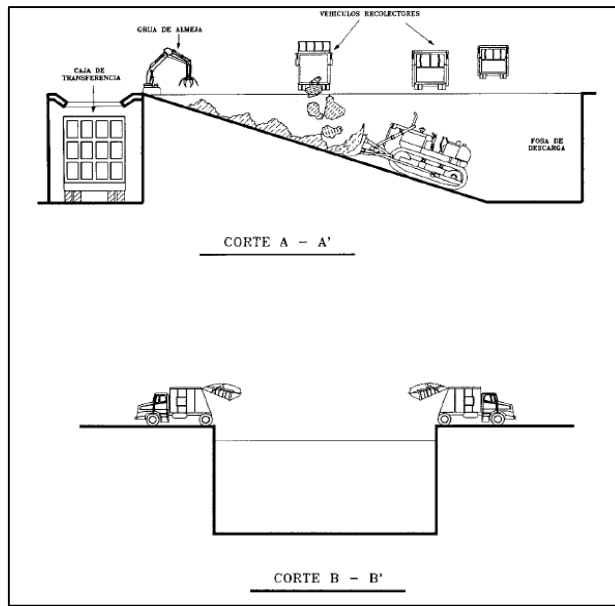


Ilustración 3: Traspardo de RDSU en estaciones de descarga indirecta  
 Fuente: (Sánchez & Estrada, 1996)

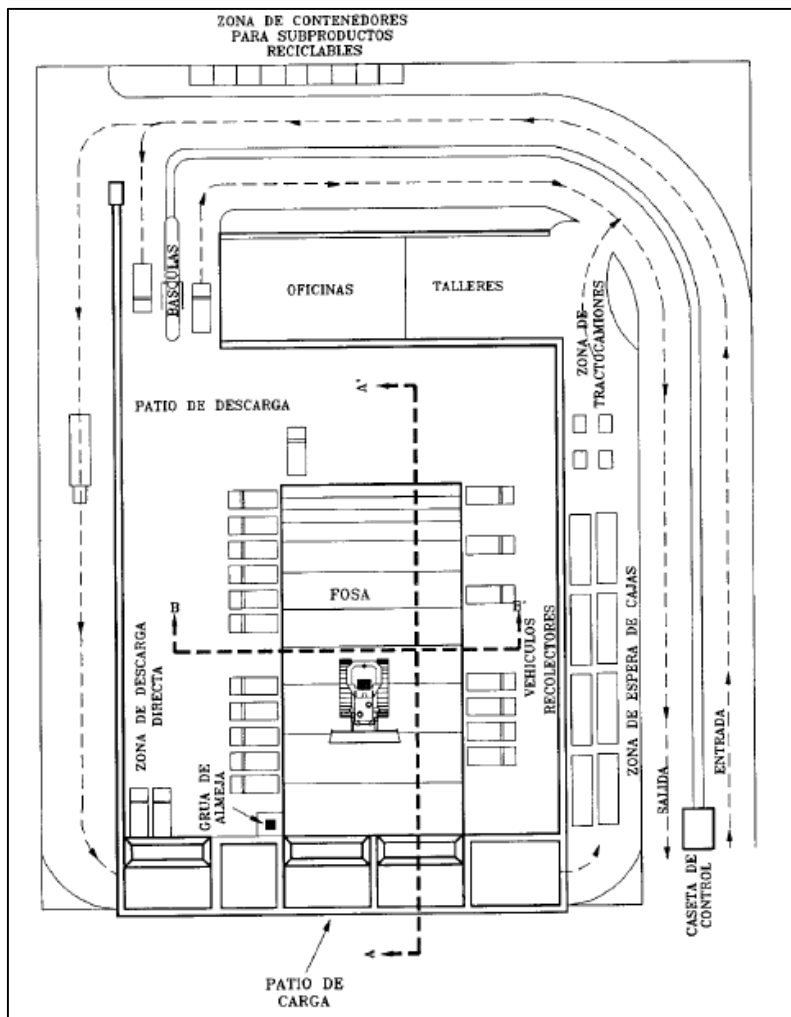


Ilustración 4: Estación de descarga indirecta  
 Fuente: (Sánchez & Estrada, 1996)

### 2.3.1.2.3. Estaciones combinadas

Para López (2017), es un sistema polivalente que combinan las funciones de estaciones de transferencia de carga directa e indirecta con las de un punto limpio, es decir, son instalaciones que cuentan con áreas de descarga de los RDSU y áreas para el aprovechamiento de RIR que serán clasificados anticipadamente al transporte de los RDSU a los sitios de disposición final.

### 2.3.1.3. Ventajas de ET

Varios autores como Cebriá (2017); Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (2006); Garay (2011); García (2008); Sánchez & Estrada (1996); Tapia (2008); Varón et al., (2015) expresan que las ventajas de las ET son:

- La economía de transporte mejora, puesto que, los vehículos recolectores no recorren grandes distancias y pueden aumentar su cobertura de recolección, por lo tanto, reduce horas improductivas. Esto permite optimizar el sistema actual.
- Ahorro energético del consumo de combustible, puesto que, se utilizan menos vehículos de transferencia que los de recolección
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los recolectores y a su vez reduce riesgos de accidentes de tráfico.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de los vehículos.
- Reducción en la contaminación ambiental y en la afectación en la salud pública.
- Posibilidad de recuperar materiales y su posterior venta, lo cual, genera ingresos económicos. Esto permite, disminuir la cantidad de RDSU a ser transportados al RESAN.
- Reducción de número de viajes al RESAN.

## 2.4. Tecnologías para el aprovechamiento de RSU

Las operaciones que siguen un procedimiento para eliminar y aprovechar componentes que se encuentran en los RDSU generados en las ciudades, contemplan actividades como procesamiento, transformación y recuperación de materiales, eliminación fina a vertedero controlado entre otros. A todo este conjunto de actividades se les conoce como el tratamiento de los RDSU (Ormaza, 2015). Adicionalmente, se puede incluir actividades que lleven procesos de tratamiento en los subproductos que se generan al manipular los RSU, como es el caso de los lixiviados y malos olores mediante lo que se conoce como tecnologías complementarias de tratamiento dentro de los RSU (Ormaza, 2015).

Por otro lado, (Medina, 2009; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010) define que en los diferentes tipos de tratamientos de RDSU incluyen procesos biológicos, físicos, químicos, mecánicos y térmicos, y la separación. Estos procesos tienen la finalidad de reducir la cantidad y el volumen de peligrosidad de los residuos, a su vez, facilitan las actividades de manipulación e incrementan la valorización de estos RSU (Tabla 3).

Tabla 3: Procesos para el tratamiento de RDSU

Procesos para el tratamiento de RDSU	
Biológicos	Compostaje
	Digestión anaerobia / biometanización
Físicos - Químicos	Neutralización / Precipitación / Floculación
	Oxidación y reducción química
	Separación de fases
	Tratamiento por membranas
	Evapocondensación
	Estabilización / destilación
Térmicos	Incineración
	Pirólisis
	Gasificación
Procesos mecánicos: Reciclaje / Separación de materiales.	

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Bleda, 2017; Kaifer, 2006; Medina, 2009; Pon, 2019)

Para Bleda (2017); Jiménez (2013); Pon (2019); Rubio (2018); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010), las tecnologías de aprovechamiento de residuos son: separación mecánica, producción de compost, separación mecánico-biológico, digestión anaerobia, incineración.

#### 2.4.1. Plantas de separación o de reciclaje

Este tipo de plantas se instalan en aquellos lugares donde se quiere recuperar materiales, a pesar de que no se realice una recolección selectiva, o también como complemento a los sistemas con recolección selectiva, puede ubicarse como planta independiente o dentro de una ET y RESAN (Medina, 2009). En ellas, se pretende recuperar la mayor cantidad de material con el objetivo de reciclarlo. No obstante, es necesario evaluar la conveniencia de su instalación, ya que, los índices de recuperación pueden variar entre distintos lugares geográficos, unos sectores reunirán condiciones idóneas, mientras en otros la recuperación será muy baja, y sus ingresos no justificarían su inversión. Las condiciones laborales también deben considerarse, puesto que, en varios escenarios, tienen tendencia a ser duras (altos riesgos sanitarios, confort deficiente, entre otras), sobretodo en sitios donde la separación es totalmente manual (Andrés & Rodríguez, 2008).

El objetivo principal de la separación es conseguir un alto reciclaje de residuos inorgánicos (RI), procesando y dando valor al subproducto. De esta manera, se devuelve a los materiales sus potencialidades de reincorporación en la sociedad, a modo de materia prima para fabricación de nuevos productos, o como parte de otros procesos que requieran algún material específico para su funcionamiento (León & Plaza, 2017).

Una planta de separación de materiales debe ser bien entendida por la sociedad en general, para ello se debe promover y fomentar campañas de información con el objetivo de no degradar a las personas que realizan esta actividad, lograr colaboración de la población, identificar ventajas para el medio ambiente, promover un marco legislativo que fortalezca estos procesos. Los materiales que se suelen separar en estas plantas son: plásticos (PEAD, PET, PVC, film), férricos y no férricos (aluminio), papel y cartón, madera, textiles entre otros, y cuentan con diferentes mecanismos para su selección. La separación de materiales se puede llevar a cabo en plantas automatizadas, mecanizadas o manuales. Cada tipo de planta lleva los procedimientos de manera

diferente y como resultado unas serán más o menos eficientes que otras (González, 2010).

Las plantas automatizadas son las que mejor resultado ofrecen, además de procesar una gran cantidad de residuos y desechos en menos tiempo que cualquier otro tipo de mecanismos. Sus propiedades permiten que el producto obtenido sea de alta calidad. Se instalan principalmente en sitios donde la cantidad de residuos es altamente significativa, ya que, su inversión y mantenimiento requieren una suma importante de recursos, sin embargo, mejora la calidad de vida de las personas en su alrededor. La exposición de riesgos a los trabajadores de la planta es menor, pues conlleva una reducción sustancial de la interacción entre los obreros y los residuos y desechos.

Para estos fines existe una serie de equipos que facilitan el proceso de separación/selección: separadores magnéticos de metales férricos y no férricos, separadores automáticos por infrarrojos (plásticos y cartón para bebidas), aspiradores automáticos (plástico film) ciclón, cribas (vibrantes, giratorias como los trómeles, de discos o tamices vibratorios), máquinas de trituración, entre otros, y dependerán del tipo de planta instalada (Andrés & Rodríguez, 2008; Rico, 2015).

Las plantas de separación mecanizada incluyen procesos combinados de operación entre máquinas y personal que labora. El procesamiento puede llevar mayor tiempo que en las plantas automatizadas, además de procesar menos cantidades de RDI. Su uso se reduce a poblaciones cuya generación de RDI es menor. Para estas plantas la exposición del personal es mayor, debido a que existe más interacción entre humano y residuos y desechos. Sin embargo, bajo condiciones adecuadas y técnicas, estas plantas pueden ofrecer una idónea seguridad a su personal.

Las plantas manuales son procesos donde la interacción personal con los residuos y desechos son en todo momento, las maquinas existentes son mínimas, por lo tanto, la exposición a riesgos labores y de salud es elevada. Su uso no es recomendado bajo ningún concepto ambiental, económico, social y técnico.

Entre las ventajas que presentan las plantas de separación y recuperación son: la fácil operación e implementación, la creación de plazas de trabajo, reducción en el volumen de residuos a ser transportados y dispuestos en los RESAN, reducción en los costos de disposición final en los RESAN (Ortega & Torres, 2016; Ribas, 2019), si se ubican junto a una ET, ofrecen una amplia optimización logística, permitiendo concentrar los materiales en poco tiempo y da la posibilidad de mejorar procesos en recolección y cobertura optimizando el sistema actual, genera menos impactos ambientales, la tasa de recuperabilidad en comparación a plantas lejanas aumenta considerablemente y reducen el impacto social negativo (Garay, 2011). Se debe tener claro elementos básicos como: los clientes de compra de los materiales, cantidades, variación de la demanda, precio por cada tipo de material y el tipo de material (González, 2010).

El principio de la recuperación de materiales, tiene como objetivo reducir el exceso de explotación de materia prima que se utiliza para la fabricación de varios de los componentes que se hacen uso en nuestra cotidianidad (Ormaza, 2015; Ortega & Torres, 2016). Estos procesos generan emisiones contaminantes hacia el medio ambiente (Tabla 4).

Tabla 4: Requerimientos para producir algunos materiales

Material	Requerimientos	Emisiones contaminantes	Observaciones
Papel	3 Árboles medianos	130 kg de gases	1 ton de papel reciclado evita tumar 17 árboles promedio. Disminuye la exportación de madera. Tiene alto rendimiento 90%
	440 m <sup>3</sup> de agua dulce y limpia	18 kg de líquidos	
	7600 w/h de energía eléctrica		
Acero	894 kg de mineral de hierro	244 kg de residuos sólidos	Igual que otros metales, pueden ser refundidos y volverse a procesar, evita construcciones agresivas, ya que conseguir su materia prima se encuentra en depósitos cada vez más complicados de acceder
	359 kg de carbón mineral	110 kg de gaseosas	
	206 kg de caliza		
	8497 w/h de energía		
Aluminio	3881 kg de bauxita	1492 kg de bauxita	
	463 kg de hulla	1315 kg de CO <sub>2</sub>	
	438 kg de óxido de sodio	36 kg de gases	
	108 kg de caliza	358 kg de residuos sólidos	
	57720 w/h de energía		
Vidrio	603 kg de arena	174 kg de desechos	Son los menos contaminantes en su elaboración y suelen representar el 2% de los RESAN. El vidrio reciclable tiene reutilización del 100%
	196 kg de KCl	130 g de gases	
	196 kg de caliza		
	170 w/h de energía		

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Ormaza, 2015; Ortega & Torres, 2016)

#### 2.4.2. Proceso de compostaje

El compostaje es un proceso que utiliza la diversa actividad microbológica para la transformación de los RO en insumos (abono orgánico) para el aprovechamiento en agricultura, horticultura, silvicultura, mejoramiento e incremento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y en arquitectura del paisaje.

Este proceso necesita de condiciones aerobias controladas (temperatura, relación carbono/nitrógeno, aireación y humedad) y en su gran mayoría necesita de condiciones termófilas. El producto final, denominado compost, se almacena sin ningún problema y se higieniza sanitariamente (Agencia de Residuos de Cataluña, 2016; Amigo, 2017; Röben, 2002; Román et al., 2013; Romero, 2012).

Según Röben (2002); Román et al., (2013), en el proceso de compostaje los principales organismos presentes son: bacterias, actinomicetos, protozoos y hongos. Estos organismos ayudan en la descomposición y/o fermentación de la materia orgánica. Y a su vez, recalcan que durante todo el proceso de compostaje se generan lixiviados y emisiones gaseosas (NH<sub>3</sub>, SH<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, ácidos grasos volátiles y compuestos orgánicos volátiles), los cuales, generan afectaciones al suelo y generación de malos olores. Es por ello, que se recomienda que el suelo en el que se realiza el compostaje sea totalmente impermeabilizado debido a las altas concentraciones de carga orgánica y conductividad que poseen los lixiviados y a su vez se preste un tratamiento adecuado a éstos.

Los principales sistemas del proceso de compostaje son: compostaje en pilas o camellones, lombricultura y sistemas mecanizados como compostaje en pilas con maquinaria, en contenedores, en túneles y lombricultura mecanizada. Todos los sistemas mecanizados cuentan con aireación forzada (presión o succión) y sistemas de riego automatizado (Röben, 2002; Sztern & Pravia, 1999).

### 2.4.2.1. Fases del proceso de compostaje

Para autores como Arenas (2017); EPRODESA ONG (2017); Román et al., (2013); Sztern & Pravia (1999), el proceso de compostaje se compone de cuatro fases. Estas fases son: mesófila, termófila, estabilización y maduración (Ilustración 5).

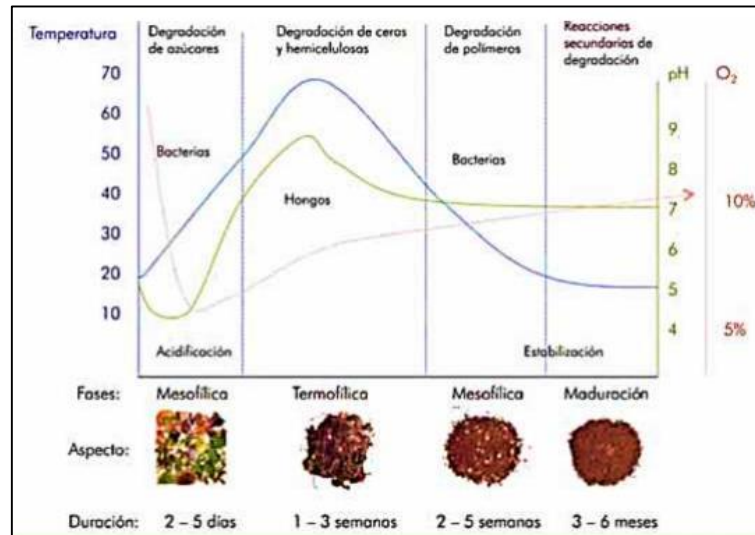


Ilustración 5: Fases del procesos del compostaje

Fuente: (Román et al., 2013)

#### 2.4.2.1.1. Fase mesófila

Esta fase es el punto de partida del proceso de compostaje. En este punto de partida, el material empleado se encuentra a temperatura ambiente y en cuestión de días u horas, aumenta hasta llegar a los 45 °C. Este cambio que sufre la temperatura se debe a la actividad microbiana que aprovecha las fuentes de carbono y nitrógeno, lo cual, permite la generación de calor. Otro aspecto que se presencia en esta fase es la disminución del pH acercándose a valores de 4 – 4.5 debido a la descomposición de los compuestos solubles (azúcares) que producen ácidos orgánicos. Esta fase dura aproximadamente entre 2 – 8 días (Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

#### 2.4.2.1.1. Fase termófila

Esta fase se presencia cuando las temperaturas del material son mayores a los 45 °C. Es por ello, que en esta fase hay un reemplazo de los microorganismos presentes en la fase mesófila por microorganismos termófilos, principalmente bacterias, que viven a temperaturas mayores a los 45 °C. Estos microorganismos facilitan la degradación de fuentes más complejas de carbono (celulosa y lignina) y a su vez transforman el nitrógeno en amoníaco permitiendo que el pH del medio suba (Román et al., 2013).

A partir de los 60 °C aparecen las bacterias esporógenas y actinomicetos, cuya función es descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de carbono de mayor complejidad. A diferencia de la primera fase, esta puede durar aproximadamente varios días incluso meses debido a condiciones como el tipo del material, condiciones climáticas, estructura del lugar, entre otros (Sztern & Pravia, 1999).

Otro aspecto destacable de esta fase es la destrucción de microorganismos de origen fecal (*Escherichia coli* y *Salmonella spp*) y la eliminación de quistes, huevos de helminto,

esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas. Todo esto conlleva a que esta fase también sea conocida como higienización (Román et al., 2013).

#### 2.4.2.1.2. Fase de enfriamiento

Esta fase empieza cuando las fuentes de carbono y especialmente las de nitrógeno que se encontraban en los RO se agotan. Esto permite, que la temperatura descienda hasta los 40 – 45 °C, sin embargo, la actividad de esta fase continúa con la degradación de polímeros (celulosa) y a la vez, se presencian brotes de algunos hongos (Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

Una vez que las temperaturas bajan de los 40 °C, los microorganismos mesófilos reanudan sus actividades permitiendo que el pH del medio descienda de forma leve. La duración de esta fase es aproximadamente de varias semanas (Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

#### 2.4.2.1.3. Fase de maduración

La maduración es la fase final del proceso de compostaje. Durante esta fase que dura alrededor de meses, se presencia una temperatura ambiente que permite la existencia de reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados. Estas reacciones permiten la formación de ácidos húmicos y fúlvicos (Román et al., 2013).

### 2.4.2.1. Control de parámetros del compostaje

En el proceso de compostaje se controlan ciertos parámetros con el fin de proporcionar las condiciones idóneas a los microorganismos, para que, éstos optimicen la actividad de transformación de los RO de forma eficiente y rápida (Amigo, 2017; EPRODESA ONG, 2017; Quispe, 2019; Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

Las condiciones óptimas de algunos parámetros se presentan en la Tabla 5. Los principales parámetros que se controlan durante el proceso de compostaje son: aireación, temperatura, pH, relación carbono/nitrógeno y humedad.

Tabla 5: Condiciones óptimas de temperatura, pH y humedad

Fase	Temperatura (°C)	pH	Humedad (%)
Mesófila	40	5 – 5,5	45 – 50
Termófila	40 – 65	8 – 9	50 – 60
Enfriamiento	40	8	35 – 40
Maduración	24 – 26	7 – 8	20 – 30

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Arenas, 2017; EPRODESA ONG, 2017)

#### 2.4.2.1.1. Aireación

El compostaje al ser un tratamiento que necesita la presencia de oxígeno es necesario llevar a cabo una aireación periódica que permita la respiración de los microorganismos presentes durante el proceso. A su vez, esta actividad permite que el CO<sub>2</sub> presente en el proceso sea liberado hacia la atmosfera y evita que el material se compacte o se humedezca. La aireación debe ser equilibrada debido a que un exceso provocaría inconvenientes en el proceso de descomposición. El consumo del oxígeno varía durante el proceso de compostaje, ya que depende de parámetros de temperatura, humedad, tiempos de degradación y porosidad del material, sin embargo, se ha identificado que

en la fase termófila se presencia el mayor consumo (EPRODESA ONG, 2017; Quispe, 2019; Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

Amigo (2017) expresa que, al inicio de la fermentación, la concentración de oxígeno en los poros de la pila es similar a la existente en el aire (entre 15 – 20%). A medida que avanza la actividad microbiológica del proceso, la concentración del oxígeno disminuye y a su vez provoca un aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>. Este autor afirma que, si la concentración de oxígeno se encuentra por debajo del 5%, se presenciaron procesos anaerobios, los cuales, generarán malos olores y pérdidas de concentraciones de nitrógeno.

#### *2.4.2.1.2. Temperatura*

Este parámetro se relaciona directamente con la actividad microbiana que se produce dentro de las pilas de compostaje. Gracias a este parámetro se determina la fase en la que se encuentra el proceso de compostaje (EPRODESA ONG, 2017).

#### *2.4.2.1.3. Potencial de hidrógeno (pH)*

Durante el proceso de compostaje se presenta un pH entre 6 – 8, considerado como óptimo debido a que si presentan valores menores o mayores de los indicados provocara problemas e inconvenientes en el proceso de compostaje (EPRODESA ONG, 2017; Quispe, 2019; Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

#### *2.4.2.1.4. Relación carbono / nitrógeno (C/N)*

El carbono es una fuente de energía para los microorganismos que actúan en el proceso de compostaje mientras que el nitrógeno funciona como un elemento necesario para la síntesis proteica. Es por ello que, para un buen crecimiento y reproducción de los microorganismos es necesario que exista una adecuada relación entre el C/N, ya que garantiza que la descomposición se presente de forma uniforme y estable durante todo el proceso del tratamiento. La relación de C/N más indicada y utilizada se encuentra entre 25:1 y 30:1, es decir, que por cada 30 partes de C se añade una parte de N. Los materiales de origen vegetal seco poseen contenidos altos de C mientras que los materiales verdes, húmedos y frescos poseen contenidos altos de N (EPRODESA ONG, 2017; Quispe, 2019; Román et al., 2013; Sztern & Pravia, 1999).

#### *2.4.2.1.5. Humedad*

Este parámetro es de gran importancia para los microorganismos puesto que la usan como medio transporte de los nutrientes y elementos energéticos mediante la membrana celular. El rango de humedad óptimo para el proceso de compostaje se encuentra entre un 40 – 60%, es por ello, que para mantener este equilibrio se adiciona agua (Quispe, 2019; Román et al., 2013).

### **2.4.3. Proceso de digestión anaerobia**

Es un proceso de degradación biológica de tipo controlado. En este proceso la materia orgánica es degradada por bacterias, las cuales al cumplir esta actividad van liberando compuestos que forman el biogás, que dependen de la cantidad de metano y el caudal capturado (Blanco et al., 2017). El principal método para que se dé la degradación es la ausencia de oxígeno y puede ocurrir en cualquier ambiente que contenga altas concentraciones de materia orgánica, por ejemplo, pozos sépticos, lagunas, pantanos

naturales o artificialmente sobrecargados, depósitos de basura, entre otros (Linnenberg, 2015; San Millán, 2018).

El biogás contiene altas características inflamables, principalmente por la presencia de gas metano ( $\text{CH}_4$ ), que en los RSU ocupa alrededor del 50%, y es el principal hidrocarburo en el gas natural, también contiene alta cantidad de dióxido de carbono, y otros compuestos en menor proporción como: son el amonio, hidrógeno, monóxido de carbono, nitrógeno, oxígeno. Son los dos primeros componentes los que se puede aprovechar para la generación de energía eléctrica, y al mismo tiempo se reduce la emisión de metano al ambiente, el cual es altamente contaminante, y uno de los principales aceleradores del calentamiento global (Lalvay & Vidal, 2013; San Millán, 2018). Un ejemplo del proceso del tratamiento se presenta en la ilustración 6.

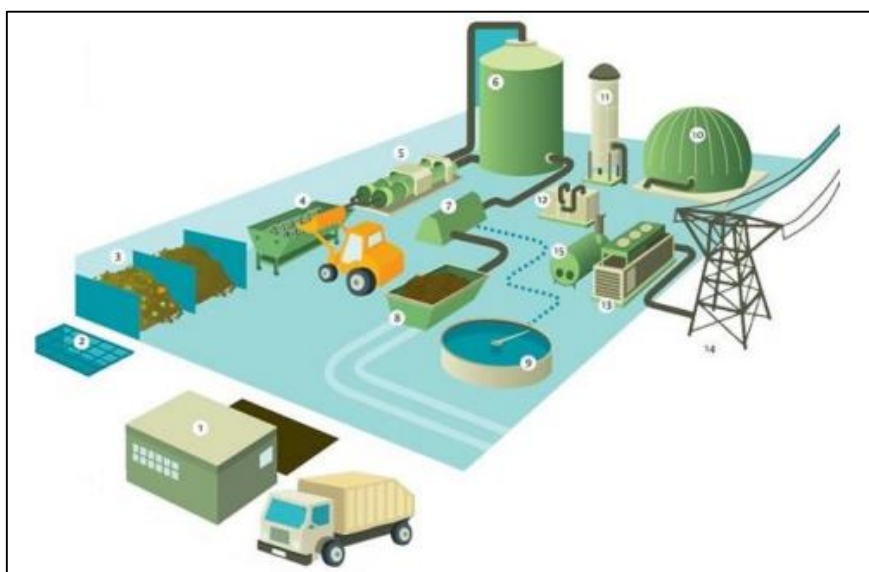


Ilustración 6: Proceso del tratamiento de digestión anaerobia  
Fuente: (Jiménez, 2013)

Para la formación del biogás se cumplen con cinco etapas como son: descomposición aerobia, hidrólisis, acidogénesis o acetogénesis, metanogénesis y sulfatos reductores. Estas etapas se pueden resumir de la siguiente manera (Barbero et al., 2012; Lalvay & Vidal, 2013; Reyes, 2017):

- Descomposición aerobia: las bacterias aeróbicas generan gran cantidad de dióxido de carbono y agua.
- Hidrólisis: los compuestos poliméricos (carbohidratos, proteínas, grasas) son transformados a compuestos orgánicos moleculares más simples aminoácidos, ácidos grasos y azúcares). Los microorganismos hidrolíticos liberan enzimas hidrolíticas descomponiéndose el material fuera de las propias células. Se libera algo de hidrógeno.
- Acidogénesis: las bacterias utilizan el producto degradado y lo fermentan formando compuestos que pueden ser utilizados por los organismos metanógenos.
- Metanogénesis: los microorganismos metanogénicos forman el metano a partir de sustratos monocarbonados.
- Sulfatos reductores: estas son bacterias digestores anaerobios que tienen la capacidad de reducir sulfatos a sulfuros en un proceso adicional a la producción de metano.

Para la biodigestión anaeróbica con aprovechamiento energético se requiere de cuatro componentes básicos: el sistema de almacenamiento y acondicionamiento de efluentes, un digestor, el sistema de manejo del gas y el equipamiento (calderas, generadores) para su utilización (Barbero et al., 2012).

Las principales ventajas de este proceso son: el aprovechamiento del gas metano para generación de energía eléctrica, no requiere de grandes espacios para su implementación, los lixiviados generados se pueden utilizar como inoculadores para el proceso mismo, la disminución del volumen de RSU que se trasladan a los rellenos sanitarios, no se genera CO<sub>2</sub>, la eliminación de un porcentaje elevado de sólidos volátiles, control de olores, obtención de nutrientes aprovechables como fertilizantes (digesto) y gran capacidad de carga orgánica a tratar (Hernández et al., 2016; Jiménez, 2013).

Las desventajas de este proceso son los: altos costos iniciales, largo período de tiempo para poner en marcha la planta, los microorganismos presentes son muy sensibles a los cambios, problema de seguridad durante el manejo del gas inflamable y altas cargas de gases como nitrógeno, sólidos en suspensión y demanda biológica y química del oxígeno asociados en la separación del producto digesto (Hernández, 2016).

#### 2.4.4. Proceso mecánico - biológico

Es un proceso que trata los RDSU de forma mecánica y biológica en una sola instalación, es decir, los combina (el mecánico puede preceder al biológico o viceversa). Este tipo de plantas puede operar con los RDSU sin previa clasificación entre orgánicos e inorgánicos, por lo tanto, usa maquinaria robusta. Los RO son tratados mediante procesos biológicos y los RDI se dirigen hacia el proceso mecánico, cuya finalidad es la separación y clasificación de estos (Bleda, 2017; Fuentealba, 2018). Los materiales que se suelen obtener del proceso son: una fracción orgánica estabilizada, productos sólidos combustibles recuperados, materiales tanto ferrosos como no ferrosos y obtención de biogás si existe presencia de procesos anaeróbicos (Graziani, 2018; Steinvorh, 2014). Un ejemplo del proceso del tratamiento se presenta en la ilustración 7.

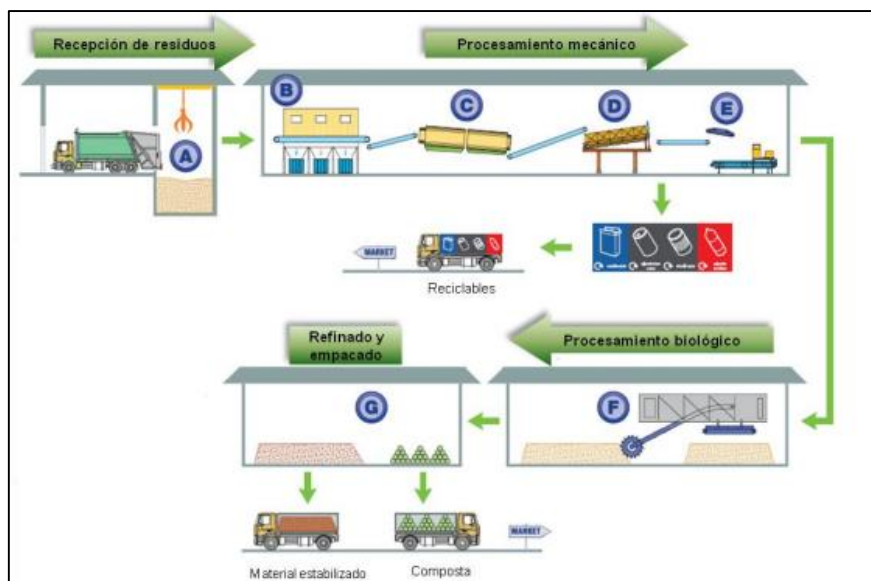


Ilustración 7: Proceso del tratamiento mecánico-biológico

Fuente: (Jiménez, 2013)

Las principales ventajas de este proceso son: disminución de impactos ambientales, menores emisiones de gases de efecto invernadero, aumento de vida útil de rellenos sanitarios y generación de ingresos por la venta de los diferentes materiales reciclados (Bleda, 2017; Fuentealba, 2018; Jiménez, 2013).

Las desventajas de este tipo de plantas es que los RSU tratados contienen impurezas en sus productos finales, de tal manera que, el compost tiene un uso limitado y en ocasiones solamente se utiliza para cierre de vertederos. Los componentes metálicos que se obtienen se consideran como peligrosos (a excepción del cobre y zinc que se usan como nutrientes para la planta) y la operación de la planta no brinda la seguridad necesaria para el personal debido a que los RSU no presentan una clasificación previa desde la fuente. Las emisiones de este tipo de tratamiento son: el polvo, malos olores, bioaerosoles, compuestos orgánicos volátiles (COVs), amoníaco, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, entre otras (Bleda, 2017; Jiménez, 2013).

#### **2.4.5. Proceso de incineración**

Para Graziani (2018), la incineración es cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo y desecho sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden controlarse, a fin de alcanzar eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos.

La incineración permite una reducción del peso (75%) y volumen (90%) de los residuos y desechos de forma "inmediata", sin embargo, generan cenizas, escorias y gases. Si no existe un tratamiento adecuado de los restos del residuo y desecho (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, partículas volantes, metales pesados, gases ácidos, dioxinas y furanos) contaminarían a la atmósfera y producirían riesgos para la salud humana, por lo tanto, es un proceso que obliga a aplicarla con mucha precaución. La incineración necesita complementarse con tratamientos para los restos del residuo y desechos e implementar sistemas de control de gases nocivos que se emiten a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos procesos tienen bastante repercusión en Europa y Japón (André & Cerdá, 2006; Montenegro, 2011; Romero, 2013).

El tratamiento térmico (incineración) asocia procesos de combustión (necesita la presencia de oxígeno) de las sustancias orgánicas que se encuentran presentes en los residuos. En la incineración se diferencian las tecnologías convencionales (WTE) y avanzadas (RDF). La convencional de WTE se caracteriza por la aplicación de combustión directa de los residuos mientras que la RDF se caracteriza por la separación previa de la parte combustible de la no combustible. Las principales etapas del proceso de incineración son: alimentación, incineración y control de contaminantes (Assamoi & Lawryshyn, 2012; Graziani, 2018; Jiménez, 2013)

Las ventajas de este tipo de tratamiento son: la obtención de energía calorífica o eléctrica, reducción del 90% del volumen de los residuos y desechos, no necesita de separación de RDSU y no genera metano. Las desventajas que presenta este proceso son: los altos costos económicos, procesos irreversibles, rechazo por la población, estricto control durante el proceso de incineración, necesita de tratamientos complementarios para el control de elevados contaminantes nocivos para la atmósfera

y la salud humana, y a su vez, necesita de la quema de combustibles fósiles para llevar a cabo la operación del proceso (André & Cerdá, 2006; Jiménez, 2013; Romero, 2013).

A la hora de implementar estas infraestructuras en la región latinoamericana, se presencian factores limitantes como: los residuos contienen alto contenido de humedad y poder calorífico bajo, altos costos de inversión, de operación y de mantenimiento, y falta de capacidades técnicas sobre explotación especializada (Graziani, 2018).

## **2.5. Economía circular**

La economía a nivel mundial opera básicamente de una manera de modelo lineal, es decir, se considera a los recursos y materias primas como componentes ilimitados, siguiendo un modelo de “tomar, hacer y desechar” o el esquema “de la cuna a la tumba” generando desperdicios significativos (Seguí et al., 2018)

Las graves consecuencias ambientales derivadas de un alto grado de consumismo, afecta directamente a la degradación del suelo, contaminación en cuerpos hídricos y las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático. Este consumo ocasiona que los recursos naturales cada vez sean más limitados y tomen más tiempo para su recuperación, generando un desbalance entre lo consumido y la capacidad de carga del planeta (Seguí et al., 2018). Los límites naturales del planeta plantea la necesidad de buscar soluciones inmediatas a las formas en que se consiguen y consumen los recursos diariamente.

Para mitigar estos problemas de desequilibrio ambiental, una de las soluciones que se plantea es encontrar nuevas formas para producir y consumir bajo el concepto de economía circular, es decir, se basa en el principio de que en la naturaleza nada debe ser desperdiciado, ya que todo puede ser transformado para un nuevo uso (Graziani, 2018; Seguí et al., 2018)

El modelo de economía circular dentro de los residuos sólidos distingue ciclos técnicos y biológicos. Los ciclos biológicos hacen referencia a alimentos y materiales biológicos (algodón, madera, etc) que pueden reintegrarse en el sistema a través de procesos como compostaje y digestión anaeróbica. Estos ciclos regeneran los sistemas vivos como el suelo que proporciona recursos renovables para la economía. Por otro lado, los ciclos técnicos recuperan y restauran productos, componentes y materiales a través de estrategias de reutilización, reparación y re-fabricación, o en el último de los casos, reciclaje (Seguí et al., 2018).

Adoptar la idea de la economía circular a los residuos, implica el cambio en el paradigma de únicamente disponer los residuos, hacia un concepto en el cual pueden ser considerados como materia prima secundaria. Ante la escasez de recursos naturales y el exponencial crecimiento poblacional, se convierte en una herramienta poderosa en la disminución de la eliminación de residuos, aprovechando y reutilizando materiales que pueden ser utilizados en diferentes nuevos procesos. Gracias a ello, la presión antrópica hacia los recursos naturales disminuiría notablemente. Un modelo de economía circular se presenta en la ilustración 8 (Graziani, 2018).

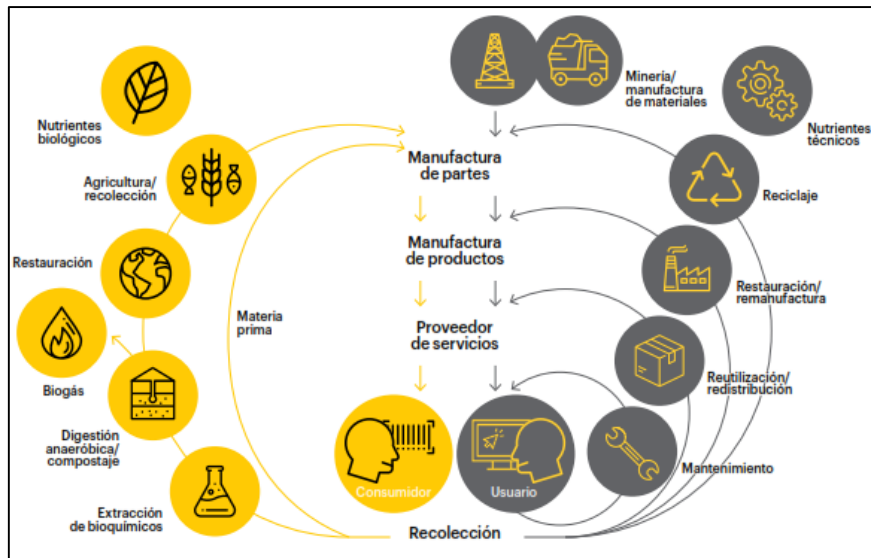


Ilustración 8: Diagrama del modelo de economía circular  
Fuente: (Graziani, 2018)

La aplicación de este concepto a los RDSU es importante, ya que en el 2010, se estimó que los residuos y desechos generaron el 3% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero en el mundo, con una alta concentración de Metano, convirtiéndose en la mayor fuente antropogénica de emisión de ese gas, y además, es uno de los gases más perjudiciales y contribuyentes al calentamiento global (Graziani, 2018).

La economía circular aplicada a los residuos y desechos sólidos ayuda a cuidar elementos como: suelo, agua y aire. Así también, reduce la emisión de gases de efecto invernadero, genera la disponibilidad de servicios producto del aprovechamiento, amplía la competencia regulada para oferta de servicios de residuos, crea empleos, crea inversiones públicas y privadas con implementación de nuevas tecnologías. Se busca también la salud y el bienestar de las personas, tener ciudades seguras, producir y consumir responsablemente, sanear los recursos hídricos y fortaleces los recursos marinos, salvar los ecosistemas terrestres, luchar contra el hambre, dar seguridad alimentaria reducir costo de materias primas y energía del sistema económico de producción-consumo (Graziani, 2018; Seguí et al., 2018).

Uno de las grandes limitantes dentro de las industrias para la economía circular, es la obsolescencia programada. Esto consiste en diseñar componentes para los cuales, la reparación es limitada y el reemplazo de sus partes es costoso, obligando al consumidor a adquirir nuevos productos. Además, a estos productos se los elabora con fecha de caducidad, es decir, que de antemano se programa para que sufra daños y sea inservible dentro de tiempos específicos. También Incluye conceptos de “moda”, generando inconformidad en el usuario de sus productos, para orientarlo al consumismo permanente (Seguí et al., 2018).

La manera actual de lograr los objetivos de economía circular, se ha popularizado con el concepto de las 3R, que significa reducir, reutilizar y reciclar. Es un concepto que se ha incluido ampliamente en la GIRSU con un conjunto de acciones relacionadas entre sí para el manejo y control de los RDSU (Ilustración 9), con el objetivo de proteger la calidad de vida de las personas y el cuidado del medioambiente (Garay, 2011). En la República del Ecuador, una herramienta que ayuda a llevar a cabo este concepto, es el

principio de jerarquización (prevención, minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valorización, eliminación y disposición final) establecido en el Código Orgánico del Ambiente (2017).

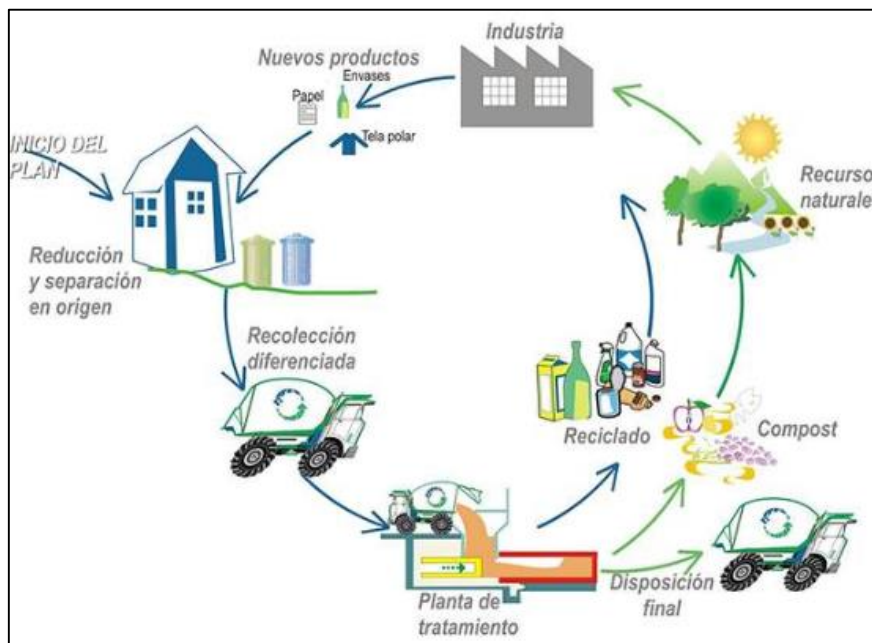


Ilustración 9: Modelo de la GIRSU aplicando el concepto de economía circular y 3R  
Fuente: (Garay, 2011)

La reducción en el origen es importante y evita generar RSU innecesarios, para lograrlo se puede adoptar medidas como: comprar productos con el mínimo embalaje y envase, no consumir innecesariamente, disminuir la cantidad de desechos potenciales, entre otros. Es una etapa que implica mucho la concientización de las personas basado en la educación ambiental, sobretodo en el cambio de mentalidad del consumismo, hacia lo suficiente y necesario (Garay, 2011).

La reutilización tiene como objetivo prolongar la vida útil de los productos, no necesariamente dándole el mismo uso original, ya que existe productos que, si ben puede terminar su utilidad en una actividad, pueden adaptarse a otras y de esta manera seguir siendo útil, o en su defecto algo que ya no es útil para unos, puede ser donado a otras personas o entidades que si los requieran, con lo que se evita su rápido desecho (Garay, 2011).

Esto abre paso a la última de las actividades como es el reciclado, el cual consiste en la transformación de un residuo en lo que originalmente fue o en un derivado diferente, que permita su reutilización (Garay, 2011). Prácticamente la economía circular y gestión integrada en los RDSU tiene que aplicar un principio de jerarquización en orden de importancia, como por ejemplo: prevención, minimización, reúso, reciclado, otra recuperación incluyendo recuperación de energía, disposición en RESAN, disposición controlada y evitar al máximo la disposición no controlada (Pon, 2017).

La economía circular podría reducir hasta un 99% los residuos y desechos de algunos sectores industriales y un 99% de sus emisiones de gases de efecto invernadero, ayudando así a proteger el medio ambiente y combatir el cambio climático (Farah, 2018).

## **2.6. Análisis de decisión multicriterio basado en SIG**

El análisis multicriterio basado en SIG se convierte en una herramienta de mayor importancia al combinar sus características. Incorpora varios criterios con diferentes ponderaciones simultáneamente y permite asignarlos en información geoespacial para procesarlo como un conjunto (Esse et al., 2014).

Este método consta de dos fases generales: agregación y explotación. En la fase de agregación, los conceptos de concordancia y no discordancia se utilizan para hacer comparaciones de pares, que generan varias alternativas evaluadas jerárquicamente en términos de diferentes criterios. La fase de explotación en cambio consiste en tomar las decisiones que se desea en función del conjunto de criterios obtenidos en la agregación (De Medina et al., 2017).

### **2.6.1. Análisis de decisión multicriterio (MCDA)**

Es una herramienta que posee una gran importancia a la hora de involucrar procesos complejos para la toma de decisiones, basados en la evaluación y consideración de criterios. De esta manera, ayuda a reducir el número de alternativas o elecciones posibles de un todo (Osorio & Orejuela, 2008).

Dentro de los métodos MCDA se encuentran dos grupos principales:

- Teoría de la Utilidad Multi Atributo (MAUT por sus siglas en inglés): se basa en la solución de un problema a través de la toma de decisiones. Estas decisiones se representan con funciones asociadas a un valor numérico para cada una de las alternativas posibles. El valor refleja la importancia que cada alternativa posee según la perspectiva del decisor. Las alternativas finales serán maximizadas o minimizadas, mediante un análisis exhaustivo acorde al criterio de los analistas. En base a este análisis se selecciona una alternativa que mejor se ajuste a las condiciones requeridas y ayude a solucionar el problema planteado (Penadés et al., 2017). Uno de los métodos que se encuentran en MAUT, es el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), desarrollado en la década de los 70 por el matemático Thomas L. Saaty en el intento de resolver el tratado de reducción de armamento estratégico entre los Estados Unidos y la antigua URSS. Una ventaja importante, es la eliminación de la subjetividad mediante un índice de consistencia, el cual tiene un fundamento matemático demostrado, y que está en función de la cantidad de elementos comparados.
- Superación o sobre clasificación (Outranking): las alternativas son clasificadas en un conjunto de soluciones donde cada una de ellas muestran un grado de importancia con respecto al criterio analizado. Este método se puede emplear con información incompleta y difusa, pero sí permite clasificar las alternativas en función de la preferencia o importancia entre ellas (Penadés et al., 2017).

#### **2.6.1.1. Proceso de análisis jerárquico (AHP)**

Es un proceso que utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices de comparaciones pareadas. Se enfoca en un objetivo general y las interdependencias existentes entre los conjuntos de factores, criterios, elementos o alternativas. Por lo tanto, la solución de un problema es total y no individual. En general, se puede seguir la secuencia: definir el problema, estructurar el modelo jerárquico,

priorizar elementos, realizar la comparación binaria de objetos y alternativas, evaluar elementos asignando pesos (puntajes), priorizar alternativas de acuerdo a los pesos dados, sintetizar y realizar el análisis de sensibilidad o factibilidad (Veitia et al, 2014).

Este método tiene por finalidad optar por la mejor alternativa de un conjunto mediante el principio de descomposición de sus criterios, juicios comparativos y composición jerárquica o síntesis de prioridades. El principio de descomposición divide al problema en subproblemas de forma jerárquica y en dependencia directa al problema; los juicios comparativos analizan las combinaciones que estén dentro de un subgrupo; y, la síntesis obtiene prioridades mediante multiplicaciones de pesos asignados localmente (Osorio & Orejuela, 2008). Finalmente, se comparan los resultados tomando en cuenta el beneficio, la influencia, y sobre todo, el dominio de una alternativa sobre la otra (Contreras, 2005).

El método AHP se explica mediante los siguientes axiomas:

- Axioma recíprocal:  $A_i/A_j$  es inversamente proporcional a " $A_j/A_i$ ". Utilizado en el análisis matricial que se realiza a los criterios y las alternativas. Garantiza que el análisis se haga bidireccionalmente.
- Axioma de homogeneidad: las variables y alternativas que son comparadas no deben diferir mucho en cuanto a las características de la comparación establecida. Serán del mismo orden de magnitud para que la respuesta al problema planteado sea el más cercano a la realidad.
- Axioma de síntesis: las prioridades de los elementos en una jerarquía no dependen de los elementos del nivel más bajo, lo que quiere decir que existe dependencia solo en 2 niveles consecutivos en la jerarquía establecida, y dentro del mismo nivel; dicho de otra forma, analiza categorías con criterios y no directamente con los subcriterios. En ciertos casos, este axioma permite identificar aquellas alternativas que deben ser rechazadas, y serán las que tengan dependencia de un objetivo con un nivel más bajo.

El procedimiento por medio de la matriz de Saaty se aplica de la siguiente manera:

1) La matriz de comparaciones "A" es una matriz cuadrada de  $n \times n$  en donde el número de filas y el número de columnas dependen de las categorías, criterios y subcriterios a considerar y analizar. El valor de la importancia dependerá del criterio y la experiencia de los analistas o de las bibliografías que se revisen. Esto ayudará a elegir la alternativa más adecuada para dar solución al problema. Se usa una escala de valores de 1 a 9, considerada por varios autores e investigadores como una escala razonable para calificar la importancia de los elementos, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Escala de comparaciones de Saaty

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo.
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
5	Importancia Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra.
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica.
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8 Recíprocos	Valores intermedios $a_{ij}=1/a_{ji}$	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes Hipótesis del método

Fuente: (Sánchez, 2008)

Con esta escala establecida ayuda a distinguir la preferencia entre dos alternativas. Para el presente trabajo se ha escogido valores de 1, 3, 5 y 7.

La matriz "A" compara las categorías, criterios o subcriterios, y cuando se compara la fila "i" con el valor de la columna "j", y el valor de "i=j" entonces "a<sub>ij</sub>" será igual a 1, es decir, se está comparando la alternativa consigo misma obteniendo una diagonal de "1". Las alternativas que están en la fila "i" serán los mismos que están en la columna "j", y aplicando el axioma recíprocal, los valores bajo la diagonal de 1 de la matriz "A", se llenarán como se indica en la Ilustración 10.

<i>Matriz A</i>	<i>Vector de Prioridades nW</i>
$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} n \cdot w_1 \\ n \cdot w_2 \\ \vdots \\ n \cdot w_n \end{bmatrix}$
	$n \cdot W_{max}$

Ilustración 10: Matriz de comparaciones y vector de prioridades  
Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Contreras, 2005)

2) A continuación, para obtener los pesos W de cada categoría, criterio o subcriterio, se debe normalizar la matriz "A" obteniendo la matriz "N" (de igual tamaño que A), para ello, se suma los valores de cada columna de la matriz "A", y luego se divide cada elemento para la sumatoria de la columna correspondiente (Ilustración 11). Al calcular el promedio de los elementos de cada fila de la matriz "N" se obtiene el vector de pesos "W". Recordar que la sumatoria de cada columna de la matriz "N" debe ser igual a el valor de 1. Posteriormente, para validar los resultados de los pesos, es necesario un vector "nW" (Ilustración 10) que resulta del producto de la matriz de comparaciones "A" con el vector de pesos "W" (Ec. 1) de las categorías, criterios o subcriterios (Ilustración 11).

$$nW = [A] * [W] \tag{Ec. 1}$$

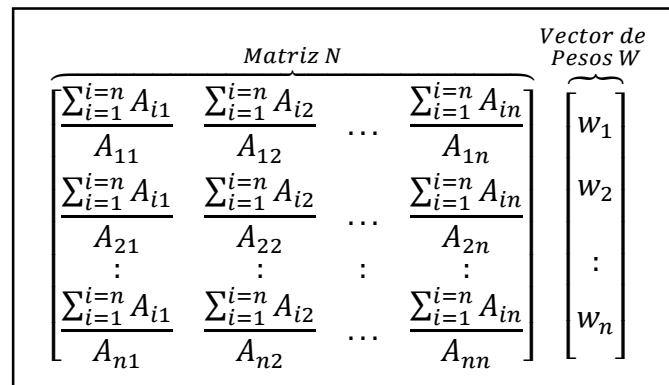


Ilustración 11: Matriz normalizada y vector de pesos

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Contreras, 2005)

3) La validación de los resultados se realiza verificando si existe consistencia en la matriz "A". Para esto, se utiliza la razón de consistencia CR (Ec. 2), que es el cociente entre el índice de consistencia CI (Ec. 3) y el índice de consistencia aleatoria RI (Ec. 4). Estos índices estarán en función del número de alternativas (n), que es igual al número de filas de la matriz "A". Si la razón de consistencia excede a 0.10 indica que son inconsistentes y consecuentemente los valores menores a 0.10 son consistentes.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (Ec. 2)$$

$$CI = \frac{nW_{max} - n}{n - 1} \quad (Ec. 3)$$

$nW_{m\acute{a}x}$  = Sumatoria total  $nW$

$$RI = \frac{1.98(n-2)}{n} \quad (Ec. 4)$$

4) En el tercer paso, el índice de consistencia permite la asignación de pesos al comparar los pares de variables. Esta comparativa se puede aplicar independientemente para cada conjunto de elementos. Sin embargo, cuando éstos trabajan con dependencia directa con elementos de una jerarquía superior (Ilustración 12); es necesario conectarlos entre ellos, para mantener la influencia que posee cada rango de jerarquía.

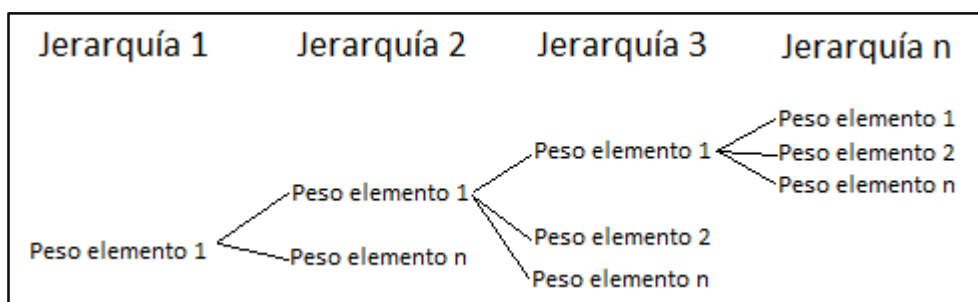


Ilustración 12. Interdependencia de elementos según jerarquías

Elaborado por: Autores

Para conseguir la conexión entre elementos se realiza la multiplicación de los pesos desde la "n - ésima" jerarquía, con los pesos de las jerarquías inmediatamente superiores respectivamente hasta llegar al peso de la jerarquía inicial. Finalmente, se realiza la sumatoria de cada uno de los productos obtenidos, y los resultados indicarán la importancia total de cada elemento en función del tamaño de este valor.

## **2.6.2. Sistemas de información geográfica (SIG)**

El SIG es un método que aplica las tecnologías de software para la resolución de problemas territoriales. Es una herramienta que añade valor a la información y que puede comportarse simultáneamente como sistema de información y apoyo a las decisiones (Bosque, 1992). Son un conjunto de herramientas que usan datos georeferenciales mediante dos modelos diferentes: vectorial y ráster. El tipo vectorial hace uso de entidades de tipo lineal, poligonal o puntos, mientras que el ráster es un conjunto matricial (filas y columnas), donde cada celda representa y guarda información del territorio tanto cualitativa como cuantitativa. La información de este tipo de formato puede venir de diferentes fuentes, como imágenes digitalizadas por satélites, cámaras especiales u otros, así como digitalizadas manualmente. Los SIG se representan por capas, las cuales se almacenan en un formato específico de software, cada capa contiene uno o más atributos del medio o de alguna temática especial (Enciso et al., 2019).

## **2.7. Evaluación de impactos ambientales (EvIA)**

Para Conesa (2000); citado en Ruberto (2006), la EvIA es un proceso jurídico-administrativo cuyo fin es identificar, predecir e interpretar impactos ambientales que un proyecto ocasiona u ocasionaría. Se emplean medidas preventivas, correctivas y de valoración de los impactos para que el proyecto sea analizado por parte de las administraciones públicas competentes. Los factores o parámetros que conforman el ambiente se sintetizan en 5 grupos: físicos-químicos, biológicos, paisajísticos, socio-cultural-humano y factores económicos.

Para Espinoza (2007); Sánchez (2016), la EvIA sirve como una herramienta de análisis que predice o evalúa los futuros impactos tanto negativos como positivos de un proyecto sobre el medioambiente y a su vez, proponer medidas o alternativas idóneas para que estos impactos se encuentren dentro del rango de aceptabilidad de la normativa ambiental.

Las principales actividades o proyectos que se encuentran relacionadas con el manejo de RSU que necesitan de una EvIA son: emplazamiento y/u operación de plantas de incineración, de compostaje y de reciclaje; implantación y operación de RESAN, ET, rehabilitación de botaderos; sistemas de recolección de transporte de RSU (Banco Interamericano de Desarrollo, 1997). Las herramientas más utilizadas para la EvIA son las metodologías de: Leopold, Conesa Fernández, Batelle – Columbus, listas de chequeos, entre otras.

### **2.7.1. Metodologías de EvIA**

#### **2.7.1.1. Metodología de Leopold**

Según Conesa (2000); Espinoza (2007); Pinto (2007), es el método cualitativo más antiguo y fue establecido para el uso del Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los EEUU. Este método utiliza una matriz de causa-efecto de doble entrada en la que relaciona las acciones del hombre con las alteraciones que éstas pueden provocar al medio ambiente (Tabla 7).

Tabla 7. Ejemplo de la identificación y valoración de impactos del método de Leopold

Impacto ambiental		Acciones del proyecto			
		Diseño	Construcción	Operación	Abandono
Aire	Calidad	A	A	I	A
	Ruido	A	A	A	A
Agua	Calidad	A	A	A	I
	Cantidad	A	I	A	A
Suelo	Erosión	A	I	C	A
	Productividad	A	I	C	A
Flora	Abundancia	A	I	C	A
	Representatividad	A	I	C	C
Fauna	Abundancia	A	I	I	A
	Representatividad	A	I	I	A
Paisaje	Belleza	A	I	A	I
	Visual	A	I	A	A
Población	Relocalización	A	C	C	C
	Costumbres	A	C	C	C
Otros	Ecosistemas	A	A	A	C
<b>Calificación del impacto:</b>		Inaceptable: I    Crítico: C    Aceptable: A			

Fuente: (Espinoza, 2007)

Para realizar la valoración de estas interacciones, se utiliza parámetros de: magnitud (extensión del impacto) e importancia (intensidad o grado de incidencia). La magnitud va precedida del signo positivo (+) y negativo (-) con una valoración que varía entre un rango de 1 (valor mínimo) a 10 (valor máximo) según la alteración que provoca en el factor ambiental, de igual manera, la importancia varía de 1 a 10. Esta metodología es bastante subjetiva debido a que carece de criterios de valoración, sin embargo, si existe un equipo multidisciplinar para evaluar estas interacciones puede convertirse en una metodología bastante objetiva (Conesa, 2000; Espinoza, 2007; Pinto, 2007). Según los resultados de la evaluación, el impacto puede ser: severo (> 75 – 100), crítico (> 50 – 75), moderado (> 25 – 50) y compatible ( $\geq 1$  – 25).

### 2.7.1.2. Metodología de Conesa Fernández

De acuerdo con Conesa (2000), la importancia del impacto se evalúa tomando en cuenta el grado de intensidad y la caracterización cualitativa del efecto. La caracterización consta de atributos como extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad. Para evaluar los impactos ambientales se interrelacionan estos criterios mediante la fórmula de la importancia.

#### 2.7.1.2.1. Importancia del impacto

Los valores de importancia del impacto menores a 13 son irrelevantes, por lo tanto, el valor fluctúa entre un máximo de 100 y un mínimo de 13. La importancia del impacto en donde se interrelacionan todos los criterios evaluados se presenta mediante la siguiente ecuación (Ec. 5):

$$I = \pm (3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC) \quad (\text{Ec. 5})$$

Los valores de jerarquización para interpretar los resultados de la evaluación se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8: Criterios de jerarquización para interpretación de resultados

Criterios de jerarquización impactos negativos			Criterios de jerarquización impactos positivos		
Rango	Tipo de impacto	Color	Rango	Tipo de impacto	Color
1 - 25	Compatible		1 - 25	Leve	
>25 - 50	Moderado		>25 - 50	Medio	
>50 - 75	Critico		> 50 - 75	Alto	
>75 - 100	Severo		> 75 - 100	Muy alto	

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Conesa, 2000)

#### 2.7.1.2.2. *Carácter del impacto o naturaleza (N)*

La naturaleza puede ser beneficioso o perjudicial de las acciones sobre el entorno. Los primeros son caracterizados por el signo positivo, los segundos se los expresan como negativos.

#### 2.7.1.2.3. *Intensidad (IN)*

Este parámetro expresa el grado de incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto. El grado de incidencia puede presentar los siguientes valores: baja = 1, media baja = 2, media alta = 3, alta = 4, muy alta = 8, total = 12

La intensidad baja y total expresan una destrucción mínima y total, respectivamente, mientras que las intensidades intermedias expresan afecciones intermedias.

#### 2.7.1.2.4. *Extensión (EX)*

La extensión se refiere al área de influencia teórica del impacto, es decir, el porcentaje del área del proyecto con respecto al entorno en donde se manifiesta el efecto. La extensión se valora de la siguiente manera: impacto puntual = 1, impacto parcial = 2, impacto extenso = 4, impacto total = 8, impacto crítico: 12

Se considera impacto puntual cuando el efecto puede ser localizado. El impacto parcial y extenso se considera a los efectos intermedios de una ubicación imprecisa mientras que el impacto total se expresa a los efectos que acarean todo el proyecto. Si el impacto se encuentra en una zona crítica se le pone el valor de 12.

#### 2.7.1.2.5. *Momento (MO)*

Este parámetro refleja el plazo en el que se manifiesta el impacto, es decir, el tiempo de permanencia del efecto sobre los factores del entorno. El momento se valora de la siguiente manera: inmediato o corto plazo (menos de un año) = 4, mediano plazo (1 a 5 años) = 2, largo plazo (más de 5 años) = 1, crítico (momento de aparición del impacto crítico) = 8.

#### 2.7.1.2.6. *Persistencia (PE)*

La persistencia hace referencia al período de tiempo en que el efecto se manifiesta hasta que las condiciones iniciales retornen, ya sea, de forma natural o mediante acciones antrópicas. Los impactos se valoran de la siguiente manera: fugaz (menos de un año) = 1, temporal (entre 1 y 10 años) = 2, permanente (duración mayor a 10 años) = 4.

#### *2.7.1.2.7. Reversibilidad (RV)*

Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación que se produce de forma natural después de que la acción ha finalizado. Cabe destacar que, este parámetro es completamente independiente del parámetro anterior (PE). Se asignan, a la reversibilidad, los siguientes valores: corto plazo (menos de un año) = 1, mediano plazo (1 a 5 años) = 2, irreversible (más de 10 años) = 4, irrecuperable = 8.

#### *2.7.1.2.8. Sinergia (SI)*

Este parámetro hace referencia a la unión o suma de dos o más efectos simples, cuyo resultado, es la manifestación de un efecto global. Se le otorga los siguientes valores: sin sinergia = 1, sinergismo moderado = 2, altamente sinérgico = 4.

#### *2.7.1.2.9. Acumulación (AC)*

La acumulación es un parámetro que manifiesta el aumento progresivo del efecto cuando persiste la acción que genera el impacto. La acumulación posee los siguientes valores: sin efectos acumulativos = 1, con efectos acumulativos = 4.

#### *2.7.1.2.10. Efecto (EF)*

Este parámetro expresa que, el impacto de una acción sobre el medio puede ser directo (impacta de forma directa), o indirecto, es decir, se produce como consecuencia del efecto primario el que, por lo tanto, devendría en causal de segundo orden. A los efectos de la ponderación del valor se considera: efecto secundario = 1, efecto directo = 4.

#### *2.7.1.2.11. Periodicidad (PR)*

La PR hace referencia al ritmo de aparición del impacto. Se le asigna los siguientes valores: efectos continuos = 4, efectos periódicos = 2, efectos discontinuos = 1.

#### *2.7.1.2.12. Recuperabilidad (RC)*

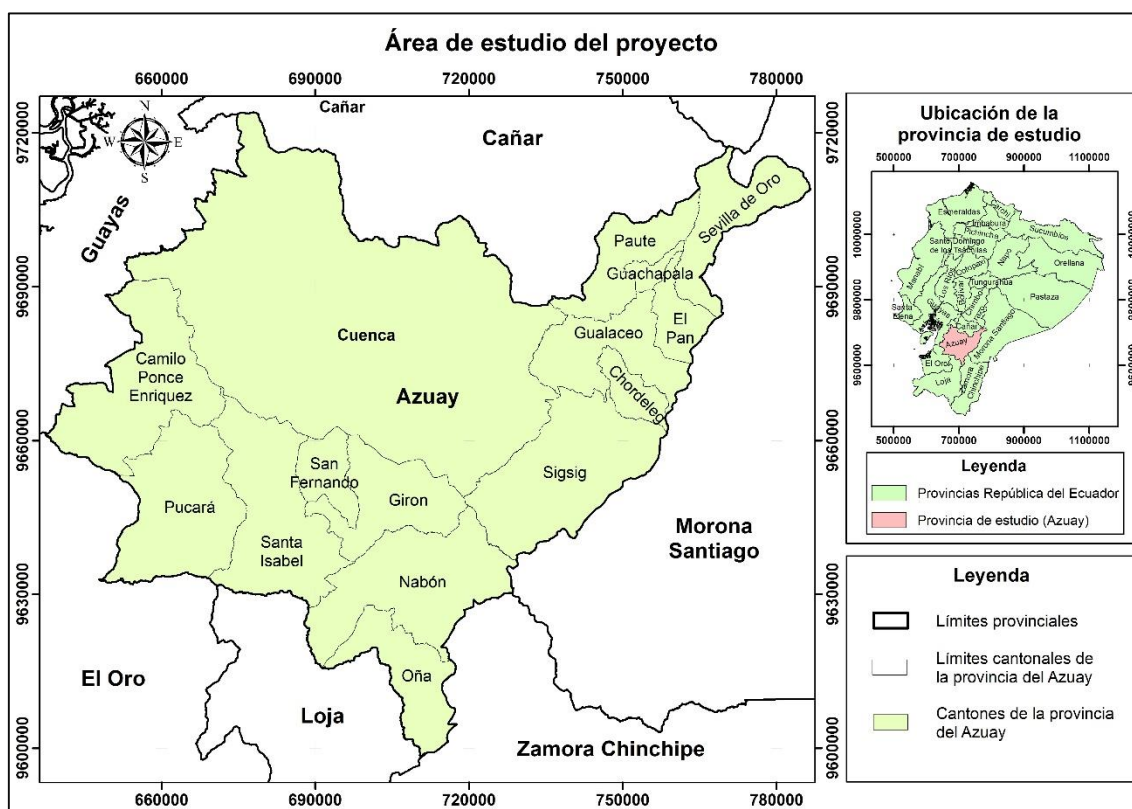
La RC mide la posibilidad de recuperar total o parcialmente de las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras. La recuperabilidad se valora de la siguiente manera: recuperación total e inmediata = 1, recuperación total a mediano plazo = 2, recuperación parcial (mitigación) = 4.

## CAPITULO III

### 3. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PROVINCIA DEL AZUAY

#### 3.1. Zona de estudio

La zona de estudio es la provincia del Azuay con una altitud media de 2500 m.s.n.m. Se sitúa al sur de la República del Ecuador, limitando al norte con la provincia de Cañar, al sur con la provincia de Loja, al oeste con la provincia del Guayas, y, al este con la provincia de Morona Santiago. Consta de 15 cantones los cuales son: Chordeleg, El Pan, Girón, Guachapala, Gualaceo, Nabón, Oña, Paute, Cuenca, Ponce Enríquez, Pucará, San Fernando, Santa Isabel, Sevilla de Oro y Sígsig (Mapa 1).



Mapa 1: Zona de estudio del proyecto.

Elaboración: Autores en base a información del INEC

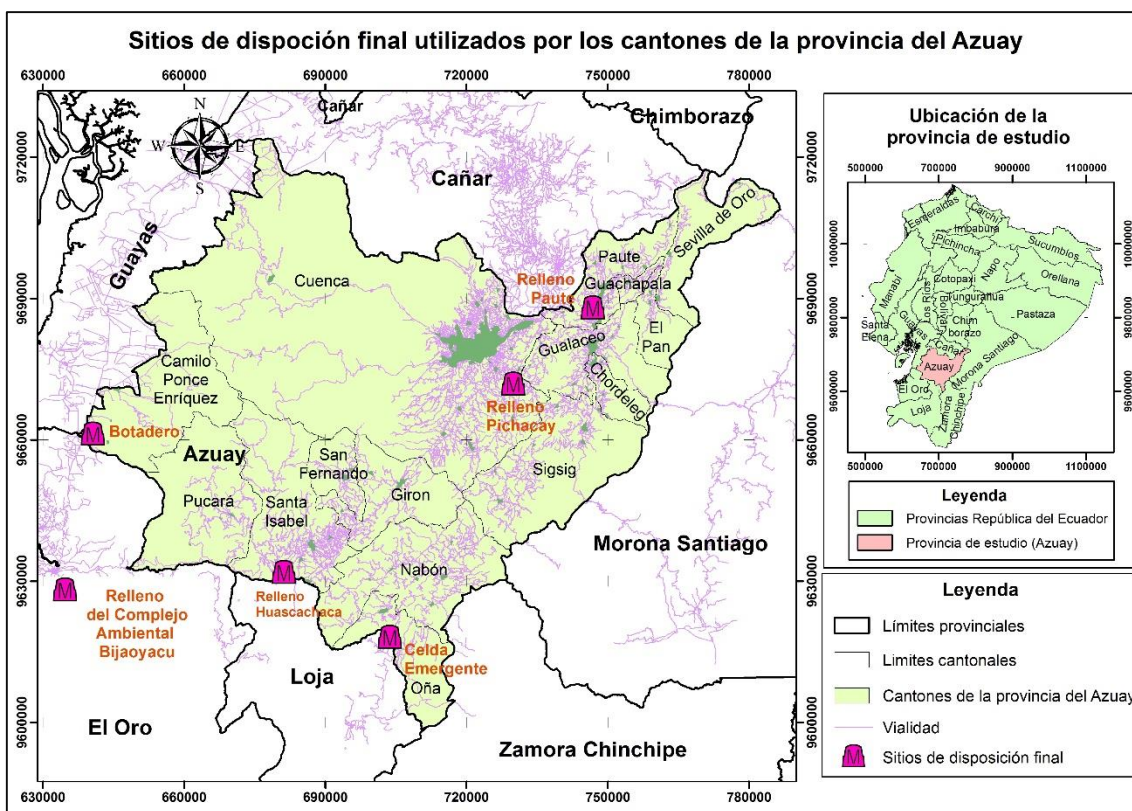
La provincia del Azuay cuenta con los RESAN de Pichacay, Huascachaca y Paute ubicados en los cantones de Cuenca, Santa Isabel y Paute respectivamente. El RESAN de Pichacay recibe los RSU de los cantones de Cuenca, Chordeleg, El Pan, Guachapala, Gualaceo, Sevilla de Oro y Sígsig, y hasta el año 2017 recibía un total de 418 ton/día. El RESAN de Huascachaca recibe los RSU de los cantones de Santa Isabel, Girón, San Fernando y Nabón, y recibía cerca de 15 ton/día en el año 2015. El RESAN de Paute recibe exclusivamente los RSU que genera el cantón Paute, los cuales se estimó en 14.98 ton/día en el año 2019 (Cobos et al., 2019; Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, 2017; Solano, 2015). Los cantones como Camilo Ponce Enríquez y Oña depositan sus RSU en botaderos locales en sus respectivas jurisdicciones.

Finalmente, el cantón Pucará envía sus RSU al RESAN de Bijayaocu, ubicado en el cantón Pasaje, provincia de El Oro (Mapa 2). De esta manera, los centros geométricos (coordenadas geográficas “x” & “y”) de los sitios de disposición final se encuentran en la Tabla 9.

Tabla 9: Ubicación geográfica de los sitios de disposición final

Coordenadas UTM WGS84				
ID	X	Y	Descripción	Cantón
1	729939	9671960	RESAN Pichacay	Cuenca
2	746846	9688121	RESAN Paute	Paute
3	681174	9631986	RESAN Huascachaca	Santa Isabel
4	703677	9618207	Botadero (Celda Emergente)	Oña
5	640621	9661358	Botadero	Camilo Ponce Enríquez
6	634716	9628259	RESAN Pasaje	Pasaje

Elaborado por: Autores



Mapa 2: Ubicación de los sitios de disposición final.

Elaborado por: Autores

Por otro lado, cabe destacar que aproximadamente el 53.33% de los cantones de la provincia del Azuay no cuenta con mecanismos de aprovechamiento de RSU, es decir, que no se brinda la atención necesaria en esta fase del GIRSU (Tabla 10).

Tabla 10: Porcentaje de aprovechamiento de RSU de los cantones

Aprovechamiento	Número de cantones	Porcentaje (%)
Con	7	46.67
Sin	8	53.33
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Autores

### **3.1.1. Diagnóstico inicial del sistema de transporte**

Para el diagnóstico vial, se verificó los tiempos de recorrido, las velocidades que alcanzan los vehículos en el transporte de los RDSU hacia los RESAN, y, la capacidad volumétrica de los vehículos recolectores. La información se constató mediante entrevistas a las autoridades encargadas de la gestión de residuos y desechos de cada cantón. También, se realizó el recorrido de las distintas rutas que toman cada uno de los cantones hacia los lugares donde realizan la disposición final de los RDSU, identificando el estado, material, longitud y tipo de vía según sus condiciones o clasificación,

De acuerdo a la normativa ecuatoriana, existen diferentes criterios como para clasificar las vías, como son: capacidad, jerarquía, condiciones de orografía, número de calzadas, función de la superficie de rodamiento. También posee una clasificación de carreteras en función de criterios como: seguridad, confiabilidad, de baja emisión entre otras (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013a, 2013b). Sin embargo, para el presente estudio, se ha tomado como referencia los criterios de bacheo del volumen 6 de la normativa ecuatoriana vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013). Bajo esta premisa, se ha determinado de manera objetiva criterios cualitativos de jerarquización de las condiciones viales. Estas condiciones son:

Excelente: vías cuya capa de rodadura no presenta imperfecciones ni baches en todo su recorrido.

Muy bueno: vías cuya capa de rodadura presenta imperfecciones menores (poco perceptibles) y una cantidad poco significativa de baches de mínima profundidad, en lugares puntuales del tramo vial.

Bueno: vías cuya capa de rodadura presenta imperfecciones perceptibles, y una cantidad mayor de baches de mínima profundidad a lo largo de todo el tramo vial.

Regular: vías cuya capa de rodadura presenta considerables imperfecciones, y una gran cantidad de baches tanto de mínima como de gran profundidad a lo largo de todo el tramo vial.

La información recopilada, se complementó con la toma de las rutas mediante la utilización de GPS, para ser procesadas mediante software aplicado a SIG. De esta manera, se las representó en mapas, para su posterior uso en el análisis.

### **3.1.1. Diagnóstico inicial del aprovechamiento de RSU**

Se obtuvo información secundaria de los informes técnicos de los GAD cantonales de Cuenca, Girón, Gualaceo, Nabón, Paute, Pucará, San Fernando, Santa Isabel, Sígsig, Oña, Chordeleg, El Pan, Sevilla de Oro, Guachapala y Camilo Ponce Enríquez, sobre la generación, composición, y de la existencia o ausencia de actividades y métodos para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos. De igual manera, se obtuvo información de bibliografía secundaria, e información primaria levantada mediante entrevistas al personal encargado del sistema de gestión de RDSU de cada GAD cantonal de la provincia del Azuay.

### 3.2. Cantón Cuenca

El cantón Cuenca es la capital de la provincia del Azuay, ubicada a una altitud media de 2500 m.s.n.m., limita al norte con la provincia de Cañar, al este con los cantones de Paute, Gualaceo y Sígsig, al sur con los cantones Girón, San Fernando, Santa Isabel y Camilo Ponce Enríquez, y al oeste con la provincia del Guayas. Cuenta con una superficie aproximada de 3665.2 km<sup>2</sup> y con una población proyectada al año 2020 de 636996 hab (GAD del cantón Cuenca, 2015; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.2.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU es de 245.26 ton, siendo 184.76 ton para la zona urbana y 60.5 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.56 kg/(hab\*día) y 0.42 kg/(hab\*día) respectivamente (Cobos et al., 2019).

La caracterización urbana de los RDSU del cantón realizada por Muñoz & Solano (2019), presenta un 61.22% de RO y un 38.78% de RDI. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 10.67%, plástico blando, papel y cartón con un 7.57% y 5.81%, respectivamente, y el componente menos representativo es el de tipo tetrapack con el 0.36% (Tabla 11).

Tabla 11: Caracterización urbana de RDSU del cantón Cuenca

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		61.22
Inorgánico	Papel y cartón	5.81
	Metales	1.14
	Plástico blando	7.57
	Plástico rígido	4.13
	Caucho	1.37
	Materia inerte	1.21
	Vidrio	2
	Madera	0.38
	Textiles	312
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	10.67
	Tetrapack	0.36
	Otros	1.02
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Muñoz & Solano, 2019)

La caracterización rural de los RDSU del cantón realizada por Muñoz & Solano (2019), presenta un 60.67% de RO y un 39.33% de RDI. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 11.6%, plástico blando y plástico rígido con un 9.31% y 5.56%, respectivamente y el menos representativo es el caucho, con el 0.19 % (Tabla 12).

Tabla 12: Caracterización rural de RDSU del cantón Cuenca

<b>Tipo</b>	<b>Componentes</b>	<b>% en peso promedio</b>
Orgánico		60.67
Inorgánico	Papel y cartón	4.35
	Metales	0.98
	Plástico blando	9.31
	Plástico rígido	5.56
	Caucho	0.19
	Materia inerte	1.1
	Vidrio	1.8
	Madera	0.41
	Textiles	2.45
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	11.6
	Tetrapack	0.62
	Otros	0.96
<b>Total</b>		<b>100</b>

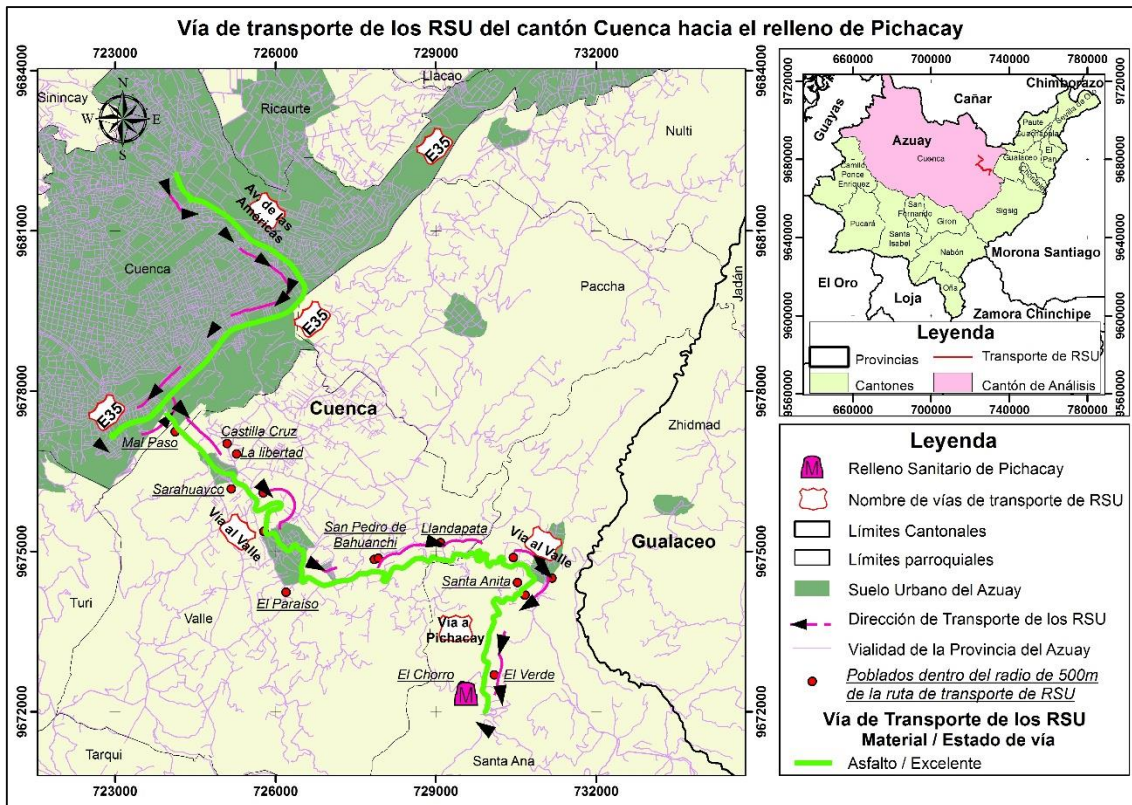
Fuente: (Muñoz & Solano, 2019)

El cantón dispone de mecanismos de aprovechamiento de los residuos como: elaboración de compost-humus, y aprovechamiento de biogás (para generación de energía eléctrica) a partir de los RO y reciclaje para los RI. Para la elaboración del compost se recupera la materia orgánica en los seis mercados, mantenimiento de áreas verdes y grandes generadores de la ciudad de Cuenca, que para el año 2017 representaba una cantidad de 6165.72 ton, generando 539.14 ton entre compost (479.82 ton) y humus (59.39 ton).

Con la generación de biogás se redujeron los gases de efecto invernadero en un volumen aproximado de 2300000 m<sup>3</sup> y se produjo 3500000 Kw entre junio y diciembre del año 2017. Esto generó ingresos por \$302092.69 dólares. Para los RIR se recolectaron 114 ton/mes entre la EMAC - EP y recicladores a pie de vereda registrados (250 personas), beneficiando económicamente a recicladores informales. Por otra parte, el costo por disposición final por ton de RSU es de \$18.08 dólares (Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, 2017).

### 3.2.2. Transporte de RDSU

El servicio de recolección y transporte de los RSU es realizado por la EMAC-EP ubicada dentro del cantón, y cuenta con una cobertura del 100% en la zona urbana y del 82% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RSU son transportados hacia el RESAN de Pichacay ubicado en la parroquia Santa Ana del cantón Cuenca, con un recorrido aproximado de 24.76 km. Las vías se componen de pavimento flexible en todo su recorrido, y, se encuentran en excelentes condiciones (Mapa 3).



Mapa 3: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Cuenca.  
Elaborado por: Autores

Para la recolección y transporte de los RDSU en el cantón se dispone de una flota de 50 vehículos repartidos entre: recolectores de carga posterior, recolectores de carga frontal, volquetes, barredoras, tanqueros, una mini cargadora y un canter. En los recolectores de carga posterior de 20 yd<sup>3</sup> (15.3 m<sup>3</sup>) se alcanza un peso específico compactado de 0.7, para un factor de compactación final de 3.3. En los recolectores de carga posterior de 25 yd<sup>3</sup> (19.1 m<sup>3</sup>) se alcanza un peso específico compactado de 0.6, para un factor de compactación final de 3.1. Finalmente, en los recolectores de carga frontal de 36 yd<sup>3</sup> (27.5 m<sup>3</sup>) se alcanza un peso específico de 0.7, para un factor de compactación final de 2.2. Los modelos y capacidades netas respectivas de todos los vehículos se presentan en la Tabla 13.

La condición de operación y mantenimiento de los vehículos se ha clasificado de acuerdo a tres criterios: bueno, regular y malo. El estado “bueno” hace referencia a vehículos que requieren mínimos recursos para su mantenimiento mientras brinda servicio. El estado “regular” ya requiere una mediana inversión de recursos para su mantenimiento y operación del servicio, y, el estado “malo” son aquellos que requieren una alta demanda de recursos para su mantenimiento y prestación de servicio. Además, sufren de paralizaciones de largo tiempo por las reparaciones de los mismos (Unidad de Mantenimiento de la EMAC-EP, 2020).

Tabla 13: Informe de la flota de vehículos de la EMAC EP.

Cantidad	Tipo Vehículo	Cantidad por modelo	Marca	Modelo	Año	Capacidad de Carga		Servicio	Estado	Observación
						Volumen	Peso			
34	Recolector de carga posterior	5	DAF	CF85 6X4	2019	20 yd3	10 Ton.	Recolección Domiciliaria	Bueno	Se mantiene operando
		6	VOLKSWAGEN	CONSTELLATION	2010	20 yd3	10 Ton.	Recolección Domiciliaria	Malo	
		3	STERLING	L - 7500	2003	20 yd3	10 Ton.	Recolección Domiciliaria	Regular	Se mantiene operando
		3	STERLING	L - 7500	2003	20 yd3	10 Ton.	Recolección Domiciliaria	Malo	
		4	STERLING	L - 7500	2003	20 yd3	10 Ton.	Recolección Domiciliaria	Malo	Repotenciación
		12	KENWORTH	L 700 6X4 TM	2013	25 yd3	12 Ton.	Recolección Domiciliaria	Bueno	Se mantiene operando
		1	VOLKSWAGEN	17 250 WORKER	2013	20 yd3	10 Ton.	Recolección Domiciliaria	Bueno	Se mantiene operando
6	Recolector de carga frontal	2	MACK	MR 690S	2003	36 yd3	18 Ton.	Rec. Industrial-Mercados	Regular	Se mantiene operando
		4	KENWORTH	L 700 6X4 TM	2013	36 yd3	18 Ton.	Rec. Industrial - Mercados	Bueno	Operando
2	Volquetes	1	INTERNATIONAL	2654 6 X 4	1995	10 m3	2.5 Ton.	Recolección de Escombros	Regular	Se mantiene operando
		1	HINO	FS1ELVD	1995	12 m3	3 Ton	Recolección de Escombros	Bueno	Se mantiene operando
2	Barredoras	1	ELGIN	EAGLE	1995	3.5 m3		Barrido	Malo	A la baja
		1	ELGIN	ROAD WINZARD	2013	3.5 m3		Barrido	Bueno	Se mantiene operando
4	Tanqueros	1	HINO	FMRU	2007	3500 gls.		Transporte de Lixiviados	Malo	A la baja
		1	VOLKSWAGEN	1730-WORKER	2008	3500 gls.		Transporte de agua/riego	Regular	Se mantiene operando
		1	HINO	GD8JLSA	2013	2000 gls.		Transporte de agua/riego	Bueno	Se mantiene operando
		1	HINO	FM1JRUA	2013	4000 gls.		Transporte de Lixiviados	Regular	Se mantiene operando
1	Canter	1	MITSUBISHI	CANTER	1995		3.5 Ton.	Áreas Verdes	Regular	Se mantiene operando
1	Mini cargadora	1	JOHN DEERE	320	2008			Compost	Malo	A la baja

Fuente: (Unidad de Mantenimiento de la EMAC-EP, 2020)

### 3.3. Cantón Gualaceo

El cantón Gualaceo se ubica a una altitud entre 2100 a 4000 m.s.n.m., limita al norte por los cantones Paute, El Pan y una fracción del cantón Guachapala, al sur con los cantones Chordeleg y Sígsig, al este con la provincia de Morona Santiago y al oeste con el cantón Cuenca. Cuenta con una superficie aproximada de 345.48 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 49104 hab (GAD Municipal del Cantón Gualaceo, 2015; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.3.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU del cantón es de 28.42 ton, siendo 18.8 ton para la zona urbana y 9.62 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.67 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de los RDSU del cantón realizada por Cajamarca (2015), identifica una mayor producción de RO con un 58.70%, mientras que los RDI representan el 41.3%. El componente más destacable de los RDI pertenece a los plásticos blandos con un 11.64%, y el componente menos representativo es la madera, con el 0.2% (Tabla 14).

Tabla 14: Caracterización de RDSU del cantón Gualaceo

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		58.7
Inorgánico	Papel y cartón	4.39
	Metales	0.54
	Plástico blando	11.64
	Plástico rígido	4.44
	Caucho	0.85
	Vidrio	2.38
	Madera	0.2
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	10.23
	Otros	6.63
	<b>Total</b>	

Fuente: (T. Cajamarca, 2015)

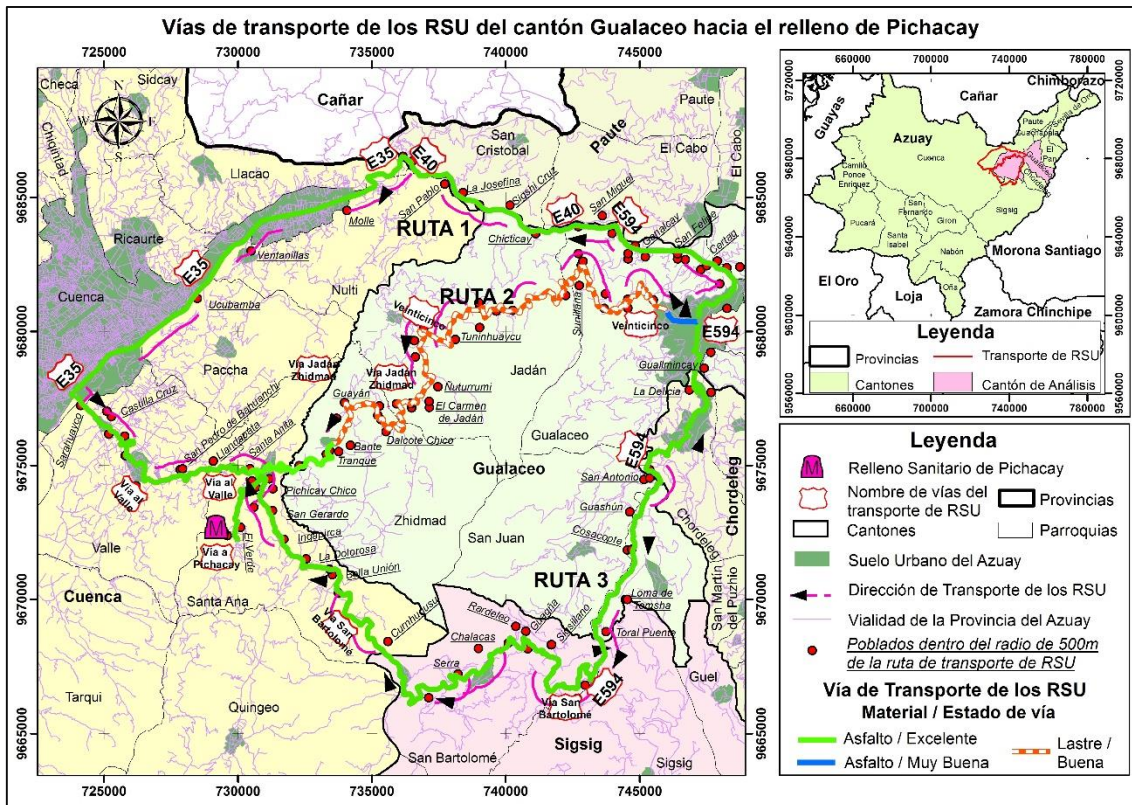
El cantón Gualaceo no cuenta con mecanismos o tecnologías de aprovechamiento de RSU, es decir, el total de la generación se desplaza al RESAN de Pichacay.

#### 3.3.2. Transporte de RDSU

El servicio de recolección y transporte de los RDSU del cantón es contratado, y cuenta con una cobertura del 98% en la zona urbana y del 50% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RDSU son transportados por tres rutas hacia el RESAN de Pichacay.

La ruta principal recorre la vía Cuenca – Gualaceo (E594), toma la interoceánica (E40), sale a la autopista Cuenca – Azogues (E35) y toma la vía a El Valle hacia el RESAN de Pichacay, con un recorrido aproximado de 52 km sobre vías de pavimento flexible en excelentes condiciones en todo su recorrido. La segunda ruta lo realiza los días martes, con un camión que recorre por la vía “Veinticinco”, continúa por la “vía Jadán - Zhidmad”, y sale a la vía “El Valle” y entra al RESAN de Pichacay, con un recorrido aproximado de 40 km, de los cuales 1.4 km son de pavimento flexible en muy buenas condiciones,

29.35 km son de lastre en buenas condiciones, y 5.72 km son de pavimento flexible en excelentes condiciones. Es una ruta con un número moderado de curvas cerradas. Finalmente, la tercera ruta lo realiza los días viernes, con un carro que recorre la vía E594 hasta “La Unión”, toma la vía “San Bartolomé”, sale a la vía “El Valle”, y entra al RESAN de Pichacay, con un recorrido aproximado de 49.25 km sobre vías de pavimento flexible en excelentes condiciones (Mapa 4). Todos los recorridos llevan alrededor de 1 h 30 min de recorrido, es decir, una velocidad media de 35 a 40 km/h.



Mapa 4: Ruta del transporte de los RSU del cantón Gualaceo.

Elaborado por: Autores

Para la recolección y transporte de los RDSU, el cantón cuenta con un recolector con compactador que tiene una capacidad de carga de 13 ton, modelo 2016. Además, posee 5 camiones de tipo cajón abierto modelo 2016. De estos 5 camiones, 2 tienen una capacidad de carga de 9.5 ton, 2 de 4.5 ton y 1 de 2.5 ton (Cobos et al., 2019). Todos los vehículos van directos al RESAN una vez terminada la recolección de los RDSU. Todo el sistema de gestión de residuos y desechos tiene un costo diario de 2383 dólares.

### 3.4. Cantón Chordeleg

El cantón Chordeleg se ubica a una altitud entre 2200 a 2600 m.s.n.m., limita al norte con el cantón Gualaceo, al sur con el cantón Sigsig, al este con el cantón Gualaceo y la provincia de Morona Santiago y al oeste con los cantones de Sigsig y Gualaceo. Cuenta con una superficie aproximada de 104.7 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 15176 hab (GAD Municipal de Chordeleg, 2015; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

### 3.4.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU del cantón es de 8.49 ton, siendo 5.38 ton para la zona urbana y 3.11 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.58 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de RDSU del cantón realizada por Cajamarca (2015), presenta un 56.6% de RO y un 43.4% de RDI. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 16.17% y el componente menos representativo es la madera con un 0.47% (Tabla 15).

Tabla 15: Caracterización de RDSU del cantón Chordeleg

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		56.6
Inorgánico	Papel y cartón	5.97
	Metales	1
	Plástico blando	5.37
	Plástico rígido	7.09
	Vidrio	4.07
	Madera	0.47
	Textiles	2.33
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	16.17
	Otros	0.93
<b>Total</b>		<b>100</b>

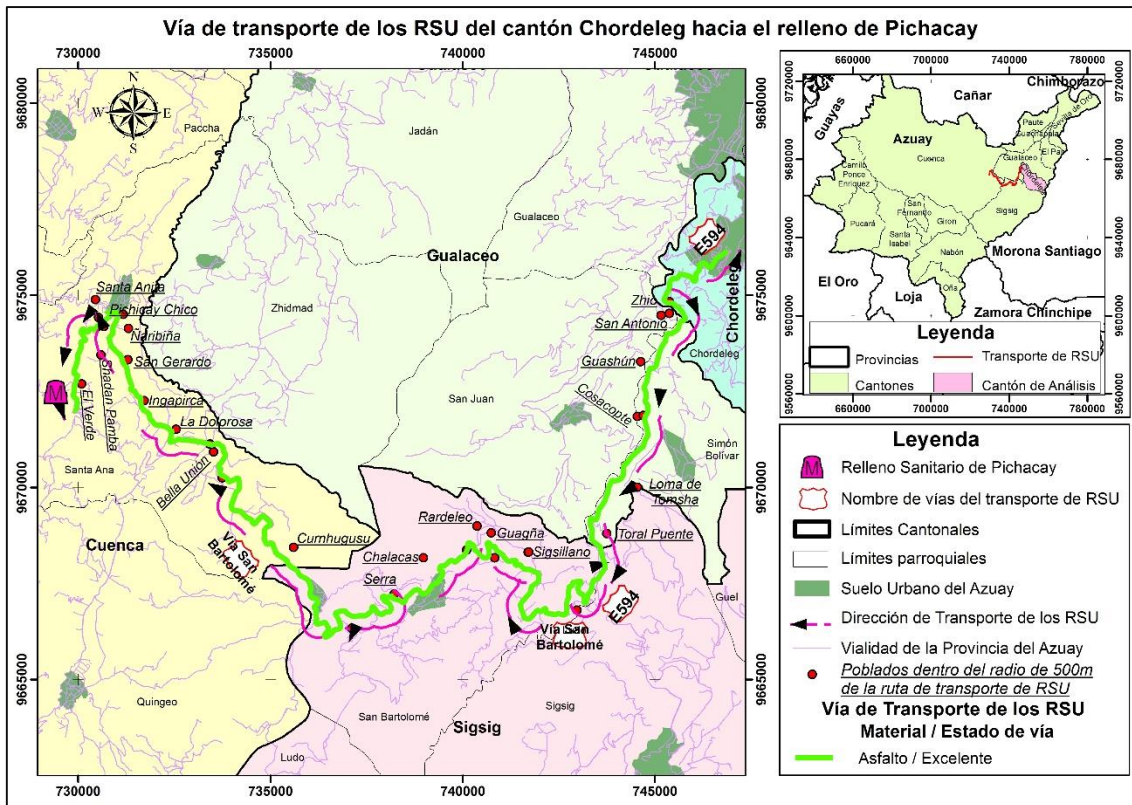
Fuente: (Cajamarca, 2015)

Según las autoridades del cantón, actualmente se trabaja en la elaboración del estudio de un sistema de aprovechamiento de los RO generados en el mercado para la elaboración de abono orgánico en el vivero del cantón. Por consiguiente, en el cantón Chordeleg no se ponen en práctica mecanismos o tecnologías para el aprovechamiento de RSU generados.

### 3.4.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD municipal del propio cantón, y, cuenta con una cobertura del 93% en la zona urbana y del 64% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RDSU son transportados hasta el RESAN de Pichacay por la vía E594 hasta La Unión, toma la vía San Bartolomé y sale a la vía "el Valle", con un recorrido aproximado de 43.62 km sobre vías de pavimento flexible en excelentes condiciones (Mapa 5), tomando un tiempo promedio de 1 h 30 min, es decir 30 km/h.

Para la recolección y transporte de RDSU el cantón cuenta con un camión recolector compactador, con una capacidad de 10 ton, marca Hino de 260 Hp modelo 2018. El vehículo se desplaza directamente al RESAN una vez terminada la recolección de los RDSU, y su frecuencia es de lunes a sábado.



Mapa 5: Ruta del transporte de los RDU del cantón Chordeleg.  
Elaborado por: Autores

### 3.5. Cantón Guachapala

El cantón Guachapala se ubica a una altitud entre 2200 a 3200 m.s.n.m., limita al norte con el río Paute que lo separa del cantón Paute, al sur con el cantón Gualaceo, al este con los cantones de El Pan y Sevilla de Oro, y al oeste con el río Paute y el cantón Paute. Cuenta con una superficie aproximada de 39.67 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 3859 hab (GAD Municipal de Guachapala, 2014; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.5.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU en el cantón es de 1.34 ton, siendo 1.24 ton para la zona urbana y 0.1 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.5 kg/(hab\*día) y 0.1 kg/(hab\*día) respectivamente (Cobos et al., 2019).

La caracterización de los RDSU del cantón realizada por Cajamarca (2015), presenta un 48.99% de RO y un 51.01% de RDI. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 17.62% y el componente menos representativo es el caucho con un 0.58% (Tabla 16).

Tabla 16: Caracterización de RDSU del cantón Guachapala

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánica		48.99
Inorgánica	Papel y cartón	7.62
	Metales	1.85
	Plástico blando	5.65
	Plástico rígido	9.04
	Caucho	0.58
	Vidrio	2.08
	Madera	0.43
	Textiles	3.52
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	17.62
	Tetrapack	0.73
	Otros	1.89
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Cajamarca, 2015)

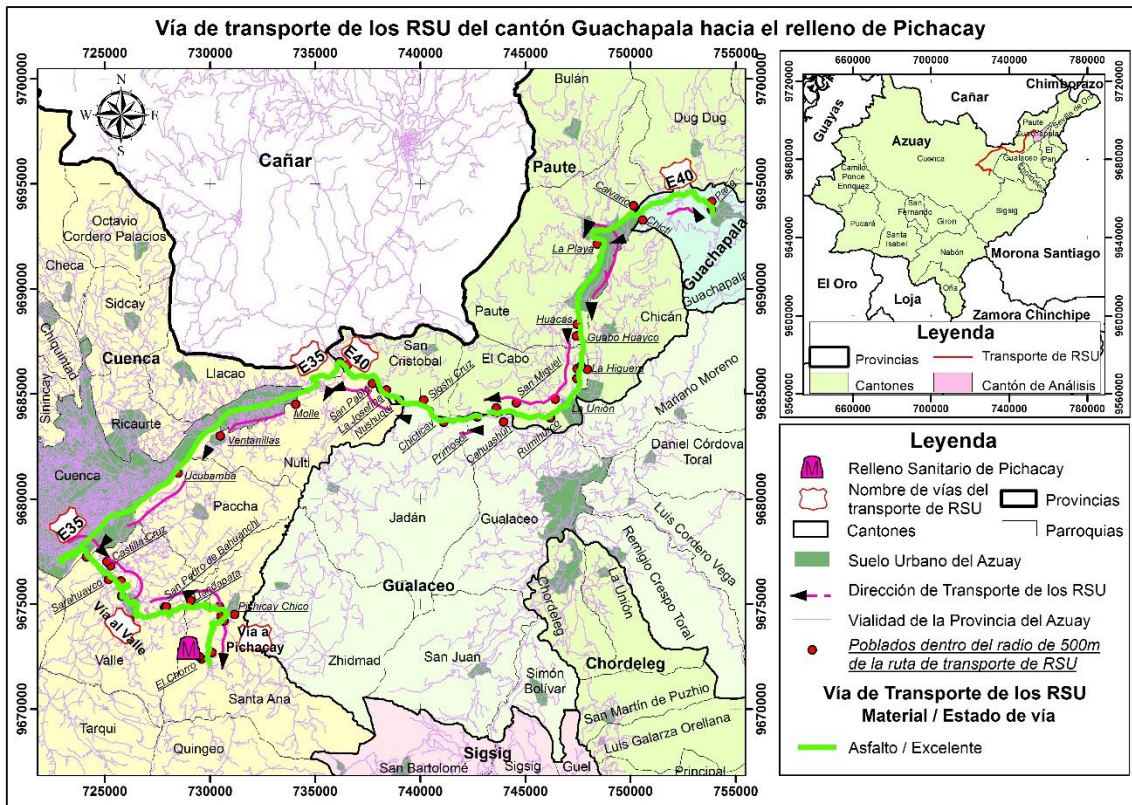
El cantón Guachapala no dispone de mecanismos para el aprovechamiento de los RSU que genera, sin embargo, existe una persona ajena a la institución pública que se encarga de manera informal de clasificar los RIR, por lo tanto, se carece de información sobre la cantidad, peso y recursos económicos que obtiene del producto reciclado.

### 3.5.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD municipal del propio cantón, y, cuenta con una cobertura del 100 % en la zona urbana y del 90 % en la zona rural (Cobos et al., 2019).

Estos RDSU son transportados hasta el RESAN de Pichacay, por la ruta Interoceánica (E40) y sigue por la Panamericana Norte hacia la autopista Cuenca – Azogues (E35) hasta la entrada al Valle, donde se dirige hacia el RESAN de Pichacay, con un recorrido aproximado de 63.53 km, sobre vías de pavimento flexible en excelentes condiciones en todo su recorrido (Mapa 6), tomando un tiempo promedio de 1 h 30 min, es decir 43 km/h.

Para la recolección y transporte de RDSU el cantón cuenta con 1 camión recolector tipo volqueta, con una capacidad de 4 m<sup>3</sup>, es decir 1 ton, marca Hino modelo 2013. La recolección se hace los martes y jueves y se sella el camión para salir al RESAN los días lunes y miércoles.



Mapa 6: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Guachapala.  
Elaborado por: Autores

### 3.6. Cantón Sígsig

El cantón Sígsig se ubica a una altitud entre 2247 y 4091 m.s.n.m., limita al norte con los cantones de Chordeleg y Gualaceo, al sur con los cantones de Nabón y Girón, al este con la provincia de Morona Santiago y al oeste con los cantones de Girón y Cuenca. Cuenta con una superficie aproximada de 674.53 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 30509 hab (GAD del cantón Sígsig, 2015; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.6.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU del cantón es de 31.27 ton, siendo 16.84 ton para la zona urbana y 14.43 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.69 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de RDSU del cantón realizada por Cajamarca (2015), presenta en mayor proporción los RO con un 56.62%, mientras que los RDI representan el 43.38%. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 18.87%, y el componente menos representativo es el caucho con un 0.15% (Tabla 17).

Tabla 17: Caracterización de RDSU del cantón Sígsig

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		56.62
Inorgánico	Papel y cartón	7.14
	Metales	1.09
	Plástico blando	5.88
	Plástico rígido	5.8
	Caucho	0.15
	Vidrio	1.48
	Madera	0.16
	Textiles	2.18
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	18.87
	Tetrapack	0.18
	Otros	0.45
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Cajamarca, 2015)

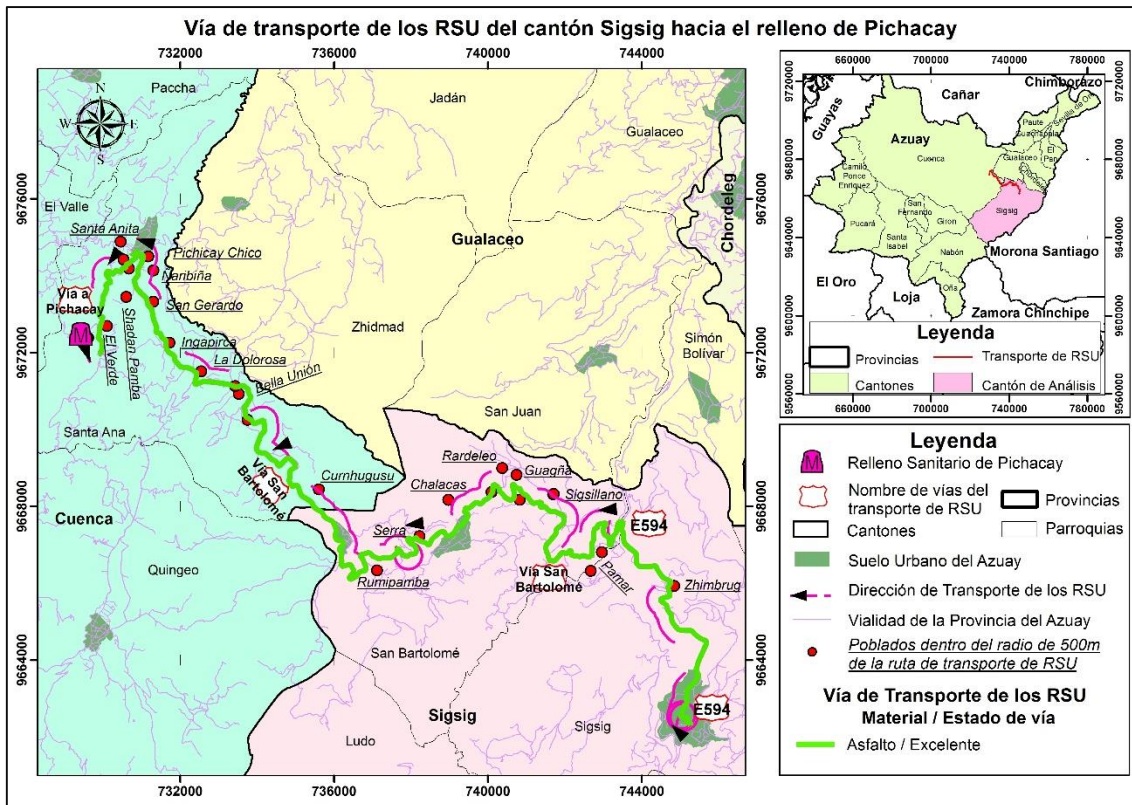
El cantón Sígsig no presenta mecanismos o sistemas de aprovechamiento de los RSU que genera, es decir, el total de la generación de RDSU se destina al RESAN Pichacay.

### 3.6.2. Transporte de RDSU

El servicio de la gestión de RDSU lo realiza GAD municipal del propio cantón, cuenta con una cobertura del 95% en la zona urbana y del 90 % en la zona rural (Cobos et al., 2019).

Estos RDSU son transportados hasta el RESAN de Pichacay, por la vía E594 hasta “La Unión”, toma la vía “San Bartolomé”, se incorpora a la vía “El Valle” hasta llegar a Pichacay, con un recorrido aproximado de 39.38 km sobre vías de pavimento flexible en excelentes condiciones en todo su recorrido (Mapa 7), tomando un tiempo promedio de 1 h 30 min, es decir una velocidad promedio 30 km/h.

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un camión recolector compactador, con una capacidad de 7 ton, y 2 camiones alquilados de cajón abierto de 7 ton de capacidad, marca Hino, modelo GH. Los vehículos van directos al RESAN una vez terminada la recolección de los RDSU.



Mapa 7: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Sigsig.  
Elaborado por: Autores

### 3.7. Cantón El Pan

El cantón El Pan se ubica a una altitud entre 2100 a 3760 m.s.n.m., limita al norte con los cantones Guachapala y Sevilla de Oro, al sur con el cantón Gualaceo, al este con el cantón Sevilla de Oro y la provincia de Morona Santiago, y al oeste con los cantones de Guachapala y Gualaceo. Cuenta con una superficie aproximada de 132 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 3091 hab (GAD Municipal de El Pan, 2014; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.7.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU es de 2.16 ton, siendo 1.18 ton para la zona urbana y 0.98 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.45 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de los RDSU del cantón realizada por Cajamarca (2015), presenta en RO un 42.41% y un 57.69% de RDI. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 19.28% y el componente menos representativo es el caucho con un 0.5% de la generación (Tabla 18).

Tabla 18: Caracterización de RDSU del cantón El Pan

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		42.41
Inorgánico	Papel y cartón	10.57
	Metales	0.99
	Plástico blando	4.69
	Plástico rígido	9.46
	Caucho	0.5
	Vidrio	3.72
	Madera	0.57
	Textiles	5.93
	Papel higiénico, pañales, toallas	19.28
	Tetrapack	0.71
	Otros	1.17
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Cajamarca, 2015)

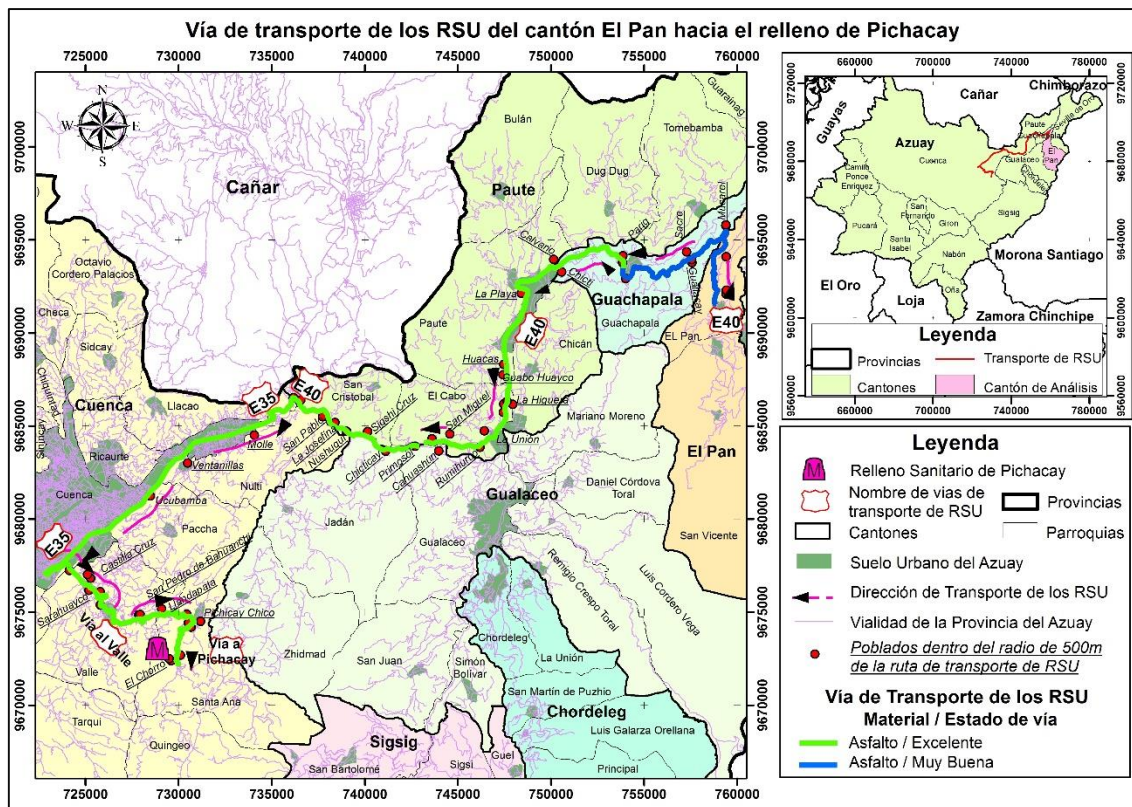
El cantón El Pan no realiza mecanismos o sistemas para el aprovechamiento de los residuos que generan, sin embargo, existe un reciclador informal ajeno a la institución. La información sobre la cantidad, peso y recursos obtenidos por los RIR por parte del reciclador base se desconoce. El resto de la generación de RDSU se desplaza hacia el RESAN de Pichacay.

### 3.7.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD municipal del propio cantón, cuenta con una cobertura del 95% en la zona urbana y del 85% en la zona rural (Cobos et al., 2019).

Estos RDSU son transportados por la ruta Interoceánica (E40) y sigue por la Panamericana Norte hacia la Autopista Cuenca – Azogues (E35) hasta la entrada al Valle, donde se dirige hacia el RESAN de Pichacay, con un recorrido aproximado de 76.52 km, de los cuales, 13 km son de pavimento flexible en muy buenas condiciones, mientras que, los restantes son del mismo material pero en excelentes condiciones (Mapa 8), tomando un tiempo promedio de 1 h 45 min, es decir una velocidad promedio de 44 km/h. La vía hasta Guachapala presenta un alto número de curvas.

Para la recolección y transporte de los RDSU, el cantón cuenta con 1 camión con cajón abierto, con una capacidad de 2 ton, marca Daijatsu. Los días lunes y viernes se desplaza de forma directa terminada la recolección al RESAN de Pichacay.



Mapa 8: Ruta del transporte de los RDSU del cantón El Pan.

Elaborado por: Autores

### 3.8. Cantón Sevilla de Oro

El cantón Sevilla de Oro se ubica a una altitud media de 2480 m.s.n.m., limita al norte con los cantones Azogues (provincia de Cañar) y Santiago de Méndez (provincia de Morona Santiago), al sur con el cantón El Pan, al este con el cantón Santiago de Méndez y al oeste con los cantones de Azogues, Guachapala, Paute y El Pan. Cuenta con una superficie aproximada de 311 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 6821 hab (GAD Municipal de Sevilla de Oro, 2012; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.8.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU es de 8.99 ton, siendo 4.85 ton para la zona urbana y 4.14 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.84 kg/(hab\*día) y 0.82 kg/(hab\*día) respectivamente (Cobos et al., 2019; Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sevilla de Oro, 2018).

La caracterización de los RDSU del cantón realizada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sevilla de Oro (2018) en conjunto con la Universidad Católica de Cuenca, presenta en RO un 37.67%, y un 62.33% de RDI. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 15.86% y el componente menos representativo es la madera con un 0.17% de la generación (Tabla 19)

Tabla 19: Caracterización de RDSU del cantón Sevilla de Oro

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		37.67
Inorgánico	Papel y cartón	12.59
	Metales	2.01
	Plástico blando	11.56
	Plástico rígido	8.94
	Vidrio	2.48
	Madera	0.17
	Textiles	4.07
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	15.86
	Otros	4.65
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sevilla de Oro, 2018)

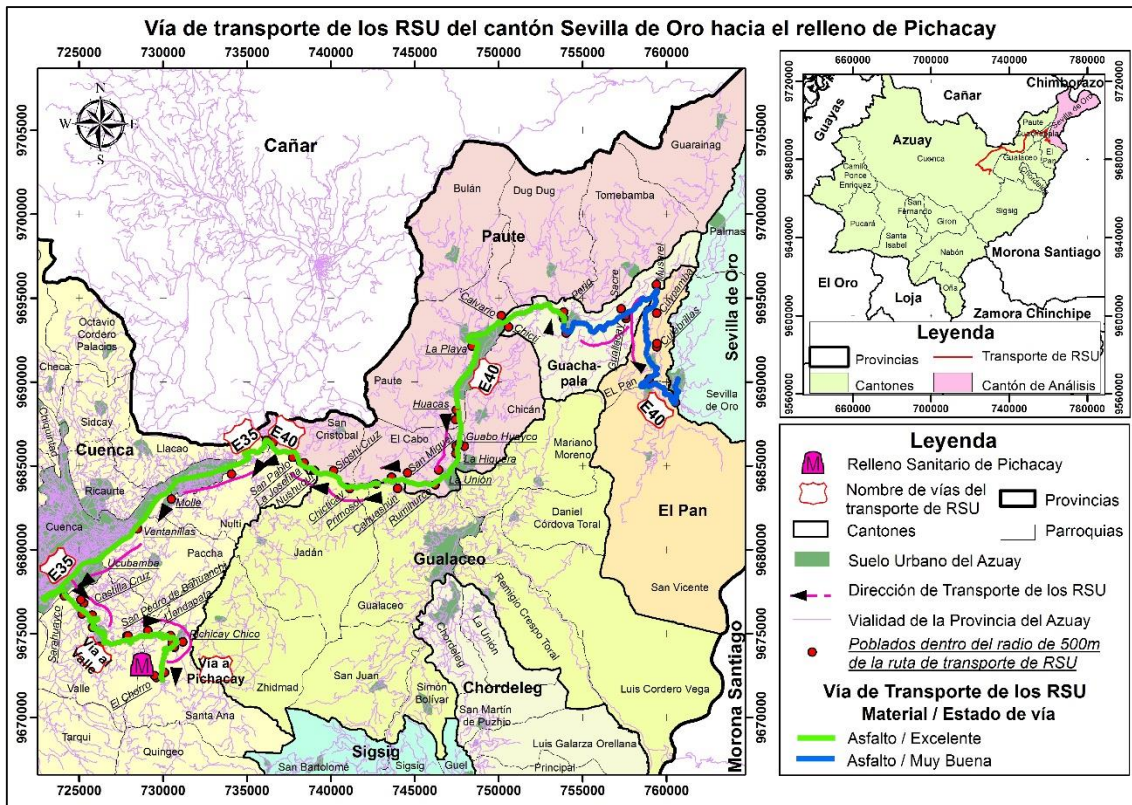
El cantón cuenta con procesos de tratamiento tanto en los RO como en los RI. La materia orgánica del sector la usan para la producción de compost, y, en la materia inorgánica, se reciclan botellas, latas entre otros.

### 3.8.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD municipal del propio cantón, cuenta con una cobertura del 100% en la zona urbana y del 100% en la zona rural (Cobos et al., 2019).

Estos RDSU son transportados por la ruta Interoceánica (E40) y sigue por la Panamericana Norte hacia la autopista Cuenca – Azogues (E35), toma la entrada al Valle, donde se dirige hacia el RESAN de Pichacay, con un recorrido aproximado de 83.9 km, de los cuales, 20.39 km son de pavimento flexible en muy buenas condiciones, mientras que, los restantes son del mismo material, pero en excelentes condiciones (Mapa 9), tomando un tiempo promedio de 2h, es decir una velocidad 42 km/h. La vía hasta Guachapala presenta un número moderado de curvas.

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un camión recolector con compactación, con una capacidad de 8 ton, marca Kenworth modelo 2015. La recolección se hace los lunes y miércoles, se sella el camión y se almacena los residuos hasta el martes y viernes que sale hacia el RESAN a las 8 am.



Mapa 9: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Sevilla de Oro.  
Elaborado por: Autores

### 3.9. Cantón Girón

El cantón Girón se ubica a una altitud media de 2316 m.s.n.m., limita al norte con el cantón Cuenca, al sur con el cantón Nabón, al este con los cantones de Sigsig y Nabón y al oeste con los cantones San Fernando y Santa Isabel. Cuenta con una superficie aproximada de 350.1 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 13037 hab (GAD del cantón Girón, 2014; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.9.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU del cantón es de 3.38 ton, siendo 2.09 ton para la zona urbana y 1.29 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.25 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de RDSU del cantón realizada por la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones (2016), presenta en mayor proporción los RO con un 57.1%, mientras que los RDI representan el 42.9%. Los RDI más destacables son "otros residuos" con el 10.32% y papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 9,88%, y el componente menos representativo es el tetrapack con un 0.26% de la generación (Tabla 20).

Tabla 20: Caracterización de RDSU del cantón Girón

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		57.1
Inorgánico	Papel y cartón	5.81
	Metales	1.02
	Plástico blando	7.01
	Plástico rígido	2.99
	Materia inerte	1
	Vidrio	2.48
	Madera	0.3
	Textiles	1.83
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	9.88
	Tetrapack	0.26
	Otros	10.32
<b>Total</b>		<b>100</b>

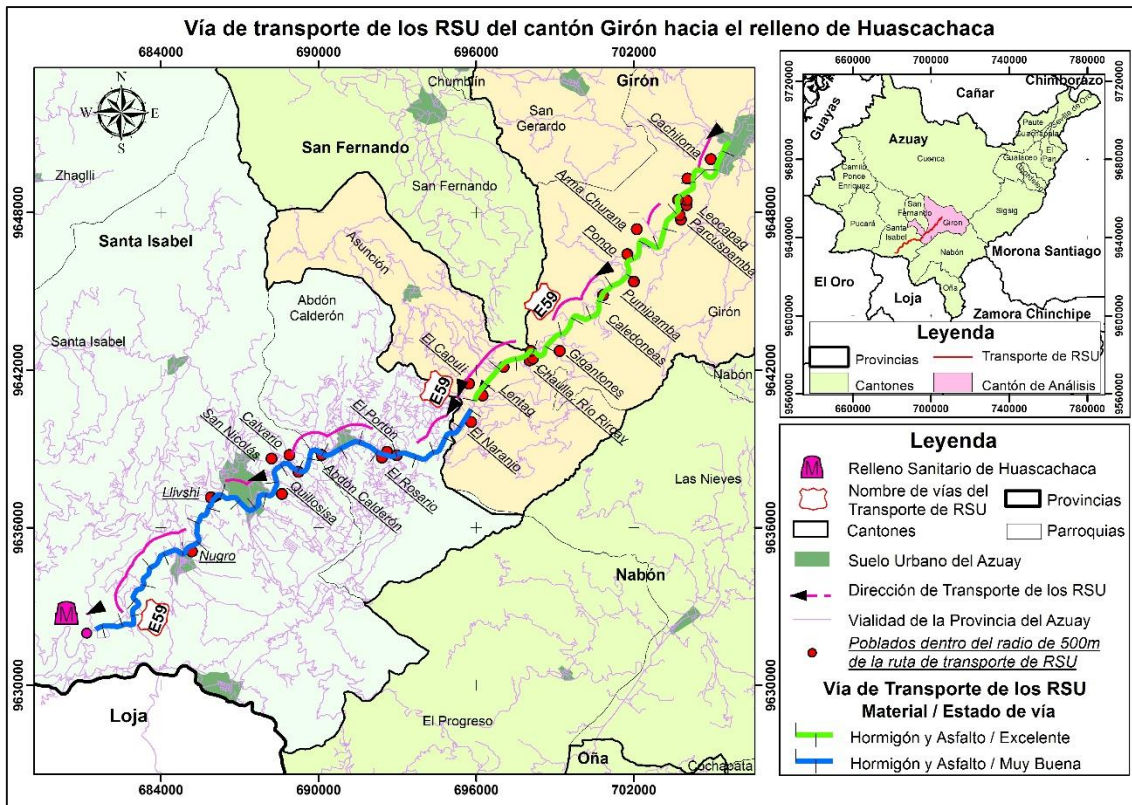
Fuente: (Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones, 2016)

El cantón Girón cuenta con mecanismos o sistemas para el aprovechamiento de RSU como: compostaje a partir de los RO y clasificación de los RIR. Esto permite la reducción del volumen de RDSU que se destinan al RESAN de Huascachaca. Asimismo, en este RESAN se cuenta con procesos para el tratamiento o aprovechamiento de los RSU descritos de forma más detalla en el cantón de Santa Isabel (3.12.1).

### 3.9.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU del cantón Girón lo realiza la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones (EMMAICJEP), y, cuenta con una cobertura del 80% en la zona urbana y del 60% en la zona rural. Estos RDSU son transportados por la vía Girón – Pasaje hacia el RESAN de Huascachaca ubicado en el cantón de Santa Isabel, con un recorrido aproximado de 39.3 km sobre vía de hormigón y asfalto, de los cuales, 16.68 km se encuentran en excelentes condiciones, y el restante en muy buenas condiciones (Mapa 10), tomando un tiempo promedio de 50 min, es decir una velocidad media de 47 km/h.

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un recolector con compactador que tiene una capacidad de 10 ton, marca Hyundai modelo 2007, cuyo rendimiento es de 30 km/gl. También, cuenta con un camión recolector abierto con una capacidad de 4 ton, marca Hyundai modelo 2008, cuyo rendimiento es de 30 km/gl. Todos los vehículos van directos al RESAN una vez terminada la recolección de los RDSU.



Mapa 10: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Girón.  
Elaborado por: Autores

### 3.10. Cantón Nabón

El cantón Nabón se ubica a una altitud media de 2773 m.s.n.m., limita al norte con los cantones de Girón y Sigsig, al este con los cantones Gualaquiza de la provincia de Morona Santiago y el cantón Yacuambi de la provincia de Zamora Chinchipe, por el sur con el cantón Oña y por el oeste con los cantones Saraguro de la provincia de Loja, Santa Isabel y Girón de la provincia del Azuay. Cuenta con una superficie aproximada de 668.2 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 17292 hab (GAD municipal de Nabón, 2014; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.10.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU es de 5.35 ton, siendo 2.85 ton para la zona urbana y 2.5 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.28 kg/(hab\* día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de RDSU del cantón realizada por la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones (2018), presenta en mayor proporción los RO con un 63.64%, mientras que los RDI representan el 36.36%. Los RDI más destacables son los plásticos blandos con el 7.46% seguido del papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con 7.29%, y el componente menos representativo es la madera con 0.19% (Tabla 21).

Tabla 21: Caracterización de RDSU del cantón Nabón

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		63.64
Inorgánico	Papel y cartón	5.29
	Metales	0.28
	Plástico blando	7.46
	Plástico rígido	4.23
	Caucho	
	Materia inerte	4.47
	Vidrio	2.1
	Madera	0.19
	Textiles	3.56
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	7.29
	Tetrapack	0.99
	Otros	0.5
	<b>Total</b>	

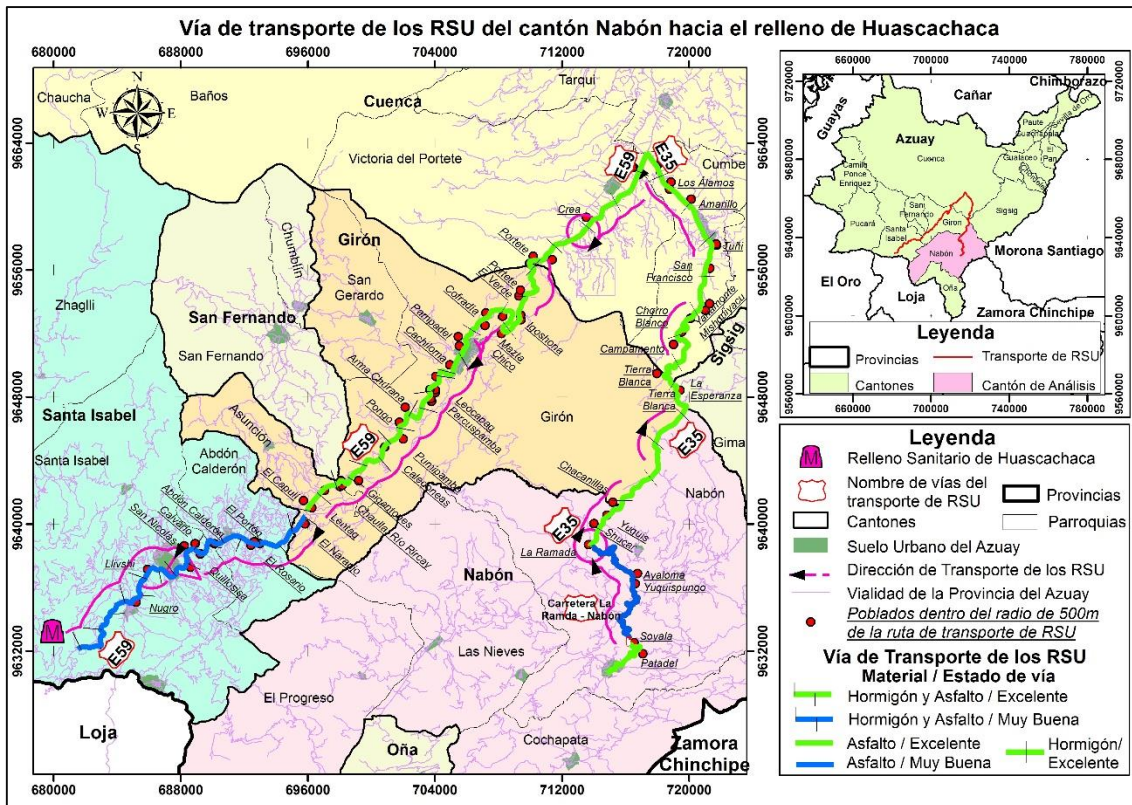
Fuente: (Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones, 2018)

El cantón Nabón no posee mecanismos o sistemas para el aprovechamiento de los RSU que generan, sin embargo, sus pobladores por cuenta personal aprovechan la materia orgánica como abono directo hacia sus cultivos o pequeñas huertas. De esta manera, ayuda a disminuir la generación de RDSU que se desplazan al RESAN de Huascachaca. Asimismo, en este RESAN se cuenta con procesos para el tratamiento o aprovechamiento de los RSU descritos de forma más detallada en el cantón de Santa Isabel (3.12.1).

### 3.10.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU del cantón Nabón lo realiza la EMMAICJEP, cuenta con una cobertura del 100% en la zona urbana y del 61% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RDSU son transportados por la carretera “La Ramada – Nabón”, sale a la Panamericana Sur (E35) y toma la vía Girón – Pasaje (E59) desde el redondel de Cumbe, hacia el RESAN de Huascachaca con un recorrido aproximado de 112.77 km, de los cuales 4.85 km son de pavimento flexible en excelentes condiciones, 11.7 son del mismo material, pero en muy buenas condiciones. También se presentan vías de hormigón en excelentes condiciones a lo largo de 57.22 km, vías combinadas de hormigón y asfalto en excelentes condiciones a lo largo de 16.68 km y los kilómetros restantes son vías de los últimos materiales mencionados, en muy buenas condiciones (Mapa 11), tomando un tiempo promedio de 4h, es decir una velocidad media de 30 km/h.

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un recolector tipo cajón abierto que tiene una capacidad de 2.5 ton, marca Hino modelo 2009 cuyo rendimiento es de 16 km/gl. Todos los vehículos van directos al RESAN una vez terminada la recolección de los RDSU.



Mapa 11: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Nabón.  
Elaborado por: Autores

### 3.11. Cantón San Fernando

El cantón San Fernando se ubica a una altitud media de 2665 m.s.n.m., limita al norte con el cantón Cuenca, al sur y este con el cantón Girón y al oeste con el cantón de Santa Isabel. Cuenta con una superficie aproximada de 140.51 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 4156 hab (GAD del cantón San Fernando, 2014; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.11.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU es de 0.96 ton, siendo 0.72 ton para la zona urbana y 0.24 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.34 kg/(hab\*día) y 0.32 kg/(hab\*día) respectivamente (Cobos et al., 2019).

La caracterización de RDSU del cantón presenta en mayor proporción los RDI con un 91%, mientras que los RO representan el 9%. Los RDI más destacables son los de tipo “materia inerte” con el 53%, y, el componente menos representativo es el tetrapack con 1% (Tabla 22).

Tabla 22: Caracterización de RDSU del cantón San Fernando

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		9
Inorgánico	Papel y cartón	7
	Metales	5
	Plástico blando	4
	Plástico rígido	4
	Caucho	3
	Materia inerte	53
	Vidrio	3
	Madera	2
	Textiles	3
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	6
	Tetrapack	1
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Cobos et al., 2019)

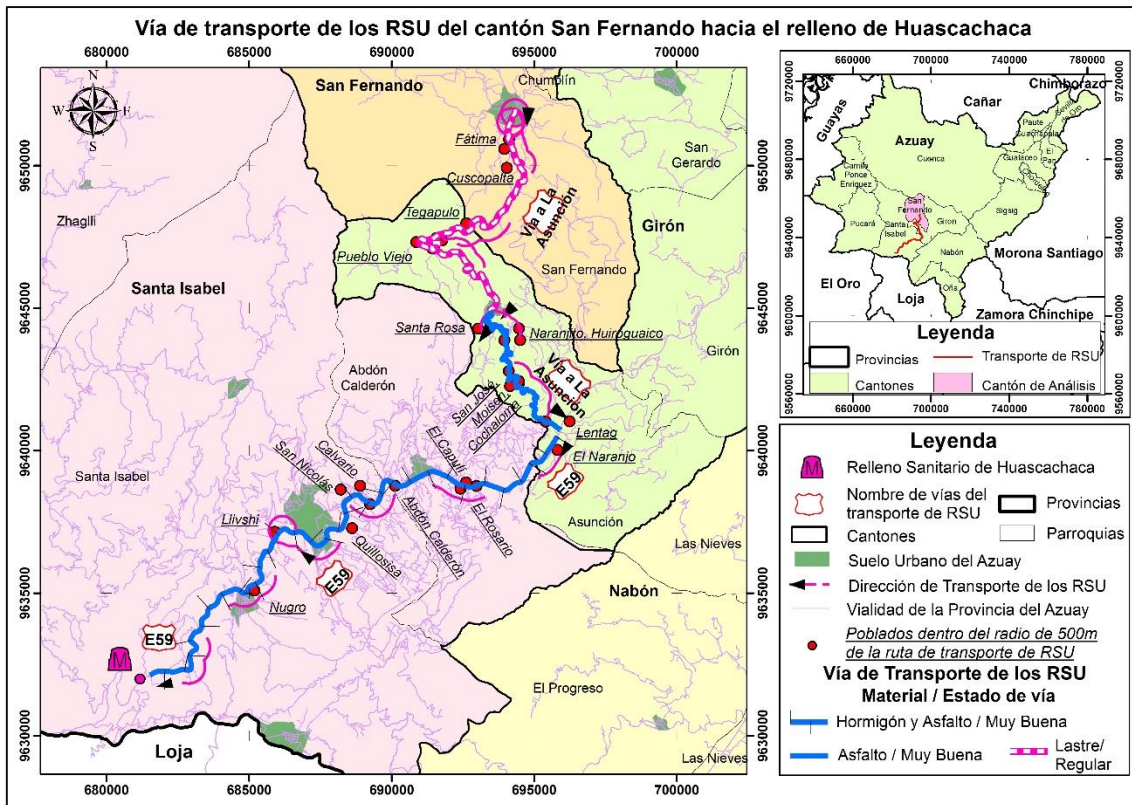
El cantón San Fernando no dispone de tecnologías, mecanismos o sistemas para el aprovechamiento de los RDSU que genera. Todos los residuos que generan se destinan al RESAN de Huascachaca. En este RESAN se cuenta con procesos para el tratamiento o aprovechamiento de los RSU descritos de forma más detalla en el cantón de Santa Isabel (3.12.1).

### 3.11.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU del cantón, lo realiza la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones EMMAICJEP, cuenta con una cobertura del 95% en la zona urbana y del 30% en la zona rural (Cobos et al., 2019).

Estos RDSU son transportados por la vía a la Asunción y sale a la vía Girón – Pasaje (E59) hacia el RESAN de Huascachaca con un recorrido aproximado de 44.6 km, de los cuales 13.9 km son vías de lastre en condiciones regulares, 8.34 km son vías de pavimento flexible en muy buenas condiciones y los kilómetros restantes son de hormigón y pavimento flexible en muy buenas condiciones (Mapa 12), tomando un tiempo promedio de 1h 30min, es decir una velocidad media de 30 km/h. La vía desde San Fernando a La Asunción posee un moderado número de curvas, mientras que, desde La Asunción hasta la ruta E59 posee alto número de curvas de tipo cerradas.

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un camión recolector con compactación, tiene una capacidad de 8 ton, marca Hino modelo 2012. La recolección es diferenciada. Los días lunes y viernes se recoge RO, y los miércoles y domingos los RI. El vehículo va directo al RESAN entre la 1 y 2 pm una vez terminada la recolección de los RDSU.



Mapa 12: Ruta del transporte de los RDSU del cantón San Fernando.  
Elaborado por: Autores

### 3.12. Cantón Santa Isabel

El cantón Santa Isabel se ubica a una altitud entre 700 y 4125 m.s.n.m., limita al norte con los cantones de Cuenca y San Fernando de la provincia del Azuay; al sur con los cantones Saraguro de la provincia de Loja y Nabón de la provincia del Azuay; al este con los cantones San Fernando, Girón y Nabón de la provincia del Azuay y al oeste con los cantones de Pucará y Camilo Ponce Enríquez de la provincia de Azuay. Cuenta con una superficie aproximada de 600.1 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 20935 hab (GAD del cantón Santa Isabel, 2016; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.12.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU es de 15.21 ton, siendo 9.06 ton para la zona urbana y 6.15 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.61 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

La caracterización de los RDSU realizada por la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones (2016), presenta en mayor proporción los RO con un 62%, mientras que los RDI representan el 38%. Los RDI más representativos son el plástico blando y papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con 15% y 9%, respectivamente, mientras que los componentes menos destacables son: el vidrio, meta, plástico rígido y tetrapack con un 2% para los 4 casos (Tabla 23).

Tabla 23: Caracterización de RDSU del cantón Santa Isabel

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		62
Inorgánico	Papel y cartón	3
	Metales	2
	Plástico blando	15
	Plástico rígido	2
	Vidrio	3
	Materia inerte (escombros)	2
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	9
	Tetrapack	2
<b>Total</b>		<b>100</b>

Fuente: (Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones, 2016)

En el cantón Santa Isabel se dispone de mecanismos para el aprovechamiento de los RSU en el RESAN mancomunado de Huasachaca manejado por la EMMAICJ – EP. En este relleno, se realiza procesos como: compostaje a partir de RO, clasificación de RIR y un tanque para tratamiento de lixiviados (Cobos et al., 2019).

El proceso para el tratamiento de los lixiviados es mediante recirculación en un tanque de 9 m<sup>3</sup>, cuyo caudal promedio es de 2 m<sup>3</sup>/h. En la planta de compostaje se realiza los procesos de: selección de los residuos orgánicos, formación de camellones, adición de agua, remoción, uso de ceolita para reducir los olores emanados, cernido, y finalmente ensacado para su comercialización. El compost se vende al público por un valor de \$5.00 dólares las 100 libras (Cobos et al., 2019).

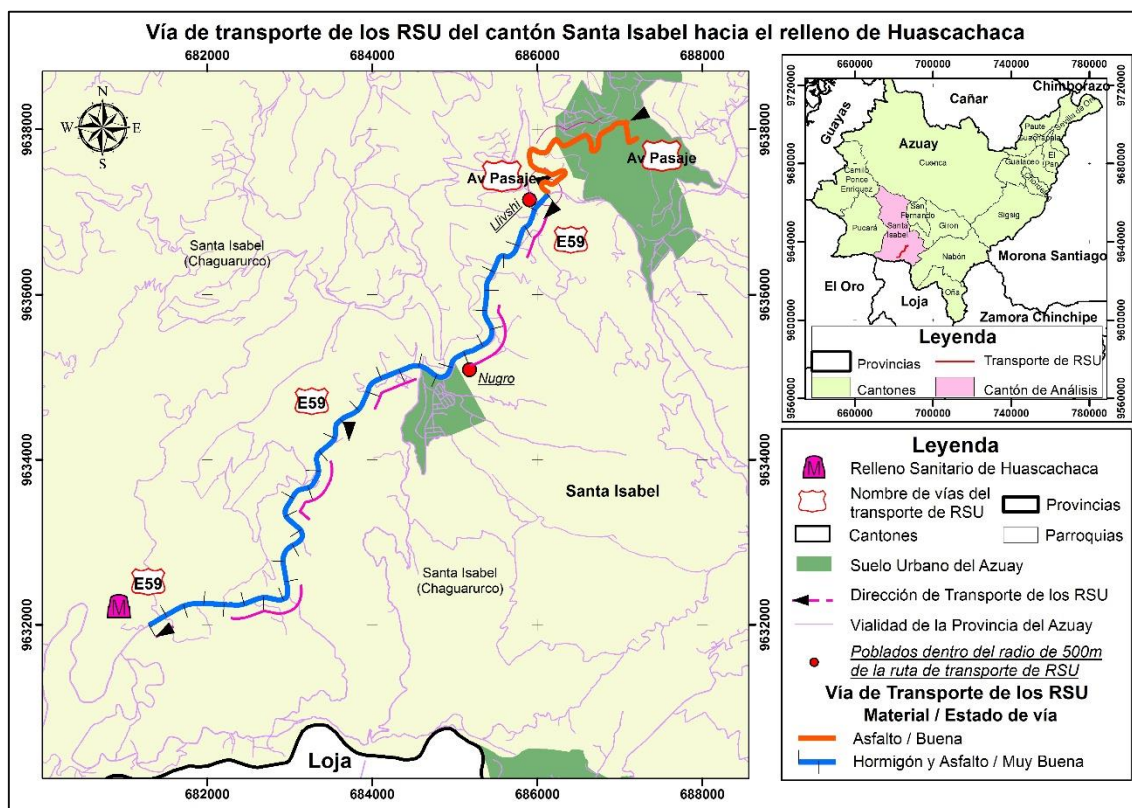
La disposición final utiliza un sistema de compactado y empacado en seco que cambia la modalidad de disposición final, y se realiza en el siguiente orden: compactación de los residuos en una prensa, enfardado y enzunchado de pacas, traslado y colocación de las pacas en la celda del relleno, y cobertura de pacas cada tres hileras colocadas.

Este proceso permite eliminar el uso de maquinaria pesada y reduce el volumen de material de cobertura, debido a que se colocan de tres a cuatro hileras de pacas de RDSU antes de cubrirlas. Estas pacas son enfardadas con material plástico aislando los residuos del contacto con agua y el aire disminuyendo así la producción de gases de efecto invernadero y la generación lixiviados. De acuerdo a las autoridades de la gestión ambiental, el costo por disposición final por ton de RDSU es de \$15 dólares

### 3.12.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU del cantón lo realiza la EMMAICJEP, cuenta con una cobertura del 85% en la zona urbana y del 79% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RSU son transportados por la Av. Pasaje, y sale a la vía E59 hacia el RESAN ubicado en el propio cantón con un recorrido aproximado de 12.08 km, de los cuales 3.22 km son de pavimento flexible en buenas condiciones, mientras que los kilómetros restantes son de hormigón y asfalto en muy buenas condiciones (Mapa 13), tomando un tiempo promedio de 25 min, es decir una velocidad media de 30 km/h.

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un camión recolector compactador, con una capacidad de 8 ton, marca Hino modelo 2005, y un camión de cajón abierto de 4 ton de capacidad, marca Hyundai, modelo 2008.



Mapa 13: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Santa Isabel.  
Elaborado por: Autores

### 3.13. Cantón Paute

El cantón Paute se ubica a una altitud entre los 2100 y 3753 m.s.n.m., con una media de 2289 m.s.n.m., limita al norte con el cantón Azogues de la provincia del Cañar; al este con los cantones Sevilla de Oro y Guachapala; al sur con el cantón Gualaceo y parte del cantón Cuenca y al oeste con los cantones de Cuenca y Azogues. Cuenta con una superficie aproximada de 267 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 29214 hab (GAD Municipal de Paute, 2015; GAD Parroquial de Guarainag, 2015; Jara & Loor, 2017; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.13.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU es de 10.38 ton, siendo 9.46 ton para la zona urbana y 0.92 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.57 kg/(hab\*día) y 0.47 kg/(hab\*día) respectivamente (Cobos et al., 2019).

La caracterización de los RDSU del cantón, realizada por Jerves (2013), presenta en mayor proporción los RO con un 62.02%, mientras que los RDI representan el 37.98%. Los RDI más destacables son el papel higiénico, pañales, toallas sanitarias con un 12.85% y el vidrio con un 5.36% (Tabla 24).

Tabla 24: Caracterización de RDSU del cantón Paute

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		62.02
Inorgánico	Papel y cartón	2.69
	Metales	1.95
	Plástico blando	4.88
	Plástico rígido	5.2
	Vidrio	5.36
	Textiles	2.12
	Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias	12.85
	Tetrapack	2.61
	Otros	0.32
<b>Total</b>		<b>100</b>

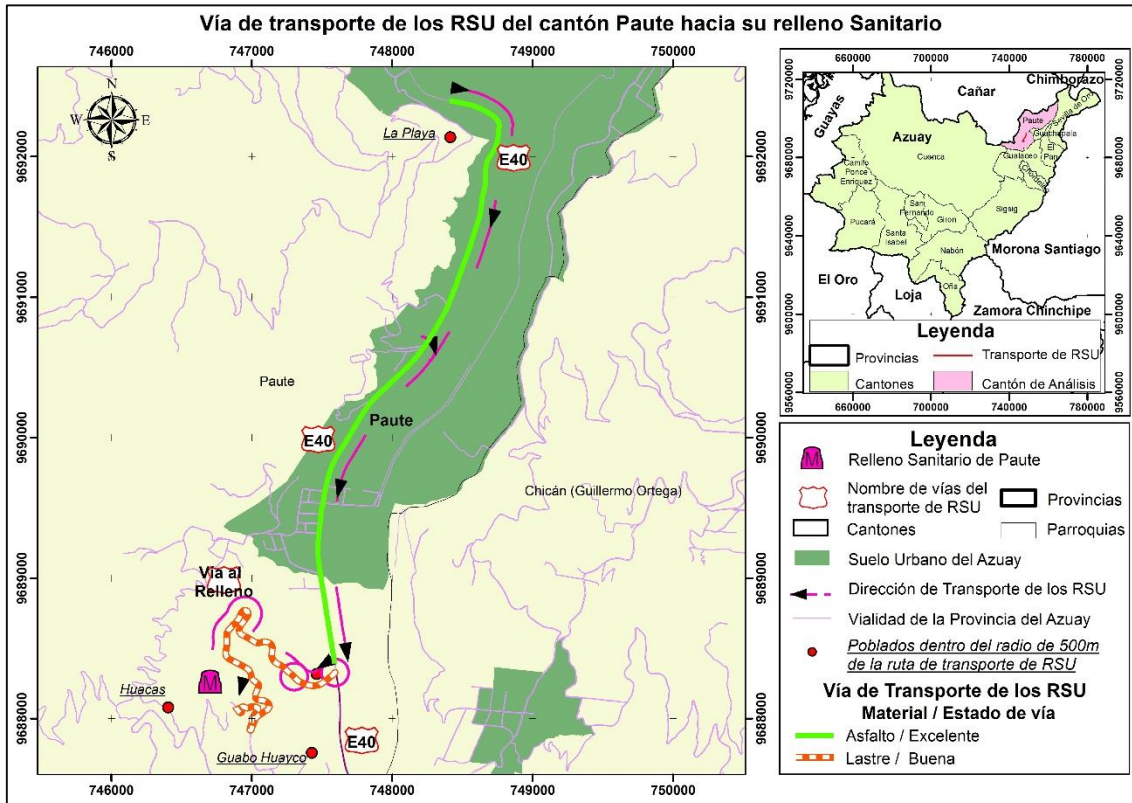
Fuente: (Jerves, 2013)

Actualmente en el cantón se trabaja en un proyecto de aprovechamiento de los RO para elaboración de compost, sin embargo, se encuentra en fase preliminar de planeamiento. Por consiguiente, el cantón Paute aún no registra mecanismos o tecnologías para el aprovechamiento de RSU generados, sin embargo, dispone de un relleno sanitario, cuyo costo por disposición final por ton de RDSU es de \$15.90 dólares (GAD Municipal del Cantón Paute, 2018).

### 3.13.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU del cantón Paute lo realiza el GAD del mismo cantón, cuenta con una cobertura del 82% en la zona urbana y del 27% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RDSU son transportados por la ruta E40 hacia el RESAN ubicado en propio cantón, pasando Zhumir, en el sector de San Ignacio, con un recorrido aproximado de 7.4 km, de los cuales 4.62 km son de pavimento flexible en excelentes condiciones y los 2.78 km son de lastre en buenas condiciones (Mapa 14).

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con 2 camiones recolectores con compactación, uno posee capacidad de carga de 8 ton, marca Wolgswagen modelo 2010, y el otro tiene una capacidad de carga de 6 ton, marca Hino, modelo 2013.



Mapa 14: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Paute.  
Elaborado por: Autores

### 3.14. Cantón Pucará

El cantón Pucará se ubica a una altitud de 3200 m.s.n.m., limita al norte con los cantones Santa Isabel y Camilo Ponce Enríquez, al este con el cantón Santa Isabel, al sur con los cantones de El Guabo, Pasaje y Zaruma de la provincia de El Oro y al oeste con los cantones de Pasaje y Camilo Ponce Enríquez. Cuenta con una superficie aproximada de 585.09 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 10584 hab (GAD Municipal de Pucará, 2014; Moreno, 2012; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.14.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU del cantón es de 3.28 ton, siendo 1.87 ton para la zona urbana y 1.41 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.51 kg/(hab\*día) y 0.44 kg/(hab\*día) respectivamente (Cobos et al., 2019).

La caracterización de RSU del cantón Pucará realizada por González (2012), presenta un 54% de RO y un 46% de RDI. Los RDI más destacables son los plásticos blandos con un 14%, y el componente menos representativo es el metal con un 3% (Tabla 25).

Tabla 25: Caracterización de RDSU del cantón Pucará

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		54
Inorgánico	Papel y cartón	11
	Metales	3
	Plástico blando	14
	Vidrio	4
	Otros	14
<b>Total</b>		<b>100</b>

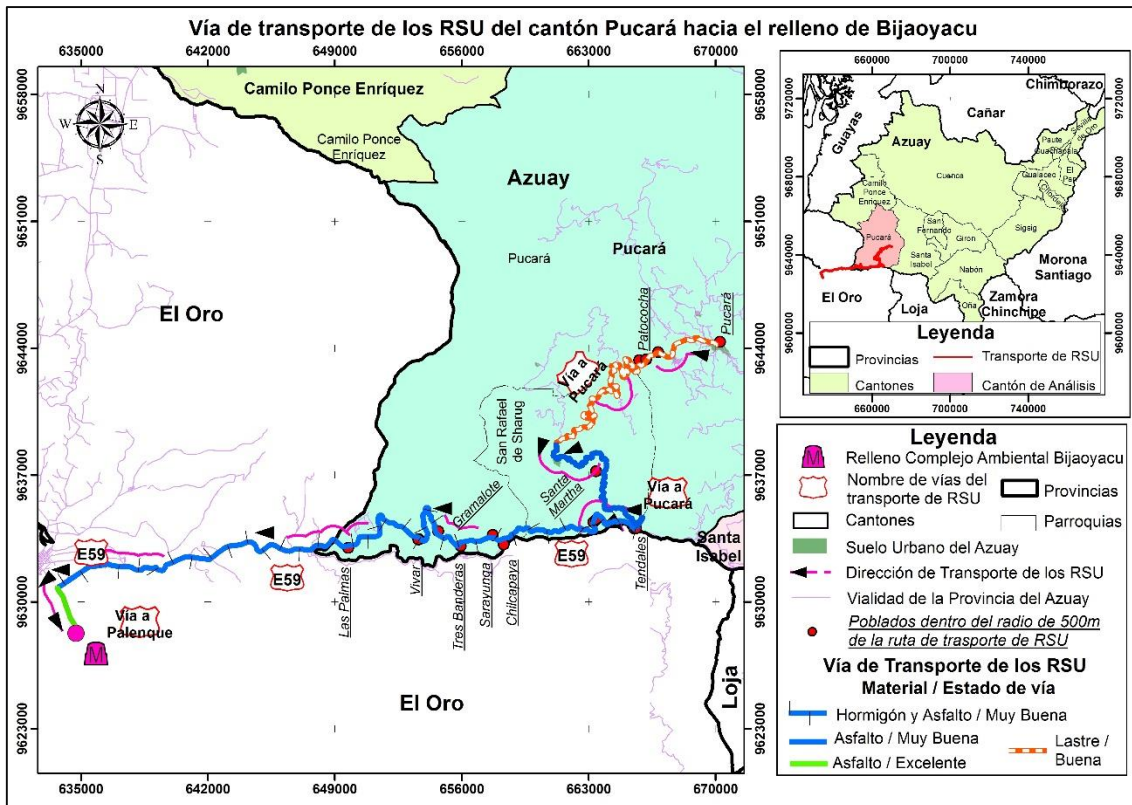
Fuente: (González, 2012)

El cantón Pucará no cuenta con sistemas o mecanismos de aprovechamiento de RSU, es decir, que el total de la generación de los RDSU se desplazan al RESAN de Bijaoyacu, ubicado en el cantón Pasaje, provincia de El Oro.

### 3.14.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD del propio cantón, cuenta con una cobertura del 100% en la zona urbana y del 35% en la zona rural (Cobos et al., 2019). Estos RDSU son transportados por la Vía a Pucará conformada por dos partes, una sección de lastre en buenas condiciones y otra de asfalto en muy buenas condiciones, con un recorrido de 21.38 km y 12.59 km respectivamente, posteriormente sale hacia la vía Girón – Pasaje (E59) donde recorre 41.74 km sobre hormigón y asfalto en muy buenas condiciones, finalmente entra por la Vía a Palenque 2.95 km sobre asfalto en excelentes condiciones hacia el RESAN en el Complejo Ambiental Bijaoyacu del cantón Pasaje ubicado en la provincia de El Oro. Se recorre en total una distancia de 78.66 km, empleando un tiempo medio de 2 horas, es decir una velocidad media entre 30 – 40 km/h (Mapa 15).

Para la recolección y transporte de RDSU, el cantón cuenta con un recolector tipo volqueta propiedad del GAD municipal con capacidad de 3 ton, marca Hino, y un camión contratado con capacidad de 6 m<sup>3</sup>, es decir, 1.5 ton.



Mapa 15: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Pucará.  
Elaborado por: Autores

### 3.15. Cantón Oña

El cantón Oña se ubica a una altitud media de 2400 m.s.n.m., limita al norte con el cantón Nabón, al sur y oeste con el cantón Saraguro de la provincia de Loja y al este con el cantón Yacuambi de la provincia de Zamora Chinchipe. Cuenta con una superficie aproximada de 309.70 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 4128 hab (GAD Municipal de Oña, 2014; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010).

#### 3.15.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de RDSU es de 0.85 ton, siendo 0.56 ton para la zona urbana y 0.29 ton en la zona rural, con una producción per cápita 0.48 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019). La composición de los RDSU que genera el cantón, cuenta con un porcentaje del 27% de RO. Los RDI representan el 73% y están conformados por: el cartón, papel, metales, vidrio y textiles, en un 73% (Tabla 26).

Tabla 26: Caracterización de RDSU del cantón Oña

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		27
Inorgánico	Cartón	73
	Papel	
	Metales	
	Vidrio	
	Textiles	

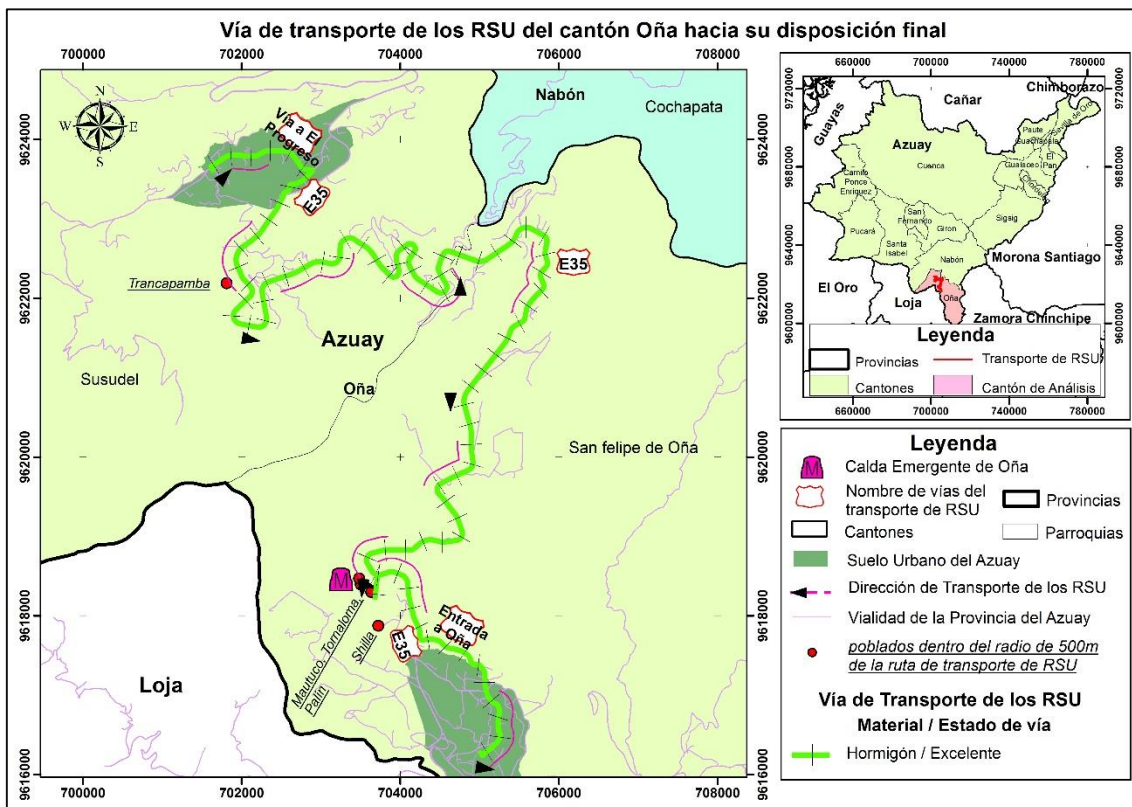
Fuente: (Cobos et al., 2019)

El cantón Oña no dispone de sistemas o mecanismos para el aprovechamiento de los RO Y RI, por lo tanto, el total de la generación de los RDSU se desplaza a un botadero propio (celda emergente) ubicado en su jurisdicción.

### 3.15.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD municipal del propio cantón, y, cuenta con una cobertura del 67% en la zona urbana y del 22% en la zona rural (Cobos et al., 2019).

En este cantón se ha tomado de referencia la parroquia de Susudel, ya que su distancia representa un valor más cercano a la realidad, con respecto a la parroquia de Oña. Recorre desde la Vía al Progreso o también conocida como la Santa Isabel – Susudel, y, sale a la vía E35 con un total de 16.72 km sobre vías de hormigón en excelentes condiciones. Desde Oña sale a la E35 con un total de 3.76 km hacia el sitio de disposición (Mapa 16). Para la recolección y transporte de RSU, el cantón cuenta con 1 camión recolector compactador, con una capacidad de 3 ton, marca Hyundai HD65 modelo 2011.



### 3.16. Cantón Camilo Ponce Enríquez

El cantón Camilo Ponce Enríquez se ubica a una altitud entre los 43 a 3680 m.s.n.m., limita al norte con los cantones Cuenca y Naranjal (provincia del Guayas), al sur con los cantones de El Guabo (provincia de El Oro) y Pucará, al este con los cantones Santa Isabel, Cuenca y Pucará, y al oeste con los cantones Guayaquil, Balao y Naranjal de la provincia del Guayas. Cuenta con una superficie aproximada de 639.53 km<sup>2</sup>, y con una población proyectada al año 2020 de 36423 hab (GAD Municipal del cantón Camilo Ponce Enríquez, 2018; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010) .

#### 3.16.1. Caracterización y aprovechamiento de RDSU

La producción diaria de los RDSU es de 17.59 ton, siendo 10.29 ton para la zona urbana y 7.3 ton en la zona rural, con una producción per cápita de 0.61 kg/(hab\*día) para ambos casos (Cobos et al., 2019).

Según Merchán & Pomavilla (2019), el cantón genera un 73% de RO y un 27% de RDI. De los RDI, el 16% son residuos reciclables o reutilizables, mientras que el 11% son residuos rechazables (Tabla 27).

Tabla 27: Caracterización de RDSU del cantón Camilo Ponce Enríquez

Tipo	Componentes	% en peso promedio
Orgánico		73
Inorgánico	Reciclable	16
	Rechazado	11

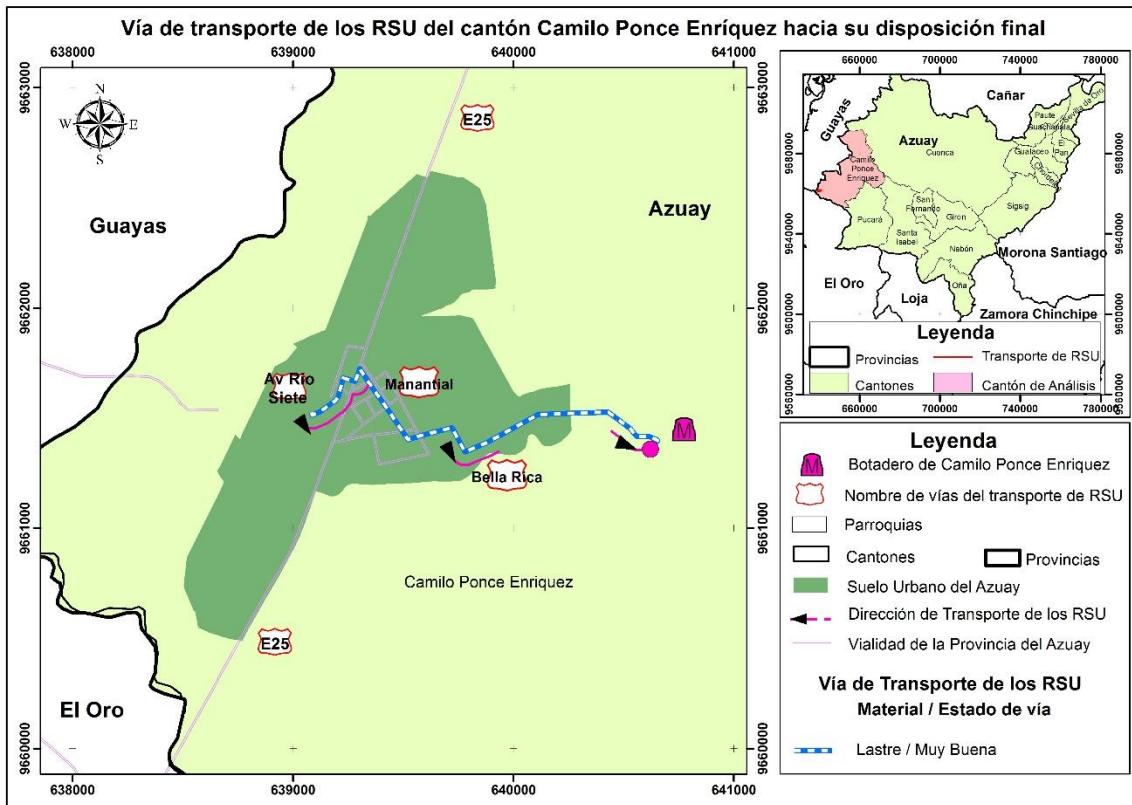
Fuente: (Merchán & Pomavilla, 2019)

El cantón Camilo Ponce Enríquez no cuenta con sistemas o mecanismos para el aprovechamiento de RSU, por lo tanto, el total de la generación de los RDSU se desplaza a un botadero propio ubicado dentro de su jurisdicción.

#### 3.16.2. Transporte de RDSU

El servicio de los RDSU lo realiza el GAD municipal del propio cantón, y, cuenta con una cobertura del 100% en la zona urbana y del 70% en la zona rural. Estos residuos son dispuestos en un botadero ubicado en el mismo cantón cuya extensión es de 1.5 ha (Cobos et al., 2019).

La vía que recorre para la disposición recorre un total aproximado de 2.1 km hacia la disposición final sobre vía de lastre en muy buenas condiciones (Mapa 17). Para la recolección y transporte de RDSU el cantón cuenta con 2 camión recolectores con compactación, ambos con capacidad de 8 ton, marca Hino GH modelo 2017. También cuenta con un camión abierto con capacidad de 2.5 ton, marca Chevrolet, modelo 2012.



Mapa 17: Ruta del transporte de los RDSU del cantón Camilo Ponce Enríquez.  
Elaborado por: Autores

### 3.17. Diagnóstico general de RDSU de la provincia del Azuay

La Tabla 28 y Tabla 29 presenta las caracterizaciones de los cantones de la provincia del Azuay, donde se visualiza de manera común los componentes con sus respectivos porcentajes en peso que tienen cada cantón. De estas caracterizaciones, se destaca que los cantones Cuenca, Nabón, Santa Isabel y Paute generan mayor proporción de RO (entre el 60-64%) en relación a los RDI, mientras que el cantón Oña genera un porcentaje de RDI de 73% con respecto a los RO.

En cuanto a la Tabla 30, se presenta de manera general la composición de RO y RDI, la generación per cápita diaria, la cobertura del servicio, la existencia de mecanismos de aprovechamiento de RSU, el lugar donde disponen sus RDSU y la distancia de cada ruta que le representa a cada cantón recorrer hacia los sitios de disposición final. La generación per cápita diaria de RDSU se destaca en el cantón Sevilla de Oro con un valor de 0.84 en la zona urbana, mientras que el cantón Girón presenta la menor, con un valor de 0.25 kg/hab\*día. En cuanto a la mayor producción de RDSU, se destaca el cantón Cuenca con 184.76 ton/día en la zona urbana, mientras que Oña es el menor generador con 0.56 ton. Otra variable a destacar es la distancia de recorrido de los vehículos recolectores de los cantones hacia los sitios de disposición final, en donde el cantón Nabón es el que mayor recorrido realiza, con 112.77 km hacia el relleno de Huascachaca ubicado en el cantón Santa Isabel, mientras que el cantón Camilo Ponce Enríquez presenta el menor recorrido (2.1 km) hacia un botadero propio (Mapa 18).

Tabla 28: Caracterizaciones de los cantones del Azuay

Caracterizaciones en porcentaje en peso (%) de RDSU de los cantones del Azuay									
Clase	Componentes	Cantones							
		Cuenca urbano	Cuenca rural	Gualaceo	Chordeleg	Guachapala	El Pan	Sígsig	Sevilla
Orgánico		61.22	60.67	58.7	56.6	48.99	42.41	56.62	37.67
Inorgánico	Papel y cartón	5.81	4.35	4.39	5.97	7.62	10.57	7.14	12.59
	Metales	1.14	0.98	0.54	1	1.85	0.99	1.09	2.01
	Plástico blando	7.57	9.31	11.64	5.37	5.65	4.69	5.88	11.56
	Plástico rígido	4.13	5.56	4.44	7.09	9.04	9.46	5.8	8.94
	Caucho	1.37	0.19	0.85		0.58	0.5	0.15	
	Materia inerte	1.21	1.1						
	Vidrio	2	1.8	2.38	4.07	2.08	3.72	1.48	2.48
	Madera	0.38	0.41	0.2	0.47	0.43	0.57	0.16	0.17
	Textiles	3.12	2.45		2.33	3.52	5.93	2.18	4.07
	Papel higiénico, pañales, toallas	10.67	11.6	10.23	16.17	17.62	19.28	18.87	15.86
	Tetrapack	0.36	0.62			0.73	0.71	0.18	
Otros	1.02	0.96	6.63	0.93	1.89	1.17	0.45	4.65	
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 29: Caracterizaciones de los cantones del Azuay

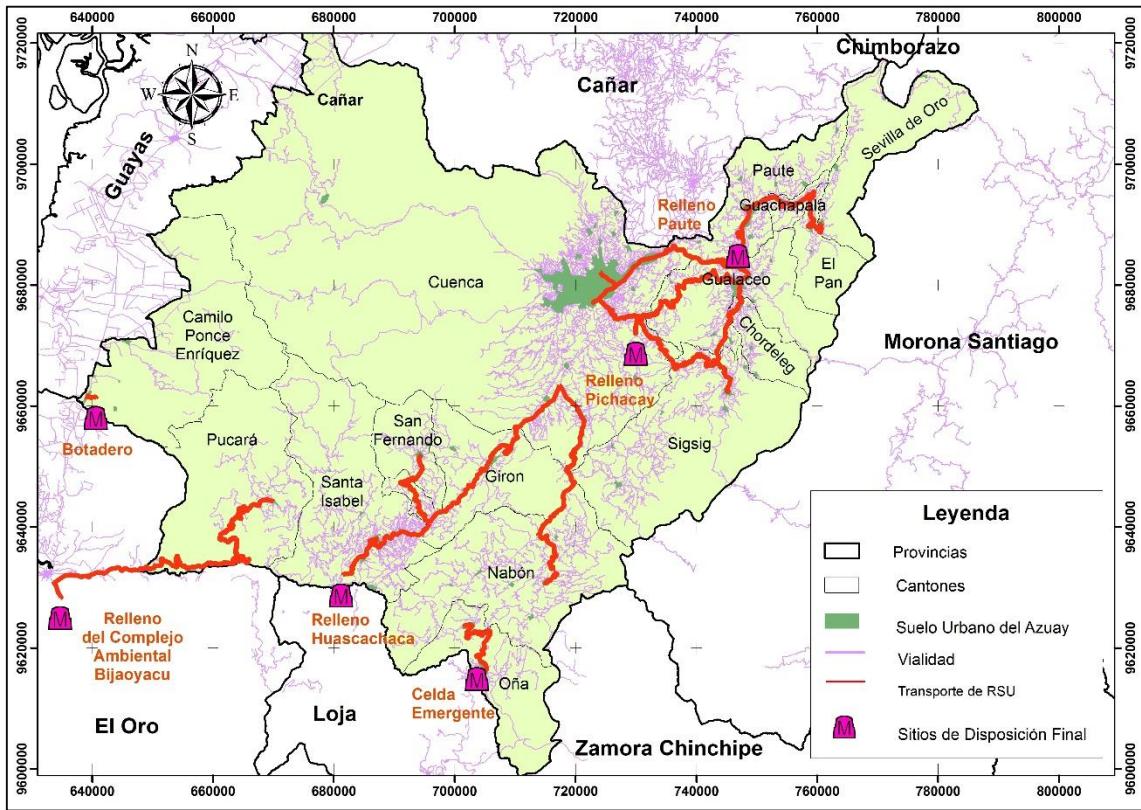
Caracterizaciones en porcentaje en peso (%) de RDSU de los cantones del Azuay									
Clase	Componentes	Cantones							
		Girón	Nabón	San Fernando	Santa Isabel	Paute	Pucará	Oña	Camilo Ponce Enríquez
Orgánico		57.1	63.64	9	62	62.02	54	27	73
Inorgánico	Papel y cartón	5.81	5.29	7	3	2.69	11	33.51	27
	Metales	1.02	0.28	5	2	1.95	3	11.6	
	Plástico blando	7.01	7.46	4	15	4.88	14		
	Plástico rígido	2.99	4.23	4	2	5.2			
	Caucho			3					
	Materia inerte	1	4.47	53	2				
	Vidrio	2.48	2.1	3	3	5.36	4	17.48	
	Madera	0.3	0.19	2					
	Textiles	1.83	3.56	3		2.12		10.41	
	Papel higiénico, pañales, toallas	9.88	7.29	6	9	12.85			
	Tetrapack	0.26	0.99	1	2	2.61			
Otros	10.32	0.5			0.32	14			
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 30: Diagnóstico general de los RDSU en la provincia del Azuay

N°	Cantón	Composición de los RDSU (%)		Producción (ton/diaria)		% de RDSU	Producción Percápita (Kg/(hab*día))		Cobertura (%)		Aprovecha	RESAN	Cantón de disposición	Distancia a disposición (km) R: Ruta
		RO	RI	Urbano	Rural		Urbana	Rural	Urbana	Rural				
1	Cuenca	64.39	35.91	184.76	60.5	64.05	0.56	0.42	100	82	-Compostaje - Reciclaje - Biogás	Pichacay	Cuenca	24.76
2	Girón	57.1	42.9	2.09	1.29	0.88	0.25	0.25	80	60	-Compostaje -Clasificación	Huascachaca	Santa Isabel	39.3
3	Gualaceo	58.7	41.3	18.8	9.62	7.42	0.67	0.67	98	50	No aplica	Pichacay	Cuenca	R1: 52; R2: 40 y R3: 49.2
4	Nabón	63.64	36.36	2.85	2.5	1.40	0.28	0.28	100	61	No aplica	Huascachaca	Santa Isabel	112.77
5	Paute	62.02	37.98	9.46	0.92	2.71	0.57	0.47	82	27	No aplica	RESAN	San Ignacio (Paute)	7.39
6	Pucará	54	46	1.87	1.41	0.86	0.51	0.44	100	35	No aplica	Bijaoyacu	Pasaje (El Oro)	78.66
7	San Fernando	63.64	36.36	0.72	0.24	0.25	0.34	0.32	95	30	No aplica	Huascachaca	Santa Isabel	44.6
8	Santa Isabel	62	38	9.06	6.15	3.97	0.61	0.61	85	79	-Compostaje -Clasificación	Huascachaca	Santa Isabel	12.08
9	Sígsig	56.62	43.38	16.84	14.43	8.17	0.69	0.69	95	90	No aplica	Pichacay	Cuenca	39.38
10	Oña	27	73	0.56	0.29	0.22	0.48	0.48	67	22	No aplica	Botadero	Oña	Susudel: 16.72 Oña: 3.76
11	Chordeleg	56.6	43.4	5.38	3.11	2.22	0.58	0.58	93	64	En proceso (mercado)	Pichacay	Cuenca	43.62
12	El Pan	42.41	57.59	1.18	0.98	0.56	0.45	0.45	95	85	No aplica	Pichacay	Cuenca	76.52
13	Sevilla de Oro	37.67	62.33	4.85	4.14	2.35	0.84	0.82	100	100	-Compostaje -Reciclar	Pichacay	Cuenca	83.9
14	Guachapala	48.99	51.01	1.24	0.1	0.35	0.5	0.1	100	90	-Reciclado informal	Pichacay	Cuenca	63.53
15	Camilo Ponce Enríquez	73	27	10.29	7.3	4.59	0.61	0.61	100	70	No aplica	Botadero	Camilo Ponce Enríquez	2.1

Elaborado por: Autores



Mapa 18: Rutas del transporte total de los RDSU de la provincia del Azuay

Elaborado por: Autores

## **CAPITULO IV**

### **4. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA PROVINCIA DEL AZUAY**

Para el transporte se analizó: rutas y tiempo de recorrido, tipos de vehículos, distancias y rendimientos, tipos y estado de vías de transporte; desde que se termina la recolección en cada cantón hacia la ET y PA, y de éstas hasta su disposición final en los RESAN.

Para el aprovechamiento de residuos, con la información del diagnóstico inicial sobre la caracterización de los residuos, se analizó tecnologías existentes a nivel de Latinoamérica como: separación mecánica, producción de compost, aprovechamiento mecánico - biológico, digestión anaerobia y aprovechamiento energético de biogás (Agencia de Residuos de Cataluña, 2016; Amigo, 2017; Linnenberg, 2015; Ormaza, 2015). Para la elección de las tecnologías óptimas se basó en un análisis económico-técnico-ambiental que se adapten al entorno local para determinar su viabilidad. De esta manera, se ayuda a reducir el volumen de RSU que se desplazan en los vehículos recolectores hacia los RESAN y a su vez aumenta la vida útil de este tipo de sistema de disposición final.

La ubicación de ET y PA deben considerarse de tal manera que no perjudique ni cause molestias a la comunidad y al medio ambiente, debe garantizar que su emplazamiento no sea complicado, con el objetivo de no incurrir en costos innecesariamente altos, sin perder de vista la calidad de la obra.

De acuerdo a Consoni (2000), el emplazamiento de infraestructuras como RESAN y similares como las ET y PA responde a tres etapas. La primera consiste en identificar las zonas potenciales en función de variables como geología, hidrología, geotecnia, uso y ocupación del suelo, entre otras y excluyendo todas aquellas zonas donde se prohíba el emplazamiento de infraestructuras que manejen RDSU. En la segunda etapa se identifica las áreas potenciales finales (como mínimo 3 sitios), en función de la etapa 1. y la etapa final consiste en realizar estudios de campo y verificar in situ los resultados de las etapas 1 y 2.

El análisis de la ubicación de estas infraestructuras en el presente trabajo se realiza mediante la metodología MCDA basado en SIG, que permite involucrar en el estudio una serie de variables a través de números en función del nivel de importancia que representa cada variable seleccionada. Las capas utilizadas en el estudio SIG para la elaboración de mapas, análisis y cálculos en el presente proyecto se presentan en la Tabla 31.

Tabla 31: Capas de información geográfica.

Fuente de obtención de información	Capas de información
Gobierno Provincial del Azuay	División por parroquias de la provincia del Azuay.
	División por cantones de la provincia del Azuay.
	Uso actual del suelo
	Tipo de Suelo (Geología)
	Hidrografía de la Provincia del Azuay
Empresa Eléctrica CENTROSUR	Vialidad de la provincia del Azuay.
	Centros poblados de la provincia del Azuay.
	Redes eléctricas aéreas de la Coordinación Zonal 6
Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	División por provincias de la República del Ecuador.
	Suelo Urbano de la provincia del Azuay.
	Disponibilidad de Servicios Básicos.
Ministerio del Ambiente (MAE)	Áreas protegidas de la provincia del Azuay.
Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC)	Yacimientos Arqueológicos
Ministerio de Educación	Centros Educativos
Ministerio de Salud	Centros de Salud
Elaborado por los autores	Rellenos sanitarios de la provincia del Azuay.
	Sitios turísticos de la provincia del Azuay (a partir de datos otorgados por el Ministerio de Turismo Coordinación zonal 6.
	Centros de gravedad de generación de residuos.
	Centros de gravedad generación per cápita diaria.
	Centros de gravedad de densidad poblacional.

Elaborado por: Autores

De manera preliminar para comenzar con el MCDA basado en SIG, es necesario establecer condiciones de partida para los RDSU, que serán de fundamental importancia para el estudio:

- Proyectar la población para un período de diseño de 25 años (año 2045).
- Proyectar el crecimiento de cobertura de recolección de RDSU para el período de diseño de 25 años.
- Trabajar los RDSU en función del área y la densidad poblacional en la provincia del Azuay.

Una de las variables más importantes para el emplazamiento de ET Y PA conjuntas, es definir por cada catón el centro de gravedad (CG) en tres ejes: densidad poblacional (Cdp), generación per cápita diaria (Cgpd) y cantidad de RSU generados (Ccrg).

#### **4.1. Proyección de la población y cobertura de recolección de los RSU en la provincia del Azuay**

Para la proyección poblacional de las parroquias de la provincia del Azuay, se toma como base de datos el censo de población y vivienda realizados por el INEC en el año 2010, a escala parroquial para obtener un resultado más objetivo y real (Tabla 32). Se utiliza los índices de crecimiento "r" (Tabla 33) para cada uno de los cantones de la provincia del Azuay, mientras que, para el crecimiento de cobertura se utiliza un factor

de 1.27 puntos porcentuales de crecimiento anual (Collazos & Duque, 1993; Muñoz & Solano, 2019).

Tabla 32: Población por parroquia año 2010

Cantón	Parroquia	Población	Cantón	Parroquia	Población	
Cuenca	Cuenca	332758	Gualaceo	Gualaceo	21643	
	Baños	17714		Daniel Córdova Toral	1899	
	Cumbe	6409		Jadán	4524	
	Chaucha	2160		Mariano Moreno	2813	
	Checa (Jidcay)	3603		Remigio Crespo Toral	1611	
	Chiquintad	5689		San Juan	5503	
	Llacao	6204		Zhidmad	2942	
	Molleturo	8029		Luis Cordero Vega	2227	
	Nulti	5186		Simón Bolívar	1325	
	Octavio Cordero Palacios	3133		Chordeleg	Chordeleg	6888
	Paccha	7329	Principal		1430	
	Quingeo	8312	La Unión		1995	
	Ricaurte	20224	Luis Galarza Orellana		1593	
	San Joaquín	8317	San Martín del Puzhio		1168	
	Santa Ana	6228	Sígsig		11335	
	Sayausí	9254	Sígsig	Cuchil	1850	
	Sidcay	4826		Gima	3048	
	Sinincay	16721		Guel	1510	
	Tarqui	11352		Ludo	3528	
	Turi	9826		San Bartolomé	4263	
Valle	25176	San José de Raranga		2513		
Victoria del portete	6113	Guachapala		Guachapala	3553	
El Pan	El Pan	1266		Paute	Paute	9984
	San Vicente	1913	Bulán		2306	
Sevilla de Oro	Sevilla de Oro	2326	Chicán		3777	
	Amaluza	1503	El Cabo		3453	
	Palmas	2301	Guarainag		979	
Girón	Girón	8632	San Cristóbal		2545	
	Asunción	3246	Tomebamba		1479	
	San Gerardo	1314	Dug - Dug		2036	
Nabón	Nabón	9702	San Fernando		San Fernando	3337
	Cochapata	3247	Chumblín		840	
	El Progreso	2187	Oña	Oña	2470	
	Las Nieves (Chayas)	1457	Susudel	Susudel	1262	
Pucará	Pucará	8445	Santa Isabel	Santa Isabel	11866	
	San Rafael de Sharug	2065		Abdón Calderón	4889	
Camilo Ponce Enríquez	Camilo Ponce Enríquez	17684			Zhaglli	2412
	El Carmen de Pijilí	4873				

Elaborado por: Autores en base a la información del (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

Tabla 33: Índices de crecimiento poblacional para la provincia del Azuay

Cantón	r	Cantón	r	Cantón	r
Cuenca	0.01763052	El Pan	-0.00459279	Santa Isabel	0.00703333
Gualaceo	0.00808614	Sevilla de Oro	0.00990509	Paute	0.00773738
Chordeleg	0.01312057	Girón	-0.00297086	Pucará	-0.0090509
Guachapala	0.00648446	Nabón	0.00233997	Oña	0.00830115
Sígsig	0.00662551	San Fernando	-0.0022901	Camilo Ponce Enríquez	0.04612434

Elaborado por: Autores en base a información obtenida de (Cobos et al., 2017)

Aplicando los índices “r” se proyecta la población por año hasta el 2045 para cada parroquia de los cantones del Azuay mediante la ecuación, Ec. 6 (Anexos – Sección A – Tablas 112 a la 126). Los resultados de estas proyecciones se aprecian en la Tablas 34 y 35.

$$P_o = P_i * e^{r(A_o - A_i)} \quad \text{Ec. 6}$$

- Po = Población a año proyectado  
 Pi = Población a año inicial (2010)  
 r = índice de crecimiento anual poblacional.  
 Ao = Año proyectado  
 Ai = Año inicial (2010)

Tabla 34: Población por parroquia proyectada al año 2045

Cantón	Parroquia	Población	Cantón	Parroquia	Población
Cuenca	Cuenca	616762	Gualaceo	Gualaceo	28723
	Baños	32833		Daniel Córdova Toral	2520
	Cumbe	11879		Jadán	6004
	Chaucha	4004		Mariano Moreno	3733
	Checa (Jidcay)	6678		Remigio Crespo Toral	2138
	Chiquintad	10544		San Juan	7303
	Llacao	11499		Zhidmad	3904
	Molleturo	14882		Luis Cordero Vega	2956
	Nulti	9612		Simón Bolívar	1758
	Octavio Cordero Palacios	5807		Chordeleg	Chordeleg
	Paccha	13584	Principal		2263
	Quingeo	15406	La Unión		3158
	Ricaurte	37485	Luis Galarza Orellana		2521
	San Joaquín	15415	San Martín del Puzhio		1849
	Santa Ana	11544	Sígsig	Sígsig	14293
	Sayausí	17152		Cuchil	2333
	Sidcay	8945		Gima	3843
	Sinincay	30992		Guel	1904
	Tarqui	21041		Ludo	4449
	Turi	18212		San Bartolomé	5376
	Valle	46663		San José de Raranga	3169
	Victoria del portete	11330		Guachapala	Guachapala

Elaborado por: Autores, en base a datos del INEC 2010

Tabla 35: Población por parroquia proyectada al año 2045

Cantón	Parroquia	Población	Cantón	Parroquia	Población	
El Pan	El Pan	1078	Paute	Paute	13089	
	San Vicente	1629		Bulán	3023	
Sevilla de Oro	Sevilla de Oro	3290		Chicán	4952	
	Amaluza	2126		El Cabo	4527	
	Palmas	3254		Guarainag	1283	
Girón	Girón	7780		San Cristóbal	3337	
	Asunción	2925		Tomebamba	1939	
	San Gerardo	1184		Dug - Dug	2669	
Nabón	Nabón	10530		San Fernando	San Fernando	3080
	Cochapata	3524			Chumblín	775
	El Progreso	2374	Oña	Oña	3303	
	Las Nieves (Chayas)	1581		Susudel	1687	
Pucará	Pucará	8130	Santa Isabel	Santa Isabel	15178	
	San Rafael de Sharug	1988		Abdón Calderón	6254	
Camilo Ponce Enríquez	Camilo Ponce Enríquez	88856			Zhaglli	3085
	El Carmen de Pijilí	24485				

Elaborado por: Autores, en base a datos del INEC 2010

Para la proyección de cobertura de RDSU en la provincia del Azuay, se utiliza los datos actualizados del año 2018, obtenidos por Cobos et al. (2019). Estos datos se proyectan utilizando un índice de crecimiento anual del 1.27 puntos porcentuales hasta el año 2045 (Tabla 36).

Tabla 36: Proyección de cobertura en los cantones del Azuay al año 2045

Coberturas	Cobertura 2018		Cobertura 2045	
	Zona		Zona	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Cuenca	100	82	100	100
Gualaceo	98	50	100	68,9
Chordeleg	93	64	100	82,9
Guachapala	100	90	100	100
Sígsig	95	90	100	100
El Pan	95	85	100	100
Sevilla	100	100	100	100
Girón	80	60	98,9	78,9
Nabón	100	61	100	79,9
San Fernando	95	30	100	48,9
Santa Isabel	85	79	100	98
Paute	82	27	100	45,9
Pucará	100	35	100	53,9
Oña	67	22	85,9	40,9
Camilo Ponce Enríquez	100	70	100	88,9

Elaborado por: Autores, en base a datos del INEC 2010

## 4.2. Obtención de centros de gravedad (CG)

El centro de gravedad (CG) permite la ubicación de un punto mediante coordenadas geográficas según las variables a analizar. Esto implica la definición de zonas y el cálculo de su superficie con sus coordenadas centrales en un sistema cartesiano, para después determinar los momentos a cada una de las zonas o sectores. Los momentos resultantes divididos entre la superficie total de la mancha urbana, serán las coordenadas del centro de gravedad de toda la región considerada (Ilustración 13). El objetivo principal de los CG es ubicar las infraestructuras lo más cerca posible de las zonas de mayor generación de RDSU, para disminuir los recorridos hacia las ET y PA, y de éstas a los sitios de disposición final (Sánchez & Estrada, 1996).

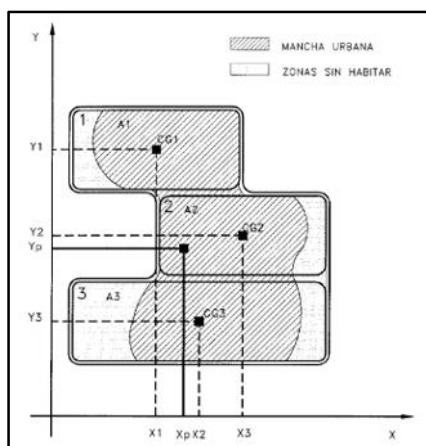


Ilustración 13. Centro de gravedad geográfico por el método de momentos.  
Fuente: (Sánchez & Estrada, 1996)

Con los resultados de las proyecciones poblacionales y de cobertura mostradas en las Tablas 34, 35 y 36, se obtienen los CG que se requieren para el estudio ( $C_{dp}$ ,  $C_{gpd}$ ,  $C_{crg}$ ), identificando las zonas donde se produce generación de RSU y los lugares donde se concentre la población generadora, y las densidades poblacionales ( $D_{pob}$ ) de cada parroquia.

Dado que las áreas de las parroquias de cada cantón necesitan ser identificadas con alta precisión, se utilizó el software de plataforma SIG (Arcgis). Para ello, se divide en celdas de  $1 \text{ km}^2$  a la provincia del Azuay mediante una malla reticular, haciendo uso de la herramienta "Create Fishnet". Al intersectar esta malla con los límites parroquiales, cada área de celda de la malla permanece con la información de la parroquia a la que pertenece (Mapa 19).

Posteriormente, para cada celda de la malla se obtiene su centroide con sus respectivas coordenadas. El producto de las coordenadas con los elementos que corresponden a cada variable (poblacional, generación de residuos, cantidad de residuos), permiten la obtención de los CG.

Para el cálculo de los centros de gravedad (CG), se utiliza las ecuaciones 7 y 8.

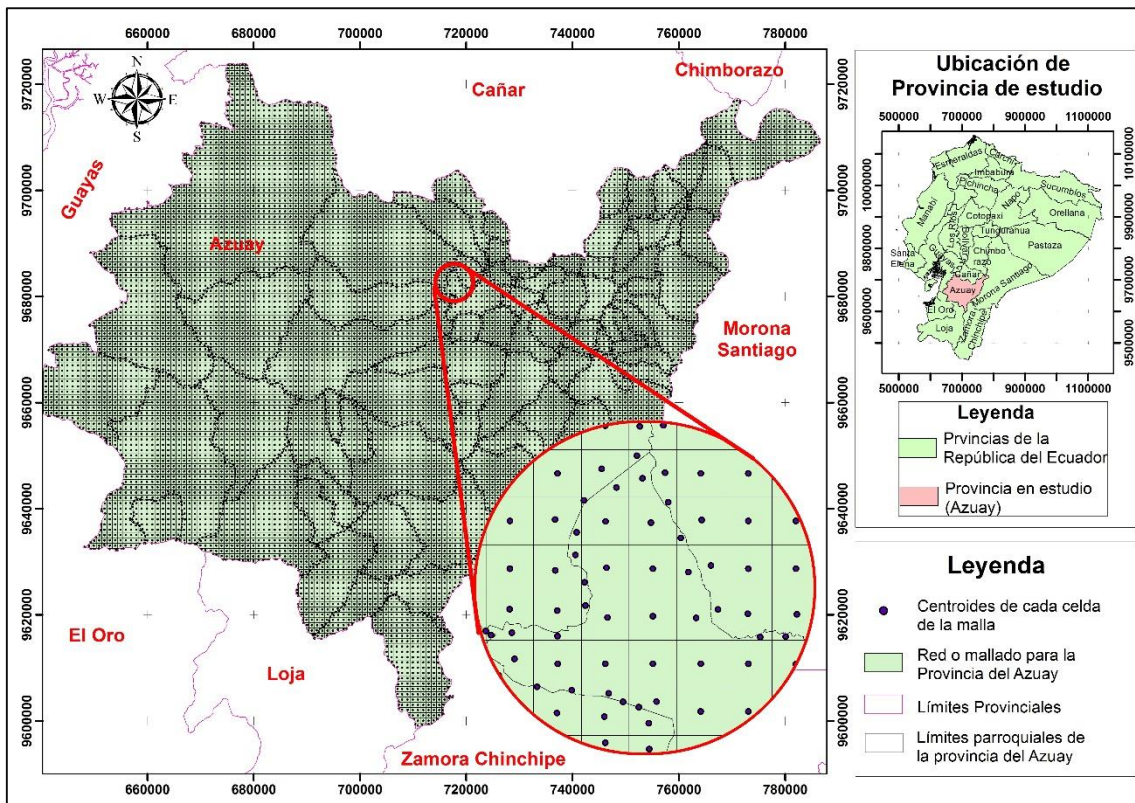
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ac_i * V_i * Ca_{xi})}{\sum_{i=1}^n (Ac_i * V_i)} \quad (\text{Ec. 7})$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ac_i * V_i * Ca_{yi})}{\sum_{i=1}^n (Ac_i * V_i)} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

- $\bar{x}$  &  $\bar{y}$  = Coordenadas del centro de gravedad calculado.
- $Ac_i$  = Área de celda de la malla en  $\text{km}^2$  ( $\leq 1 \text{ km}^2$ ).
- $V_i$  = Variable de ajuste geográfico según las condiciones que se van a analizar (Cdp, Cgpd, Ccrg)
- $Ca_{xi}$  = Coordenada en "X" del centroide de la celda de la malla.
- $Ca_{yi}$  = Coordenada en "Y" del centroide de la celda de la malla.

En los apartados 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3, las Tablas 37, 40 y 42, respectivamente, utilizadas para obtener los diferentes CG, son solo extractos de la totalidad, debido a que el área de la celda de la malla al tener  $1 \text{ km}^2$  o menos, generan una considerable cantidad de filas (10741).



Mapa 19: Mallado y centroides de malla para la provincia del Azuay.

Elaborado por: Autores

#### 4.2.1. Centro de gravedad en función de la densidad poblacional (Cdp)

Para obtener el Cdp se hace uso de los Anexos – Sección A – Tablas 112 a la 126. Estas tablas presentan las densidades de cada una de las parroquias de los cantones de la provincia del Azuay en el año 2045. Aplicando las ecuaciones 7 y 8, se procede a realizar los cálculos respectivos con las variables de la Tabla 37, cuya variable de ajuste geográfico ( $V_i$ ) es la densidad poblacional parroquial en el año 2045 ( $D_n$ ). El procedimiento para la obtención de los CG, se adopta para cada cantón de la provincia del Azuay, y sus extractos se presentan en los Anexos – Sección B – Tablas 127 a la 140. De estos procedimientos, se obtiene un total de 15 Cdp, uno por cada cantón, cuyas coordenadas geográficas UTM-WGS84 zona 17S, se presentan en la Tabla 38.

Tabla 37: Procedimiento utilizado en la obtención del centro de gravedad poblacional

Cantón	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay	
Cuenca	Cuenca	0.07	8145	717066.07	9675465.26	555.85	398582807	5378129375	
	Cuenca	0.06	8145	717731.329	9675442.24	513.26	368381877	4966005282	
	Cuenca	0.15	8145	716270.455	9676269.34	1189.4	851930428	1.1509E+10	
	↓								
	Victoria del Portete	0.01	56	714467.546	9666554.787	0.65	467378.67	6323508.36	
	Victoria del Portete	0.07	56	716169.519	9666595.292	3.71	2656981.78	35862972.18	
	Victoria del Portete	0.05	56	716524.774	9666646.579	2.67	1912961.31	25807790.01	
	<b>Total (Σ)</b>						971880.9	700109873330.2	9407638197233.24
	<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Cuenca</b>							720365.93	9679826.42

$$hcax = Ac * Vi * Ca_x \quad hcay = Ac * Vi * Ca_y$$

Elaborado por: Autores

Tabla 38: Cdp finales de los cantones de la provincia del Azuay

id	Cantón	x_coord	y_coord
1	Cuenca	720365.931	9679826.42
2	Gualaceo	744898.433	9678284.88
3	Chordeleg	749441.714	9672481.73
4	Guachapala	755543.891	9693219.51
5	Sígsig	741504.338	9658581.84
6	El Pan	760202.408	9686521.9
7	Sevilla de Oro	767789.621	9699298.75
8	Girón	703915.233	9647652.65
9	Nabón	712973.35	9633141.02
10	San Fernando	692576.395	9653763.74
11	Santa Isabel	684439.505	9640523.62
12	Paute	747944.696	9692087.29
13	Pucará	663494.308	9646248.45
14	Oña	706722.997	9615031.96
15	Camilo Ponce Enríquez	651846.999	9665660.71

Elaborado por: Autores

#### 4.2.2. Centros de gravedad en función de la generación per cápita diaria (Cgpd)

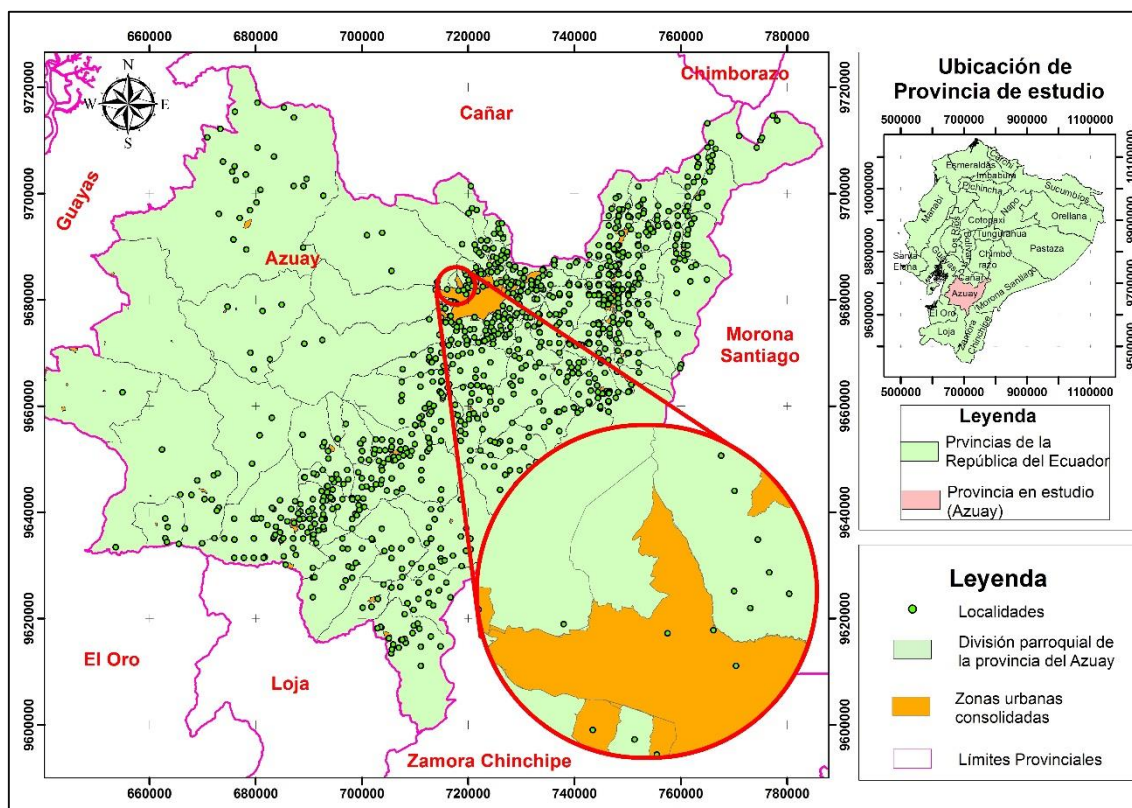
El Cgpd hace uso de los valores de generación per cápita diaria (gpd) proyectada al año 2045 para cada cantón (Tabla 39). Para estas proyecciones, se tomó un valor de crecimiento anual del 0.7% según Collazos & Duque (1993).

Tabla 39: Generación percápita diaria proyectada de la provincia del Azuay

Generación percápita	Gpd 2018		Gpd 2045	
	Zona		Zona	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Cuenca	0.56	0.42	0.676	0.507
Gualaceo	0.67	0.67	0.809	0.809
Chordeleg	0.58	0.58	0.700	0.700
Guachapala	0.50	0.1	0.604	0.121
Sígsig	0.69	0.69	0.833	0.833
El Pan	0.45	0.45	0.543	0.543
Sevilla	0.84	0.82	1.014	0.989
Girón	0.25	0.25	0.302	0.302
Nabón	0.28	0.28	0.338	0.338
San Fernando	0.34	0.32	0.411	0.386
Santa Isabel	0.61	0.61	0.736	0.736
Paute	0.57	0.47	0.688	0.567
Pucará	0.51	0.44	0.616	0.531
Oña	0.48	0.48	0.579	0.579
Camilo Ponce Enríquez	0.61	0.61	0.736	0.736

Elaborado por: Autores en base a datos del INEC 2010

En el presente apartado es importante identificar las zonas que generan RDSU, es decir zonas habitadas. Para ello, se hace uso de la capa geográfica de los centros poblados de la provincia del Azuay (Mapa 20).



Mapa 20: Identificación de localidades y zonas pobladas en el Azuay.

Elaborado por: Autores en base a información otorgada por la empresa CENTROSUR.

Identificadas las zonas pobladas, se aplica las ecuaciones 7 y 8, con las variables de la Tabla 40, cuya variable de ajuste geográfico ( $V_i$ ) es la gpd en el año 2045 (Tabla 39). El procedimiento para la obtención de los CG, se adopta para cada cantón de la provincia del Azuay, y sus extractos se presentan en los Anexos – Sección B – Tablas 141 a la 154. De estos procedimientos, se obtiene un total de 15 Cgpd, uno por cada cantón, cuyas coordenadas geográficas UTM-WGS84 zona 17S, se presentan en la Tabla 41.

Tabla 40: Procedimiento para la obtención del centro de gravedad por generación per cápita

Cantón	Parroquia	Ca_x	Ca_y	Ac	Vi	Ac * Vi	Pcax	Pcay	
Cuenca	Baños	709876.74	9670061.70	0.93	0.51	0.47	334927.3774	4562437.673	
	Baños	708901.57	9671031.60	1.00	0.51	0.51	359413.0984	4903213.025	
	↓								
	Cuenca		717603.34	9680120.32	0.00	0.68	0.00	791.8299621	10681.40127
	San Joaquín		717603.34	9680120.32	0.00	0.68	0.00	791.8299621	10681.40127
	<b>Total</b>						301.26	214901257.58	2916180508.79
<b>Centro de gravedad por generación per cápita del cantón Cuenca</b>							713345.1851	9679996.052	
$Pcax = Ac * Vi * Ca_x$						$Pcay = Ac * Vi * Ca_y$			

Elaborado por: Autores

Tabla 41: Cgpd finales de los cantones de la provincia del Azuay

id	Cantón	x_coord	y_coord
1	Cuenca	713345.185	9679996.052
2	Gualaceo	743832.202	9677384.549
3	Chordeleg	748659.170	9672369.006
4	Guachapala	754903.228	9693501.742
5	Sígsig	736458.010	9657275.700
6	El Pan	760632.651	9686546.733
7	Sevilla de Oro	766232.760	9702551.977
8	Girón	702725.584	9648058.994
9	Nabón	709163.501	9630862.191
10	San Fernando	695070.383	9651654.875
11	Santa Isabel	684411.674	9641494.549
12	Paute	747971.245	9691694.562
13	Pucará	665781.348	9640830.785
14	Oña	706210.544	9618656.725
15	Camilo Ponce Enríquez	651535.509	9668736.998

Elaborado por: Autores

#### 4.2.3. Centros de gravedad en función de la cantidad de RDSU generados (Ccrg)

Para obtener el Ccrg se hace uso de las ecuaciones 7 y 8, con las variables de la Tabla 42, cuya variable de ajuste geográfico ( $V_i$ ) es el producto de las densidades poblacionales ( $D_n$ ) de cada una de las parroquias de los cantones de la provincia del Azuay en el año 2045 (Anexos – Sección A – Tablas 112 a la 126) por las coberturas ( $C_b$ ) del servicio de recolección de RSU respectivas (Tabla 36), y por las gpd. El procedimiento para la obtención de los CG, se adopta para cada cantón de la provincia del Azuay, y sus extractos se presentan en los Anexos – Sección B – Tablas 155 a la 168. De estos procedimientos, se obtiene un total de 15 Cgpd, uno por cada cantón, cuyas coordenadas geográficas UTM-WGS84 zona 17S, se presentan en la Tabla 43.

Tabla 42: Procedimiento para la obtención del centro de gravedad por cantidad de RDSU generados

Cantón	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy		
Cuenca	Cuenca	0.07	8145.3	717066.07	9675465.26	100	100	556	375.77	269451901.466		
	Cuenca	0.06	8145.3	717731.33	9675442.24	100	100	513	346.98	249035321.103		
↓												
	Victoria del Portete	0.07	55.8	716169.52	9666595.29	84.54	0.507	1.58	1134762.435	15316609.993		
	Victoria del Portete	0.05	55.8	716524.77	9666646.58	84.54	0.507	1.14	817000.949	11022172.184		
<b>Total</b>								569268.63	410364067487	5510548786286		
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Cuenca</b>									720861.896	9680049.888		
			$Vi = (Dn * Cb * gpd)$				$Rsx = Ac * Vi * Ca_x$				$Rsy = Ac * Vi * Ca_y$	

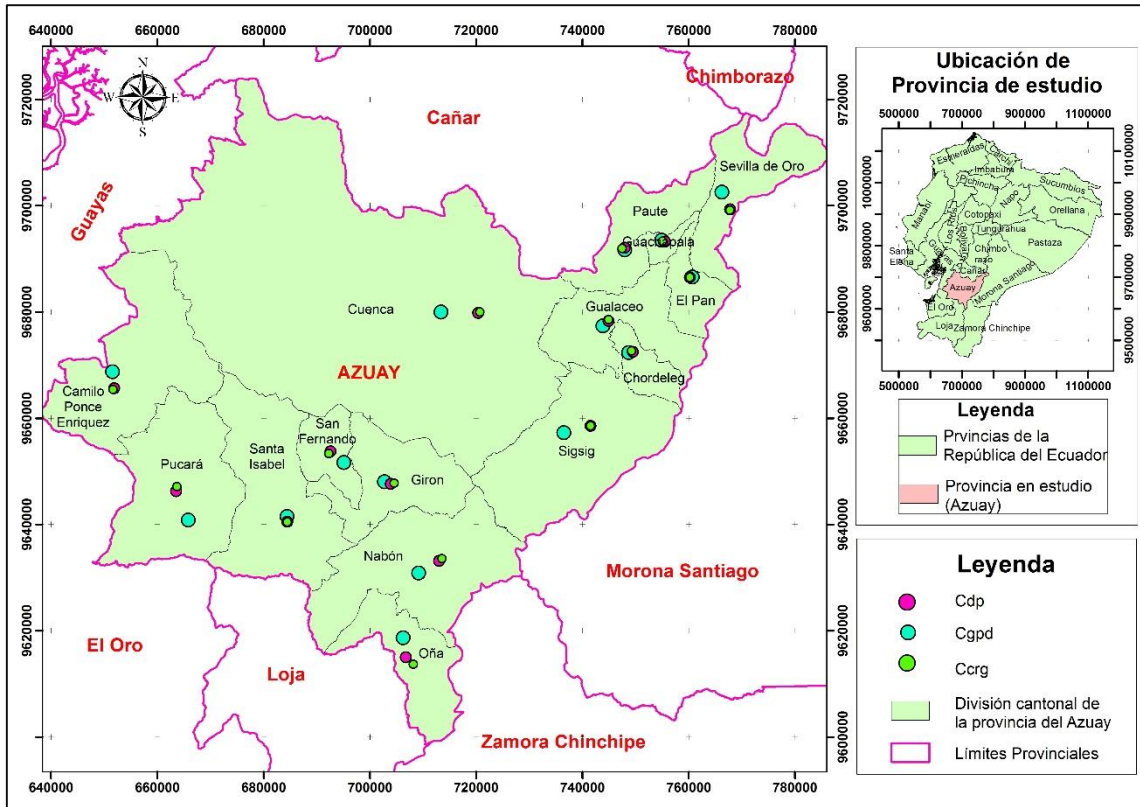
Elaborado por: Autores

Tabla 43: Ccrg finales de los cantones de la provincia del Azuay

Id	Cantón	x_coord	y_coord
1	Cuenca	720685.54	9679973
2	Gualaceo	744867.65	9678560
3	Chordeleg	749219.06	9672698
4	Guachapala	755020.89	9693333
5	Sígsig	741498.74	9658575
6	El Pan	760203.48	9686516
7	Sevilla de Oro	767717.82	9699179
8	Girón	704526.37	9647769
9	Nabón	713545.21	9633587
10	San Fernando	692264.24	9653359
11	Santa Isabel	684422.4	9640463
12	Paute	747461.69	9691975
13	Pucará	663637.92	9647155
14	Oña	708161.29	9613696
15	Camilo Ponce Enríquez	651646.26	9665399

Elaborado por: Autores

Con todos los CG obtenidos en los apartados 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3, se identifican tres puntos geográficos por cada cantón, que representan a “Cdp”, “Cgpd” y “Ccrg” (Mapa 21). Con estos tres puntos se obtiene un centro geométrico para cada cantón, cuyas coordenadas geográficas UTM-WGS84 zona 17S, se presentan en la Tabla 44 y se ubican en el Mapa 22.

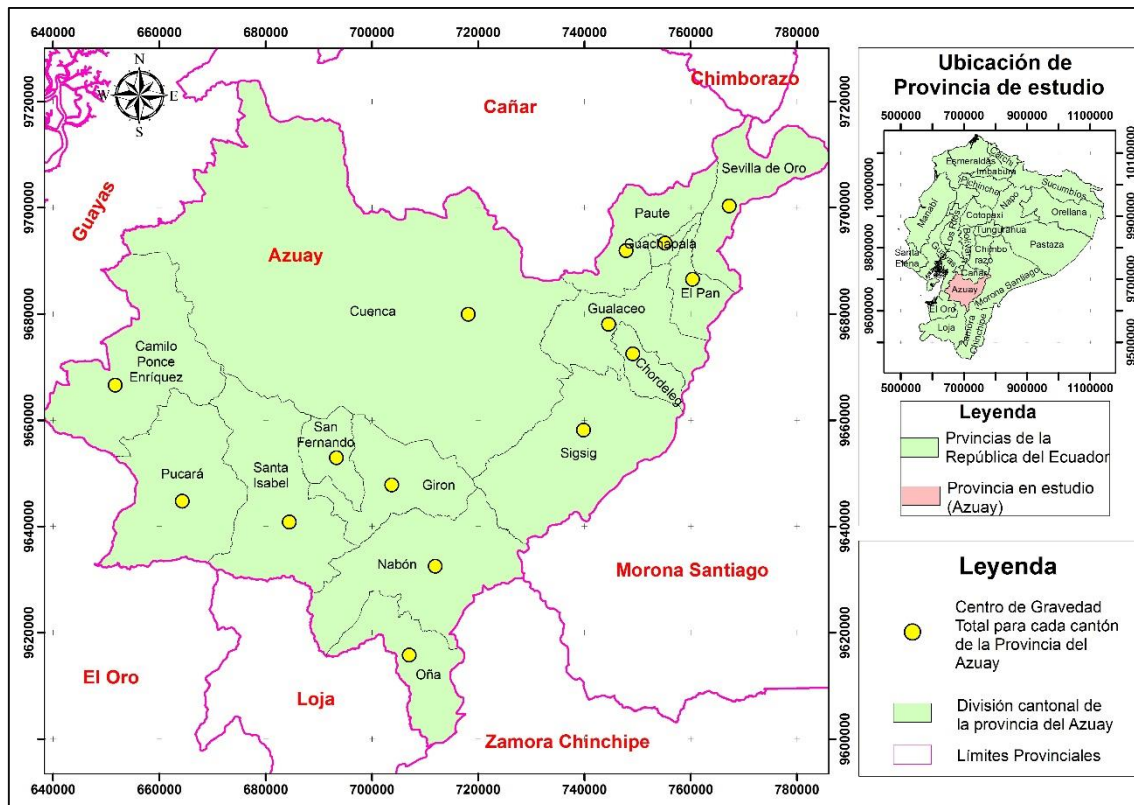


Mapa 21: CG (Cdp, Cgpd, Ccrg) por cantón de la provincia del Azuay  
Elaborado por: Autores

Tabla 44: Centros de gravedad finales para el análisis.

id	Cantón	x_coord	y_coord
1	Cuenca	718132.219	9679931.898
2	Gualaceo	744532.762	9678076.4
3	Chordeleg	749106.647	9672516.118
4	Guachapala	755156.003	9693351.358
5	Sígsig	739820.362	9658144.26
6	El Pan	760346.178	9686528.368
7	Sevilla de Oro	767246.735	9700343.388
8	Girón	703722.397	9647826.98
9	Nabón	711894.019	9632530.184
10	San Fernando	693303.673	9652925.966
11	Santa Isabel	684424.525	9640827.049
12	Paute	747792.542	9691918.791
13	Pucará	664304.523	9644744.663
14	Oña	707031.61	9615794.773
15	Camilo Ponce Enríquez	651676.257	9666599.015

Elaborado por: Autores



Mapa 22: CG total, para cada cantón de la provincia del Azuay  
Elaborado por: Autores

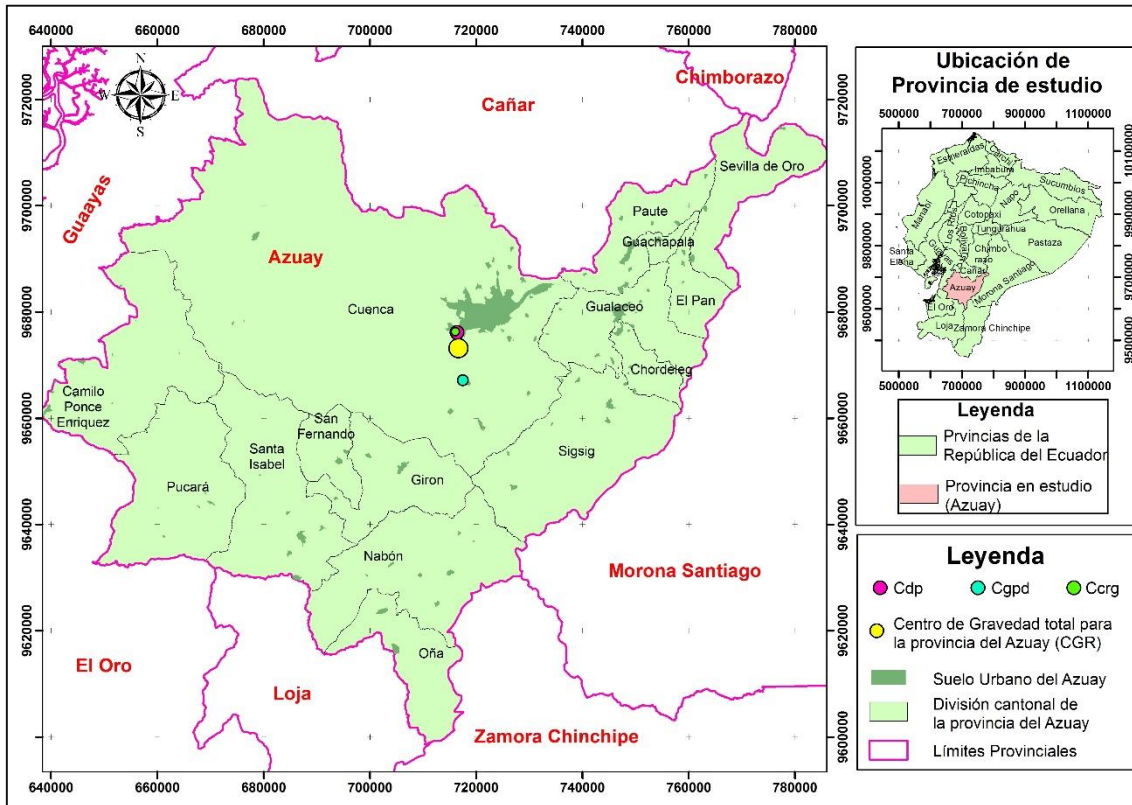
#### 4.2.4. Centro de gravedad regional para la provincia del Azuay (CGR)

Finalmente, se calcula el CG para la provincia del Azuay (CGR). Para ello, se sigue el mismo procedimiento con las ecuaciones 7 y 8, obteniendo un total de tres CG, denominados como Cdp, Cgpd y Ccrg totales para la provincia del Azuay. Con estos tres CG, mediante un centro geométrico, se consigue la conformación de un solo CG para la provincia del Azuay (CGR). Las coordenadas geográficas UTM-WGS84 zona 17S, se presentan en la Tabla 45, y son expuestos en el Mapa 23.

Tabla 45: Coordenadas de los centros de gravedad regionales para la provincia del Azuay

id	CG	x_coord	y_coord	Descripción
1	Cdp	716359.63	9676142.027	CG regional poblacional
2	Cgpd	717480.326	9667170.490	CG regional por generación per cápita
3	Ccrg	716072.060	9676290.292	CG regional por cantidad de residuos generados
4	CGR	716637.339	9673200.94	CG regional total

Elaborado por: Autores



Mapa 23: Centros de gravedad regionales para la provincia del Azuay

Elaborado por: Autores

Como se observa en el Mapa 23, el CGR de la provincia del Azuay recae geográficamente cerca de la zona urbana del cantón Cuenca, debido a que es el mayor generador de RDSU (64.04%) con respecto al resto de los cantones. Sin embargo, esta ubicación obliga a la implementación de una única ET y PA, que no satisface los requerimientos técnicos para beneficio de todos los cantones de la provincia.

El requerimiento más representativo es la distancia que deben recorrer los vehículos recolectores desde el cantón hacia las ET y PA, que de acuerdo a Massukado (2004) no debe ser superior a los 25 km. Además, el objetivo es conseguir trabajar conjuntamente entre cantones, y al aplicar este CGR, únicamente se beneficia el cantón Cuenca. Por estas razones para conseguir este trabajo en conjunto, en el MCDA, se utilizará los CG de la Tabla 44.

### 4.3. Análisis multicriterio (MCDA)

Para realizar el análisis multicriterio, es necesario identificar todas aquellas variables que permitan focalizar las zonas aptas para emplazar ET y PA. Las variables se organizan en 4 categorías principales (técnicas, ambientales, sociales y económicas) y una categoría adicional de restricción, es decir, zonas en las cuales es totalmente prohibido emplazar este tipo de infraestructura civil. Cada categoría, a su vez, analiza criterios que le correspondan, y cada criterio se conforma de subcriterios. Los subcriterios se constituyen como el detalle de la forma de medición que tendrán los criterios, dividido en clases (Ilustración 14).

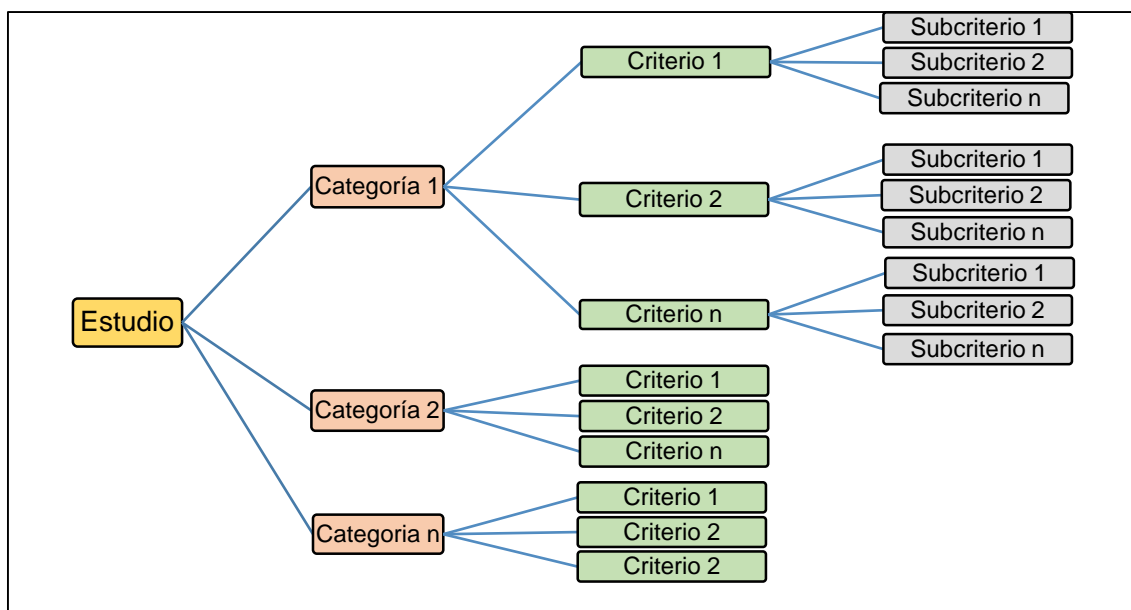


Ilustración 14. Orden jerárquico de análisis  
Elaborado por: Autores

### 4.3.1. Identificación y selección de criterios

Mediante una amplia revisión bibliográfica (Tabla 46), se identificaron los criterios de carácter restrictivo (representados por números romanos) y no restrictivo (representados por números romanos acompañados del literal “a”), expuestos en la Tablas 47. A partir de ello, se realiza una matriz de frecuencia (Tablas 48 y 49) con el objetivo de seleccionar las variables más recurrentes y significativas para la localización de las zonas idóneas para el emplazamiento de ET y PA.

Tabla 46: Bibliografía Identificada con criterios para establecer ET y PA

Bibliografía consultada	Representación	Bibliografía consultada	Representación	Bibliografía consultada	Representación
(Instituto Nacional de Preinversión, 2013)	A	(González, 2010)	L	(Rathore & Sarmah, 2019)	W
(Roé et al., 2014)	B	(Erazo & Villaroel, 2015)	M	(Thampi & Rao, 2015)	X
(Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, 2006)	C	(Urriago, 2018)	N	(Yadav et al., 2016)	Y
(García, 2008)	D	(Perdomo & Ramirez, 2011)	O	(Ministerio de Desarrollo Humano de Bolivia, 1996)	Z
(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010)	E	(Massukado, 2004)	P	(Ministerio del Ambiente del Perú, 2017)	AA
(Sánchez & Estrada, 1996)	F	(Chang & Lin, 1997)	Q	(República de Costa Rica, 2014)	AB
(Medina, 2009)	G	(Cobos et al., 2017)	R	(Ministerio del Ambiente de Guatemala, 2016)	AC
(Hernández & Rodríguez, 2016)	H	(Secretaría de Desarrollo Social, 2001)	S	(Presidencia de la República de Nicaragua, 2002)	AD
(Agencia de Residuos de Cataluña, 2016)	I	(Merchán & Pomavilla, 2019)	T	(Presidencia de la República de El Salvador, 2002)	AE
(Tapia, 2008)	J	(Bosompem et al., 2016)	U	(Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010)	AF
(Varón et al., 2015)	K	(Jaiswal & Bharat, 2016)	V		

Elaborado por: Autores

Tabla 47: Criterios identificados y su representación

<b>Criterios</b>	<b>Simbología</b>	<b>Criterios</b>	<b>Simbología</b>	<b>Criterios</b>	<b>Simbología</b>
Manglares	I	Distancia a la redonda de viviendas	XVI	Distancia a Cdp, Cgpd y de Ccrg de RSU	XI a
Esteros	II	Distancia a la redonda de gaseoductos, oleoductos, poliductos, gasolineras, fábricas y explosivos	XVII	Distancia a escuelas	XII a
Pantanos	III	tierras agrícolas	XVIII	Distancia a hospitales	XIII a
Humedales	IV	Niveles freáticos superficiales	XIX	Distancia a iglesias	XIV a
Estuarios	V	Fallas geológicas y distancia a la redonda	XX	Incidencia de vientos	XV a
Planicies aluviales	VI	Accesibilidad y tipo de vías	I a	Uso de suelo	XVI a
Planicies fluviales	VII	Distancia redes eléctricas	II a	Climas predominantes	XVII a
Área de recarga de acuífero	VIII	Distancia a aeropuertos	III a	Temperatura	XVIII a
Zonas de deslizamientos	IX	Pendientes	IV a	Humedad	XIX a
Zonas de inundaciones	X	Distancia a vías	V a	Precipitaciones	XX
Distancia a la redonda de recursos hídricos	XI	Distancia a zonas urbanas	VI a	Distancia a sitios turísticos y recreacionales	XXI a
Áreas protegidas y distancia a la redonda	XII	Distancia a recursos hídricos	VII a	Tipo de residuos	XXII a
Zonas arqueológicas y distancia a la redonda	XIII	Distancia a conductos de combustible	VIII a	Tipo de suelo o geomorfología	XXIII a
Zonas urbanas y distancia a la redonda	XIV	Disponibilidad servicios básicos	IX a	Geología	XXIV a
Distancia a la redonda de poblados rurales	XV	Tipo de predio	X a		

Elaborado por: Autores

Tabla 48: Matriz de frecuencia de los criterios de carácter restrictivo

Criterios	Bibliografía																										Total							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		AA	AB	AC	AD	AE	AF	
I	1																																	1
II	1																																	1
III	1																															1		2
IV	1							1																										2
V	1																																	1
VI	1																																	1
VII	1																																	1
VIII	1																																	1
IX	1																	1		1						1						1	5	
X	1	1						1				1							1		1											1	7	
XI	1							1																										2
XII	1	1					1	1				1					1		1			1				1			1		1		11	
XIII	1	1						1				1										1		1			1			1			8	
XIV	1	1																								1		1				1	5	
XV	1																																	1
XVI	1																																	1
XVII	1											1																						2
XVIII								1																										1
XIX									1			1										1				1								4
XX																	1			1	1						1						1	4

Elaborado por: Autores

Tabla 49: Matriz de frecuencia de los criterios de carácter no restrictivo

Criterios	Bibliografía																										Total								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		AA	AB	AC	AD	AE	AF		
I a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		1	1	1	1	1				1		1						22
II a	1	1											1			1											1								5
III a	1												1										1												3
IV a			1			1	1	1		1			1			1		1	1		1	1						1						12	
V a			1	1	1										1			1				1	1												7
VI a			1		1	1			1	1			1					1	1	1	1	1	1		1	1	1		1				1	17	
VII a	1	1						1	1				1			1		1		1	1	1	1		1		1						1	13	
VIII a		1																																	1
IX a		1	1						1							1				1			1												6
X a																1																			1
XI a			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1		1		1	1			1				1					18	
XII a					1			1														1	1												4
XIII a					1			1					1										1	1											5
XIV a					1			1																1	1										4
XV a										1									1														1		3
XVI a								1										1																	2
XVII a								1																											1
XVIII a								1																											1
XIX a								1																											1
XX a								1										1																	2
XXI a								1					1										1		1			1							5
XXII a												1																							1
XXIII a																	1							1											2
XXIV a																							1												1
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>8</b>			

Elaborado por: Autores

De acuerdo a las condiciones locales, geográficas y técnicas de la zona de estudio, no se consideraron para el proyecto los siguientes criterios restrictivos y no restrictivos:

- Los criterios I, II, III, V: son criterios con alta presencia en áreas de tipo tropical, sobretodo en zona costeras, mientras que, en las zonas montañosas o frías no se presencian.
- Los criterios VI, VII, IX, X, XX: son criterios que necesitan ser verificados in situ, debido al nivel de detalle y escala de estudio que requieren. La información geográfica nacional de estas variables maneja una escala grande, limitando la precisión de la información. Esto puede repercutir en la manifestación de errores no deseados, por lo tanto, requieren de estudios y ensayos geológicos detallados.
- Los criterios XV y XVI: estos criterios son considerados en una sola fuente consultada, además al tratarse específicamente de viviendas de zonas rurales, es preferible llevar a cabo una inspección in situ. La verificación in situ es importante debido a que no todas estas viviendas se encuentran georreferenciadas digitalmente.
- Criterio XVII: la geolocalización de estas infraestructuras requiere de un trabajo in situ, debido a que el país no cuenta con un levantamiento digital de esta información.
- Criterio XVIII: este criterio es considerado en una sola fuente consultada, además depende de las actividades agrícolas económicas de cada cantón. Se recomienda la verificación, ya que hay tierras agrícolas dedicadas a comercio grande y de permanente uso, mientras que otras se encuentran fuera de uso.
- Criterio XIX: requiere de un estudio geológico in situ, ya que la información disponible en los establecimientos oficiales, no brinda un detalle de ésta información.
- Criterio "VIII a": este criterio es considerado en una sola fuente consultada, y su inclusión necesita de verificación in situ debido a que se desconoce la existencia digital de esta información.
- El criterio "X a": este criterio es considerado en una sola fuente consultada. Adicionalmente la información disponible de este criterio no se encuentra actualizada y tampoco se encuentra en un formato normalizado o estándar. Los cantones levantan la información de diferente manera. Por lo tanto, para distinguir un patrón público-privado, se necesitaría de una investigación que abarque esta normalización o estandarización a nivel de todos los cantones de la provincia del Azuay e incluso a nivel nacional.
- El criterio "XV a": principalmente se enfoca en identificar hacia donde se propagan los olores, gases y material particulado liberados por las infraestructuras. Esto tiene como objetivo, buscar alternativas para evitar la propagación de los componentes mencionados hacia las zonas pobladas. Debido a la falta de información en SIG, este criterio se ha omitido del presente estudio, sin embargo, se recomienda la verificación in situ.

- Los criterios “XVII a, XVIII a, XIX a”: este criterio es considerado en una sola fuente consultada. Además, son usados con mayor frecuencia en el estudio para localizar RESAN. También se puede realizar un estudio meteorológico in situ para comprobar parámetros que se requieran. Al ser una infraestructura de diferente condición a los RESAN, son variables que pueden ser superadas mediante infraestructura complementaria o adicional.
- El criterio “XX a”. Puede ser fácilmente superable mediante un sistema adecuado de drenajes y áreas cubiertas en zonas de alta precipitación.
- El criterio “XXII a”. El tipo de residuos es más utilizado en la selección del tipo de aprovechamiento o tratamiento que se desea dar a los residuos. Por lo tanto, no es necesario dentro del análisis multicriterio.
- El criterio “XXIV a”. presenta un valor único de frecuencia. Su estudio se orienta de mejor manera una vez escogidos los sitios, para verificar aspectos como capacidad de carga y condiciones de suelo.

#### **4.3.1.1. Criterios seleccionados para la zona de estudio**

**Distancia a recursos hídricos:** si bien las ET y PA tienen comportamiento diferente en la generación de lixiviados, ya que son infraestructuras que cuentan con drenajes técnicamente elaborados, siempre se puede generar derrame o excesos inesperados. Para ello la distancia hacia estos recursos precautela que exista contaminación en fuentes de agua. La normativa ecuatoriana contempla una distancia mínima de 200m a la redonda de recursos hídricos.

**Distancia a áreas ambientales sensibles:** su consideración contempla ecosistemas frágiles como humedales y páramos, también se incluyen bosques nativos, vegetación endémica, protección de flora y fauna en general. Son áreas en las cuales mínimos cambios en su ecosistema pueden generar un declive importante en el medioambiente local y global de estas zonas. Estas áreas sensibles se encuentran ingresadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) para la República del Ecuador.

**Distancia a centros urbanos:** la salud pública es importante al momento de emplazar PA y PT. La sociedad en general puede ser afectada por olores, contaminación, presencia de vectores, entre otros. En esta categoría se incluye la distancia a “centros educativos y de salud”, para que no interfiera en las actividades de movilidad necesarias y tampoco con las urgencias que atienden los centros de salud.

**Uso de suelo:** los suelos de preferencia deben ser zonas intervenidas o zonas desnudas como se les conoce comúnmente. También pueden ser zonas que presenten un porcentaje de vegetación menor al 40% (Saavedra & Nogales, 2016).

**Distancia a sitios turísticos:** al considerar este criterio, no solamente se precautela la biodiversidad en los sitios turísticos naturales; protege también la actividad económica que se desarrolla alrededor de estos sectores. Infraestructuras como PA y PT pueden ocasionar efectos estéticos adversos, además de los problemas ya mencionados en los otros criterios seleccionados.

**Disponibilidad de servicios básicos, accesibilidad de vías, y distancia a redes eléctricas:** La disponibilidad de servicios básicos facilita la implementación de los servicios de uso común dentro de las ET y PA, tales como agua potable, servicios sanitarios, luz, entre otros. Por otra parte, si se carece de estos servicios, se puede hacer uso de alternativas como: generadores de electricidad, letrinas, pozos sépticos, tanqueros para la dotación de agua, entre otros. Hay que tener en cuenta que todas las alternativas requieren estudios y costos adicionales. Sin embargo, si se cuenta con la accesibilidad al servicio de energía eléctrica pública, se debe considerar una distancia prudencial de las líneas eléctricas a las infraestructuras.

Finalmente, para evitar elevados costos económicos por la construcción de vialidad nueva, se recomienda que las áreas seleccionadas para la implementación de las ET y PA cuenten con fácil accesibilidad vial. A su vez, esto permite un desplazamiento más limpio y menos forzado de los vehículos.

**Distancia a centros de gravedad:** autores como Massukado (2004), Sánchez & Estrada (1996), recomiendan que en distancias mayores a 12 km se considere la implementación de ET, y que para distancias mayores a los 25 km, los costos efectivamente representan una importante reducción. Además, Tello et al. (2010) expresa que para poblaciones pequeñas y medianas, es necesario la conformación de mancomunidades.

**Pendientes:** se aconseja evitar fuertes pendientes en los lugares donde se implemente las ET y PA, con el objetivo de evitar altos costos constructivos, y facilitando a su vez el desplazamiento y maniobras de los vehículos dentro y fuera de las infraestructuras.

**Geología:** la textura del suelo permite establecer las condiciones máximas de carga que tienen los suelos para soportar las infraestructuras a implementar. Además, de identificar si son suelos susceptibles a deslizamientos o erosión que no se puedan controlar fácilmente con técnicas de construcción.

En base a la bibliografía de la Tabla 46, todos los subcriterios seleccionados para el MCDA se han ordenado siguiendo el orden jerárquico (mostrado en la ilustración 14) en criterios, y a su vez en las categorías (ilustración 15) a las que pertenecen. Cada criterio y categoría con sus respectivos subcriterios se muestran en la Tabla 50. Los subcriterios se seleccionaron identificando condiciones comunes e idóneas, y respetando la normativa local.

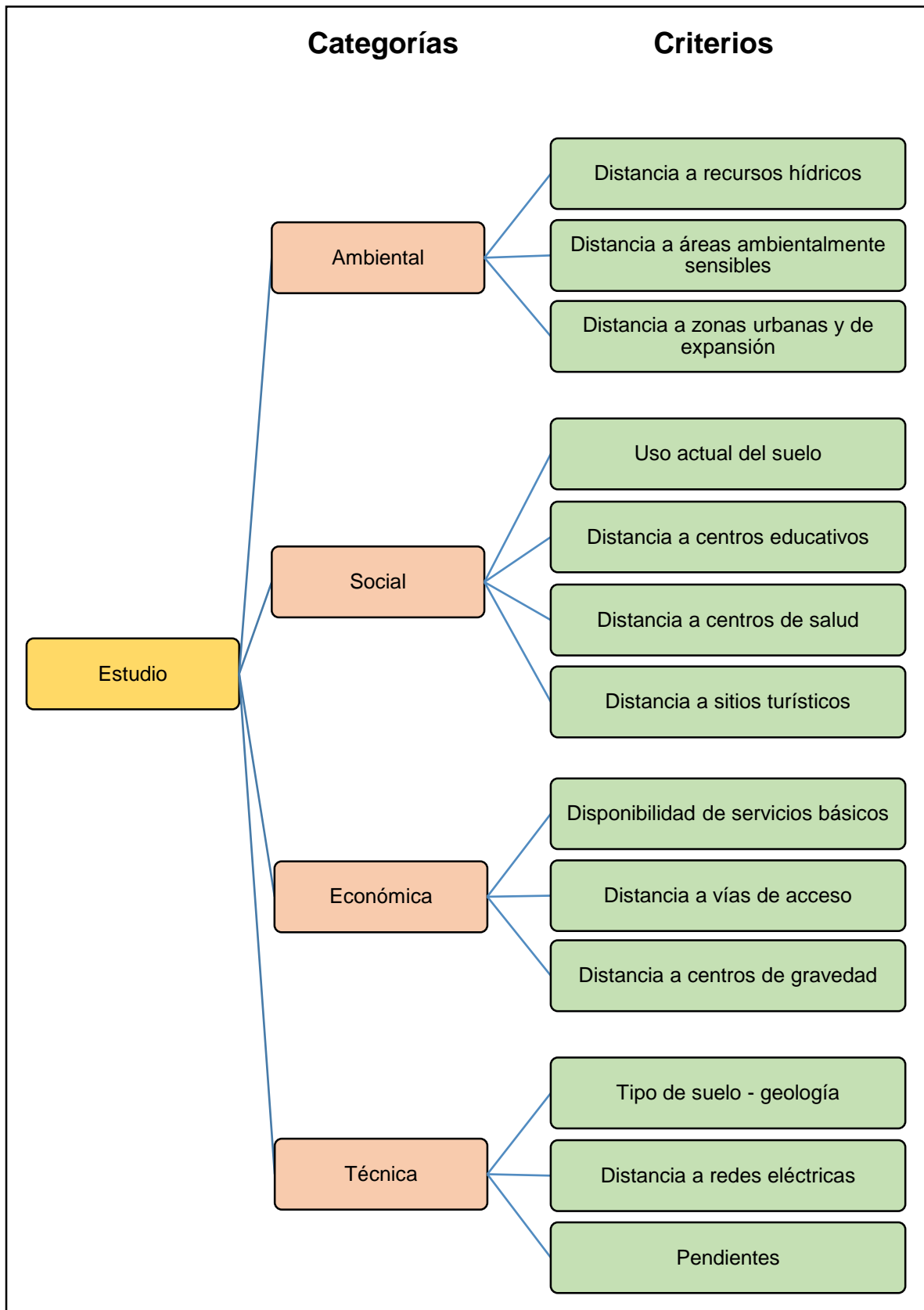


Ilustración 15. Jerarquización de los criterios y subcriterios del estudio  
Elaborado por: Autores

Tabla 50. Criterio y subcriterios seleccionados para el MCDA

<b>Categorías</b>	<b>Criterios</b>	<b>Subcriterios</b>
<b>Ambientales</b>	Distancia a recursos hídricos	> 2000 m
		1500 - 2000 m
		1000 - 1500 m
		200 - 1000 m
	Distancia a áreas ambientales sensibles	0 - 200 m
		> 1250 m
		1000 - 1250 m
		750 - 1000 m
	Distancia a zonas urbanas y de expansión	500 - 750 m
		0 - 500 m
		> 50 km
		30 - 50
<b>Sociales</b>	Uso actual del suelo	15 - 30
		2.5 - 15
		0.5 - 2.5 km
		0 - 0.5 km
	Distancia a centros educativos	Sin Información/Erial
		Tierra Agropecuaria/Otras Coberturas
		Bosques
		Vegetación Arbustiva y Herbáceas
	Distancia a centros de salud	> 12 km
		8 - 12 km
		5 - 8 km
		0.5 - 3 km
Distancia a sitios turísticos	0 - 0.5 km	
	> 12 km	
	8 - 12 km	
	5 - 8 km	
<b>Económicas</b>	Disponibilidad de servicios básicos	0.5 - 3 km
		< 0.5 km
		> 4 km
		2.5 - 4 km
	Distancia a vías de acceso	1.5 - 2.5 km
		0.5 - 1.5 km
		0 - 0.5 km
		Alta
<b>Técnicas</b>	Tipo de suelo – geología	Media
		Baja
		Muy Baja
		0 - 0.2 km
	redes eléctricas	0.2 - 1.5 km
		1.5 - 3.5 km
		3.5 - 5 km
		> 5 km
Pendientes	0 - 10 km	
	10 - 20 km	
	20 - 30 km	
	> 30	
<b>Técnicas</b>	Tipo de suelo – geología	Arcillo Limosos/ Franco Limosos
		Arenosos Arcillosos/ Franco Arenosos
		Arcilloso/ Franco Arcilloso
		Limosos
	redes eléctricas	Sin Suelo/ Desconocidas/ Otros
		0 - 100 m
		100 - 1000 m
		1000 - 2000 m
Pendientes	2000 - 4000 m	
	> 4000 m	
	0 - 10°	
	10 - 15°	
<b>Técnicas</b>	Pendientes	15 - 20°
		> 20°

Elaborado por: Autores

### 4.3.2. Proceso AHP

El proceso AHP se utilizó para determinar los diferentes pesos que poseen las categorías, criterios y subcriterios seleccionados para la localización de los lugares idóneos para el emplazamiento de ET y PA (Tablas 51 y 52). Los detalles de la aplicación de este método se presentan en los Anexos – Sección C – Tablas 169 a la 186.

Tabla 51. Pesos seleccionados mediante el proceso AHP.

<b>Categorías</b>	<b>x</b>	<b>Criterios</b>	<b>w</b>	<b>Subcriterios</b>	<b>z</b>
Ambientales	30	Distancia a recursos hídricos (Ríos)	63	> 2000 m	56
				1500 - 2000 m	26
				1000 - 1500 m	12
				200 - 1000 m	6
				0 - 200 m	Restictivo
				<b>Total</b>	<b>100</b>
		Distancia a áreas ambientales sensibles	26	> 1250 m	56
				1000 - 1250 m	26
				750 - 1000 m	12
				500 - 750 m	6
				0 - 500 m	Restictivo
				suma	<b>100</b>
		Distancia a zonas urbanas y de expansión	11	> 50 km	4
				30 -50	6
				15 - 30	48
2.5 - 15	23				
0.5 - 2.5 km	19				
0 - 0.5 km	Restictivo				
		<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>	
Sociales	18	Uso actual del suelo	38	Sin Información/Erial	55
				Tierra Agropecuaria/Otras Coberturas	25
				Bosques	10
				Vegetación Arbustiva y Herbáceas	10
				<b>Total</b>	<b>100</b>
		Distancia a centros educativos	29	> 12 km	56
				8 - 12 km	26
				5 - 8 km	12
				0.5 - 5 km	6
				0 – 0.5 km	Restictivo
		<b>Total</b>	<b>100</b>		
		Distancia a centros de salud	23	> 12 km	56
				8 - 12 km	26
				5 - 8 km	12
				0.5 - 5 km	6
< 0.5 km	Restictivo				
<b>Total</b>	<b>100</b>				
Distancia a sitios turísticos	10	> 4 km	53		
		2.5 - 4 km	27		
		1.5 - 2.5 km	13		
		0.5 - 1.5 km	7		
		0 - 0.5 km	Restictivo		
<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>			

Elaborado por: Autores

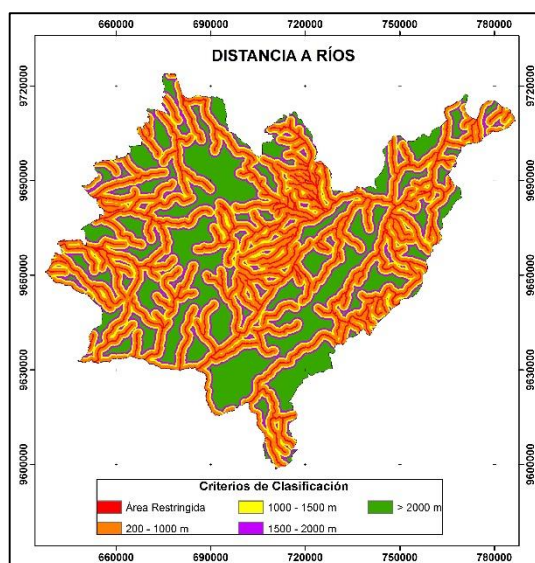
Tabla 52. Pesos seleccionados mediante el proceso AHP.

Categorías	x	Criterios	w	Subcriterios	z	
Económicas	13	Disponibilidad de servicios básicos	11	Alta	58	
				Media	26	
				Baja	12	
				Muy Baja	5	
				<b>Total</b>	<b>100</b>	
		Distancia a vías de acceso	26	0 - 0.2 km	100	Rest restrictivo
				0.2 - 1.5 km	56	
				1.5 - 3.5 km	26	
				3.5 - 5 km	12	
				> 5 km	6	
		<b>Total</b>	<b>100</b>			
Distancia a centro de gravedad	63	0 - 10 km	56			
		10 - 20 km	26			
		20 - 30 km	12			
		> 30	6			
		<b>Total</b>	<b>100</b>			
<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>			
Técnicas	39	Tipo de suelo - geología	41	Arcillo Limosos/ Franco Limosos	47	
				Arenosos Arcillosos/ Franco Arenosos	22	
				Arcilloso/ Franco Arcilloso	19	
				Limosos	7	
				Sin Suelo/ Desconocidas/ Otros	5	
		<b>Total</b>	<b>100</b>			
		Redes eléctricas	11	0 - 100 m	100	Rest restrictivo
				100 - 1000 m	56	
				1000 - 2000 m	26	
				2000 - 4000 m	12	
				> 4000 m	6	
<b>Total</b>	<b>100</b>					
Pendientes	48	0 - 10°	56			
		10 - 15°	26			
		15 - 20°	12			
		> 20°	6			
		<b>Total</b>	<b>100</b>			
<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>			

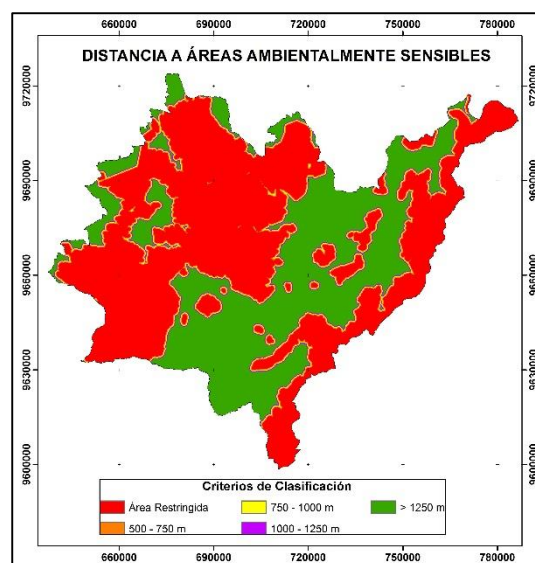
Elaborado por: Autores

### 4.3.3. Aplicación del SIG

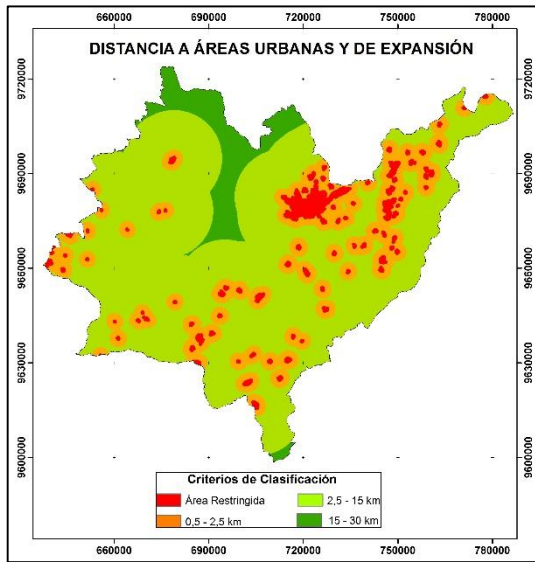
Los pesos adoptados para cada subcriterio son representados mediante mapas de tipo ráster, utilizando las herramientas respectivas del software (ArcGis) (Mapas 24 al 37).



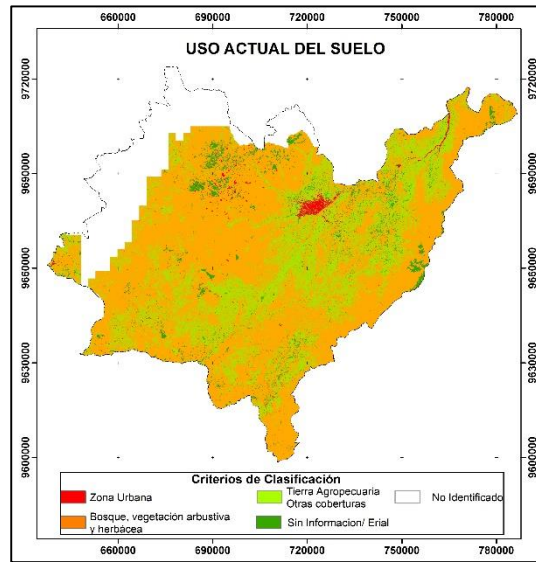
Mapa 24. Mapa de distancia a ríos.  
Elaborado por: Autores



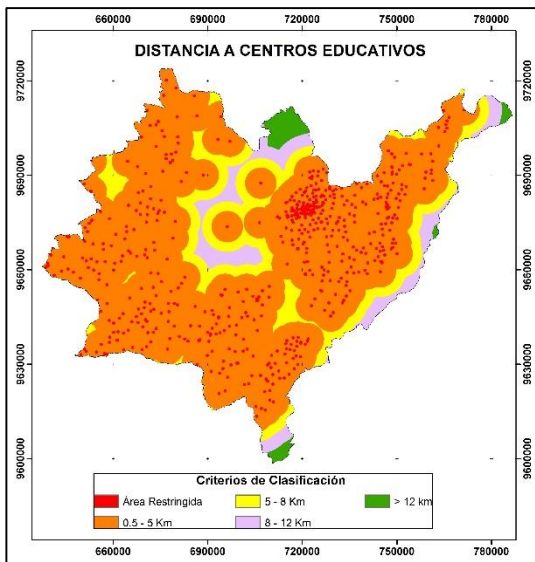
Mapa 25. Mapa de distancia a áreas sensibles.  
Elaborado por: Autores



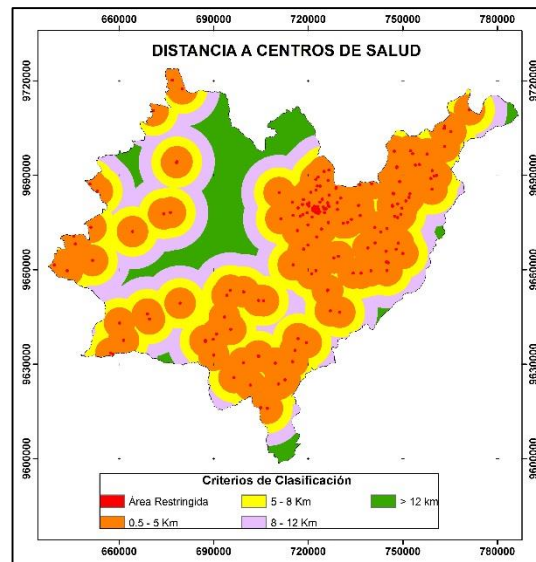
Mapa 26. Mapa de distancia a zonas urbanas  
Elaborado por: Autores



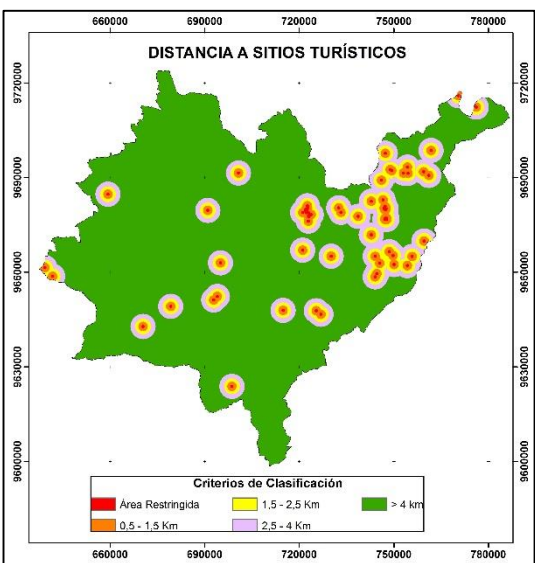
Mapa 27. Mapa de uso de suelo  
Elaborado por: Autores



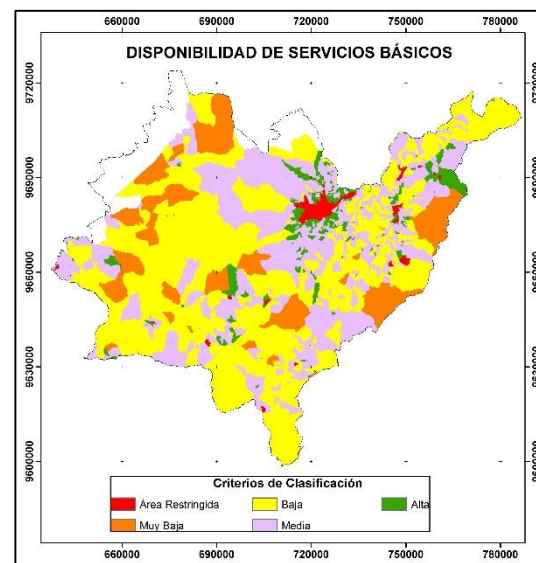
Mapa 28. Mapa de distancia a CE  
Elaborado por: Autores



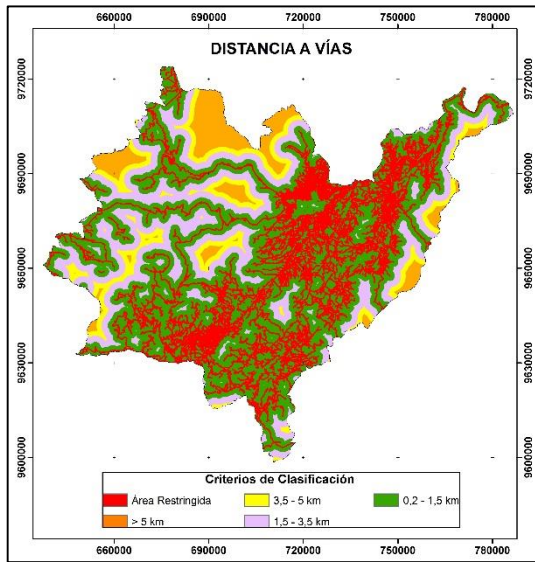
Mapa 29. Mapa de distancia a CS  
Elaborado por: Autores



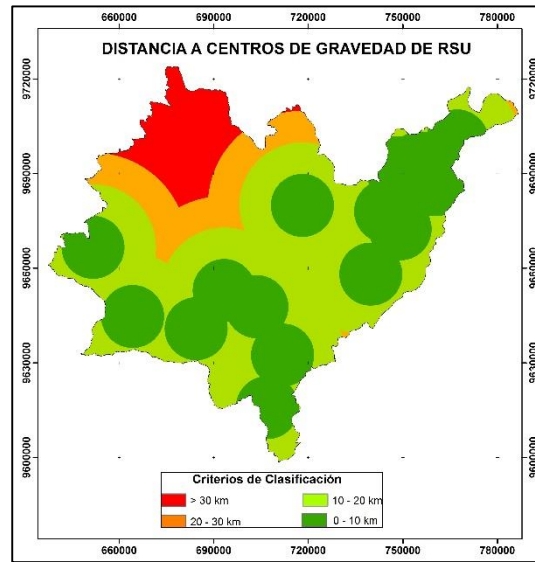
Mapa 30. Mapa de distancia a sitios turísticos  
Elaborado por: Autores



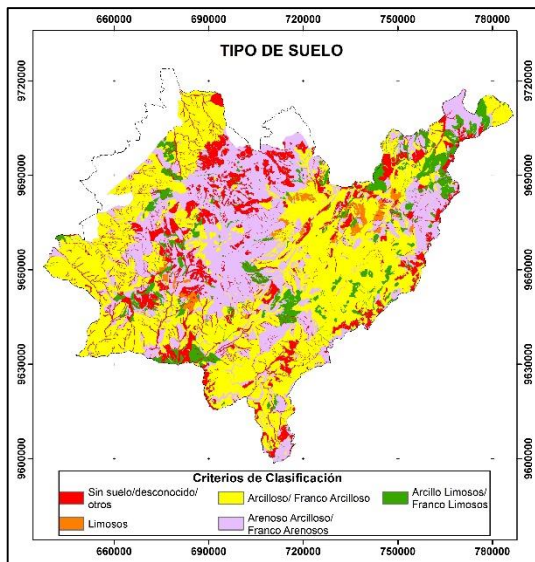
Mapa 31. Mapa de servicios básicos  
Elaborado por: Autores



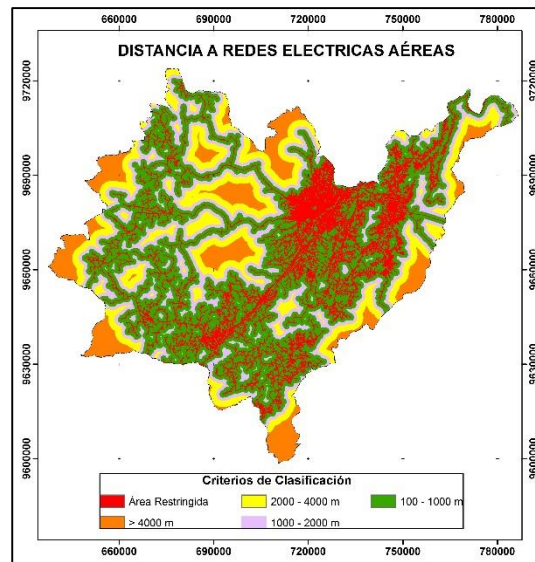
Mapa 32. Mapa de distancias a vías  
Elaborado por: Autores



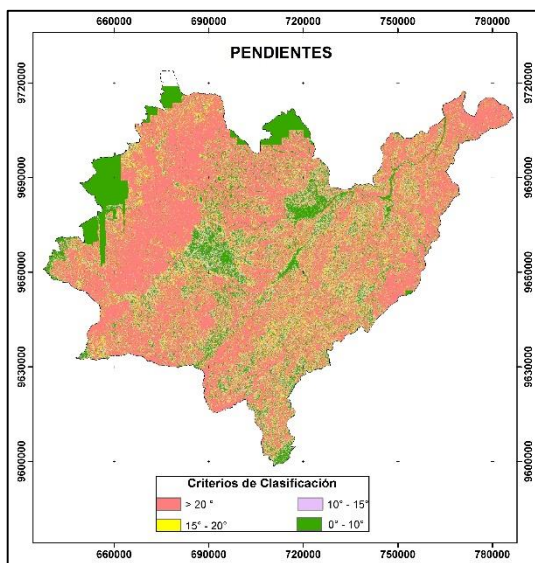
Mapa 33. Mapa de distancia a CG  
Elaborado por: Autores



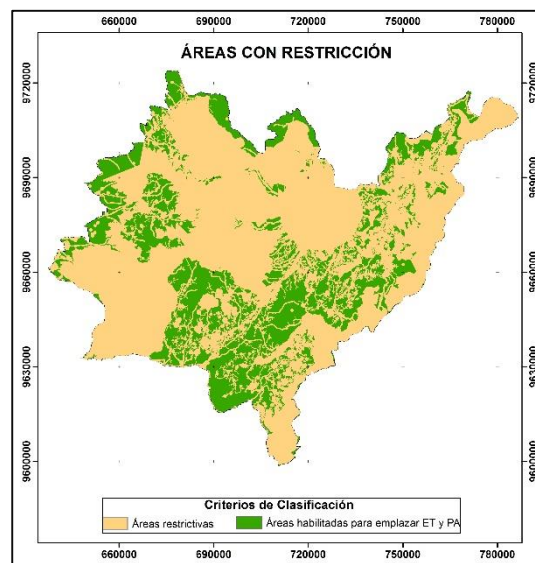
Mapa 34. Mapa del tipo de suelo  
Elaborado por: Autores



Mapa 35. Mapa de distancia a RE  
Elaborado por: Autores



Mapa 36. Mapa de pendientes en grados  
Elaborado por: Autores



Mapa 37. Mapa de criterios restrictivos  
Elaborado por: Autores

El Mapa 37 representa todas las capas que hacen referencia a variables restrictivas, es decir, se integró en un solo cuerpo a todos los subcriterios, en los cuales, se limita el emplazamiento de infraestructuras como ET y PA (Tabla 53):

Tabla 53. Criterios de restricción seleccionados

Subcriterios restrictivos	Observación (alejados)
Áreas protegidas	500 m a la redonda
Aeropuerto	13 km a la redonda
Yacimientos Arqueológicos	500 m a la redonda
Recursos hídricos	200 m a la redonda
Áreas sensibles	500 m a la redonda
Zonas urbanas	500 m a la redonda
Centros educativos	500 m a la redonda
Centros de salud	500 m a la redonda
Sitios turísticos	500 m a la redonda
Vías de acceso	200 m a la redonda
Redes eléctricas	100 m a la redonda

Elaborado por: Autores

Realizada la reclasificación de los subcriterios, con los valores “z”, cada capa debe multiplicarse por el peso “w” de cada criterio y por el peso general “x” de la categoría a la que pertenece (Tabla 51, 52). A continuación, se realiza la sumatoria de todos estos productos y se obtiene una capa de resultados. Para el estudio, se obtiene un valor máximo de 485018 unidades y uno mínimo de 40991 unidades.

El resultado obtenido se debe representar en porcentaje para dar la factibilidad de los sitios en la provincia del Azuay. Para ello, se compara con una unidad patrón. La medida patrón se obtiene identificando los subcriterios que mayor peso tengan en sus respectivos criterios (Tabla 54). Se realiza el producto del peso máximo del subcriterio “z”, por el peso del criterio “w” y por el peso de la categoría “x”. El total de la sumatoria es el valor máximo que en este caso es de 542031 unidades, representando el 100% de factibilidad de emplazar estas infraestructuras (Tabla 55).

Tabla 54: Pesos máximos de cada criterio

Categorías	x	Criterios	W	Subcriterios	z
Ambientales	30	Distancia a recursos hídricos	63	> 2000 m	56
		Distancia a áreas ambientales sensibles	26	> 1250 m	56
		Distancia a zonas urbanas y de expansión	11	15 - 30	48
Sociales	18	Uso actual del suelo	38	Sin Información/Erial	55
		Distancia a centros educativos	29	> 12 km	56
		Distancia a centros de salud	23	> 12 km	56
		Distancia a sitios Turísticos	10	> 4 km	53
Económicas	13	Disponibilidad de servicios básicos	11	Alta	58
		Distancia a vías de acceso	26	0.2 – 1.5 km	56
		Distancia a centro de gravedad	63	0 - 10 km	56
Técnicas	39	Tipo de suelo – geología	41	Arcillo Limosos/ Franco Limosos	47
		Redes eléctricas	11	100 - 1000 m	56
		Pendientes	48	0 - 10°	56

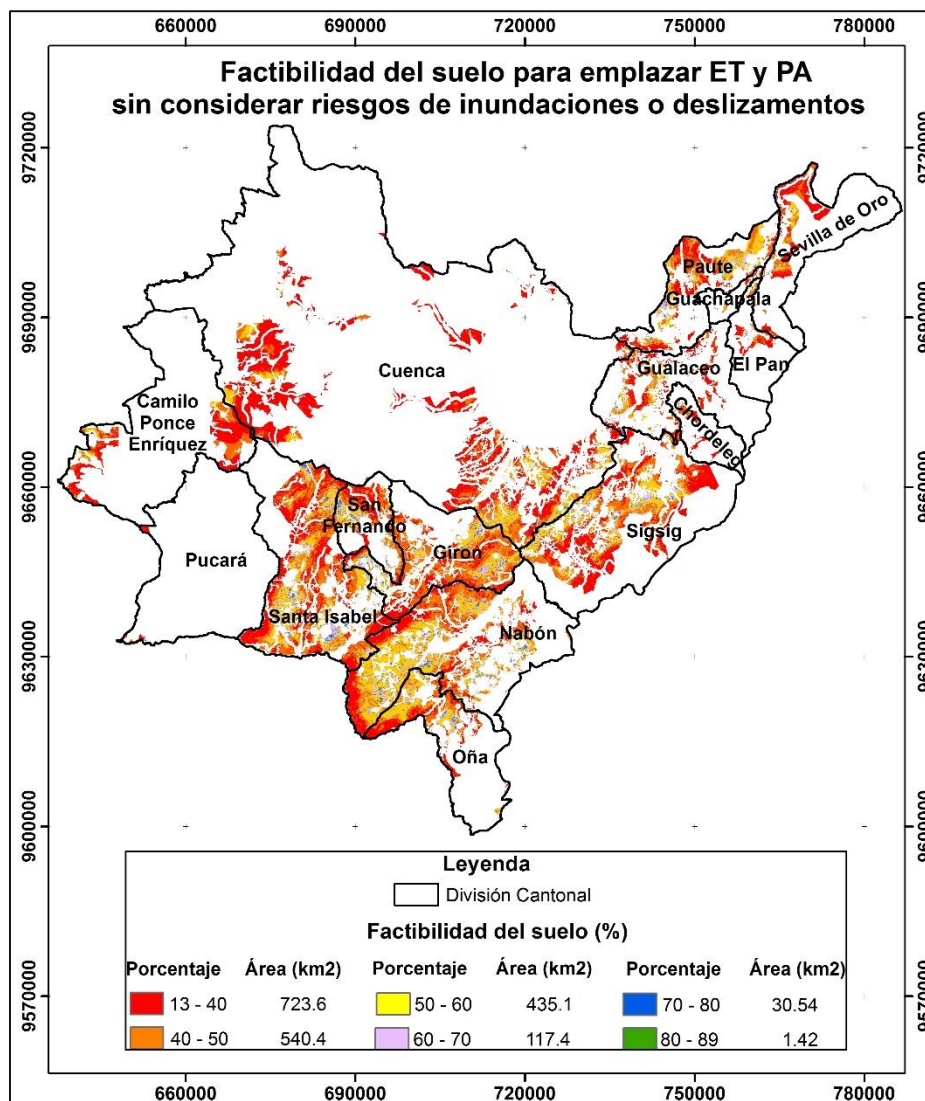
Elaborado por: Autores

Tabla 55: Obtención de la medida patrón

x	w	z	Producto x*w*z
30	63	56	105840
	26	56	43680
	11	48	15840
18	38	55	37620
	29	56	29232
	23	56	23184
	10	53	9540
13	11	58	8294
	26	56	18928
	63	56	45864
39	41	47	75153
	11	56	24024
	48	56	104832
<b>Sumatoria</b>			<b>542031</b>

Elaborado por: Autores

Posteriormente, se realiza una regla de tres simple para los valores de la capa geográfica, obteniendo una factibilidad máxima del 89.48 % y un mínimo de 13.07%. Las áreas representadas en porcentajes de 50%, 60% 70% 80% y 89% presentan una viabilidad idónea para el emplazamiento de ET y PA (Mapa 38).



Mapa 38: Factibilidad de suelos

Elaborado por: Autores

#### **4.4. Ubicación final de las ET y PA**

Las ET como se conoce pueden ser de descarga directa, indirecta y combinada, siendo esta última la seleccionada para el presente estudio, debido a que se cuenta con procesos de transferencia directa y aprovechamiento de RSU. Para seleccionar el mecanismo o planta de aprovechamiento (PA) se realizó un análisis comparativo de alternativas, contemplando sus ventajas y limitaciones (Tablas 56 y 57). Esta comparativa tiene como objetivo, seleccionar los mecanismos que mejor se adapten a la realidad local. En base a este análisis se definió que los mecanismos que mejor se ajustan son: procesos de compostaje para los RO, y, procesos de separación y clasificación para los RI.

En primer lugar, la elección del proceso de compostaje se debe a que existe mayor porcentaje de generación de RO en la mayoría de los cantones de la provincia del Azuay, con excepción de los cantones de Guachapala, El Pan, Sevilla de Oro, San Fernando y Oña. A su vez, este proceso brinda ventajas como: reducción de grandes volúmenes de RO destinados a los RESAN, bajos costos de implementación, ingresos económicos por la venta del producto generado (compost) y su aplicación para el mejoramiento de suelos agrícolas, y, proceso operativo sencillo que no requiere de personal altamente cualificado.

Por otro lado, el proceso de separación y clasificación se selecciona por ventajas como: sustentabilidad ambiental que permite a los RIR formar parte del inicio de la economía circular, ingresos económicos por la venta de los RIR, no requiere de grandes extensiones de terreno para su implementación, aceptación por la sociedad, alto rendimiento y bajos riesgos laborales solo si existe separación desde la fuente de origen.

Estas dos alternativas presentan menores costos de inversión inicial y de operación con respecto a las otras alternativas (mecánico-biológico, digestión anaeróbica e incineración), y a su vez, presentan mayor eficiencia en el cuidado del medioambiente debido a que los productos finales vuelven al ciclo de consumo. Sin embargo, también presentan limitaciones como: la necesidad de clasificación previa, productos generados como rechazos (lixiviados y RDI rechazables) que necesitan tratamientos adicionales.

Tabla 56: Comparativa de alternativas de aprovechamiento de RSU

Alternativas de aprovechamiento/tratamiento de RSU					
V	Separación y clasificación	Compostaje	Mecánico-biológico	Digestión anaerobia	Incineración
Ventajas	-Ahorro de energía y reducción de RDI que se desplazan a los RESAN.	-Reducción de grandes volúmenes de RO destinados al RESAN, aumentando su vida útil.		-El biogás se aprovecha para la generación de energía eléctrica.	
	-Ingresos económicos por la venta de RIR.	-Mejoramiento de suelos agrícolas, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo y sus propiedades químicas.	-Se aplica a RSU sin previa separación.	-No requiere de grandes extensiones de terreno.	
	-Sustentabilidad ambiental que permite formar parte de la primera fase de la economía circular.	-Acelera el proceso de descomposición de RO y si opera adecuadamente no genera olores desagradables.	-Tratamiento de RO y RDI.	-Los lixiviados cabe la posibilidad de utilizarlos como inoculadoras dentro del proceso.	-Reducción en el peso (80%) y del volumen (90%) de RDSU.
	-Se puede implementar dentro de áreas urbanas.	-Comercialización del compost.	-Procesos anaerobios y aerobios (compost).	-Reduce el volumen de RDSU desplazados al RESAN.	-Se aplica a RDSU sin previa separación.
	-Bajos riesgos laborales debido a que existe una separación previa.	-A pequeña escala no requiere de grandes terrenos y puede situarse en zonas urbanas.	-El biogás se aprovecha para la generación de energía eléctrica.	-Puede situarse en zonas urbanas.	-Mínimo personal para operar la planta.
	-Proceso operativo sencillo (maquinaria simple) y de rápida implementación y puesta en marcha de la planta.	-Proceso operativo sencillo (control mínimo de parámetros) y de rápida implementación.	-Disminuye la actividad biológica de los RSU desplazados a los RESAN.	-No genera CO <sub>2</sub> .	-Descontaminación biológica.
	-Impacto positivo en la opinión pública.	-Alta calidad del producto si los RO vienen separados desde la fuente.	-Alta generación de empleo por la operación y monitoreo.	-Eliminación de un elevado porcentaje de sólidos volátiles.	-Recuperación de energía calorífica para transformarla en energía eléctrica.
	-Baja inversión económica con respecto a otras alternativas.	-Baja emisión de olores si existe una separación previa.	-Recuperación de materiales reciclables.	-Baja emisión de olores (80%) debido al uso de reactores cerrados.	-No genera CH <sub>4</sub> .
	-No requiere de grandes extensiones de terreno.	-Bajos costos en la operación y no se requiere de personal altamente calificado		-Obtención de digesto aprovechable como fertilizante.	
	-Alto rendimiento gracias a la separación previa en la fuente. Impacto ambiental muy leve.	-Impacto ambiental leve.			

Elaborado por: Autores en base a información de (Banco Interamericano de Desarrollo, 1997; Bleda, 2017; Jiménez, 2013; Ormaza, 2015; Orta et al., 2009; Ribas, 2019; Rubio, 2018; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010)

Tabla 57: Comparativa de alternativas de aprovechamiento de RSU

Alternativas de aprovechamiento/tratamiento de RSU					
L	Separación y clasificación	Compostaje	Mecánico-biológico	Digestión anaerobia	Incineración
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altos riesgos ocupacionales inherentes a la recuperación informal de materiales reciclables si no hay separación previa.</li> <li>-Necesita separación previa en la fuente para operar al máximo rendimiento.</li> <li>- Procesos de capacitación y de sensibilización con la comunidad que implica costos elevados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Si es de mala calidad el compost contamina los suelos y vegetación por la presencia de metales pesados.</li> <li>-Solo se aplica para los RO biodegradables.</li> <li>-Requiere de equipos de aireación.</li> <li>-Emite CO2.</li> <li>-Empleo de combustibles fósiles en el proceso.</li> <li>-Generación de lixiviados.</li> <li>-Necesidad de oxigenar las pilas de compostaje para evitar la manifestación de condiciones anaerobias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Adquisición de diversas cantidades de maquinarias robustas.</li> <li>-Generación de ruido.</li> <li>-Empleo de energía eléctrica y combustibles fósiles durante los procesos.</li> <li>-Generación de malos olores y deterioro estético.</li> <li>-Altos costos de implementación para un bajo rendimiento por la falta de separación previa de los RDSU.</li> <li>-Largo período de tiempo para poner en marcha el funcionamiento.</li> <li>-Temperaturas hasta 70°C para el rendimiento de los microorganismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alto costo de inversión inicial y largo período de tiempo para la puesta en marcha.</li> <li>-Microorganismos implicados en este proceso son sensibles y no soportan cambios bruscos.</li> <li>-Solo se aplica para los RO biodegradables.</li> <li>-Requiere separación previa.</li> <li>-Requiere de personal especializado y estricto control del proceso.</li> <li>-Generación de malos olores, y en consecuencia, rechazo de la sociedad.</li> <li>-Empleo de combustibles fósiles durante el proceso.</li> <li>-Emisión mínima de CH4, sin embargo, es explosivo.</li> <li>-Existencia de problemas de seguridad por el manejo de gas inflamable.</li> <li>-Altas cargas de nitrógeno, sólidos en suspensión, DBO y DQO en el líquido separado del digesto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contaminación atmosférica, del agua, acústica y posibles afectaciones a la salud humana.</li> <li>-Requiere un estricto control durante los procesos de incineración.</li> <li>-Empleo de equipos de control para contaminantes.</li> <li>-Elevados costos de inversión, operación y mantenimiento de la planta, es decir, es la planta más costosa.</li> <li>-Quema de combustibles fósiles.</li> <li>-Rechazo de la sociedad.</li> <li>-Se requiere que los RDSU posean poder calorífico superior a 1000 kcal/kg y además que no posean contenidos de humedad superiores a 60%.</li> <li>-Necesita complementarse con los sitios de disposición final.</li> <li>-No procesa residuos de gran tamaño</li> <li>-Restos de la incineración como rechazos, cenizas y gases.</li> <li>-Pérdida de subproductos valorizables.</li> </ul>

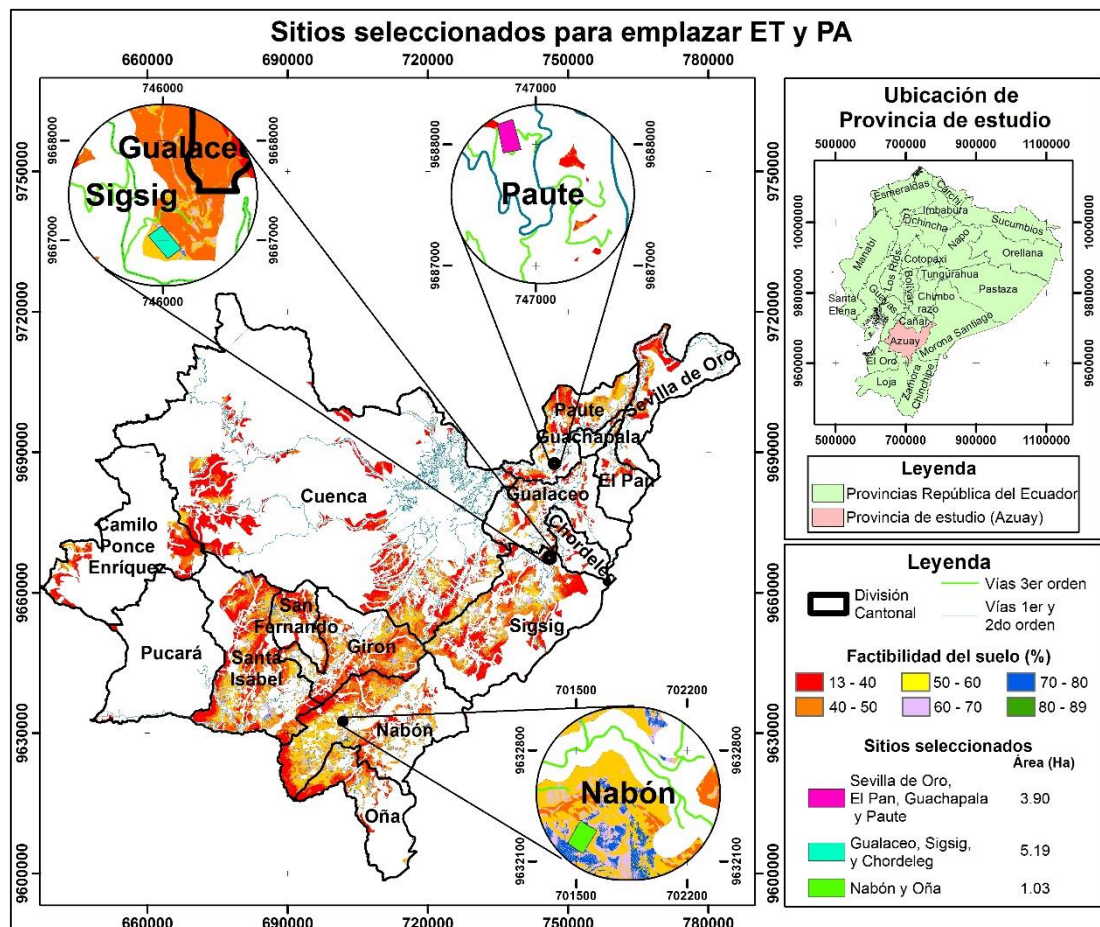
Elaborado por: Autores en base a información de (Banco Interamericano de Desarrollo, 1997; Bleda, 2017; Jiménez, 2013; Ormaza, 2015; Orta et al., 2009; Ribas, 2019; Rubio, 2018; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010)

La implementación de las ET y PA, parte de la premisa que se disponga de un sistema de recolección de separación de RO y RI desde la fuente, con el objetivo de que se cuenten con procesos operativos más eficaces, no implique altos costos y además preserve la salud de los operadores.

Con los resultados del MCDA, se seleccionaron 3 zonas para el emplazamiento de las ET y PA, que se denominarán como Complejo de Aprovechamiento y Transferencia (COAT) de RSU. Entre las condiciones analizadas para la selección de estos sitios se tiene: factibilidad de implementación mayor o igual al 50%, conformación de grupos de cantones que puedan recorrer una distancia similar hacia los COATs, la cercanía entre cantones, fácil acceso vial, y fácil acceso a servicios básicos.

Las zonas para implementación de los COATs, se encuentran ubicadas en los cantones: Paute, Sígsig y Nabón, cuyas coordenadas UTM - WGS-84 zona 17S son: 746800m E, 9688000m S; 746000m E, 9667000m S y 701500m E, 9632000m S, respectivamente (Mapa 39).

La infraestructura ubicada en el cantón Paute acogerá los RSU de los cantones: Sevilla de Oro, Guachapala, El Pan y Paute (COAT – SEGEPPA). La infraestructura ubicada en el cantón Sígsig acogerá los RSU de los cantones: Sígsig, Gualaceo y Chordeleg (COAT – SIGCHOGUA). Finalmente, La infraestructura ubicada en el cantón Nabón acogerá los RSU de los cantones de Oña y Nabón (COAT – ONA).



Mapa 39: Sitios seleccionados para emplazamiento de los COATs  
Elaborado por: Autores

En el caso del sitio seleccionado para el COAT – SEGEPPA, a pesar de poseer una factibilidad del 40%, se ha seleccionado porque posee dos características importantes, la primera es que en este sitio se encuentra el RESAN de Paute, que, de acuerdo a las autoridades encargadas del departamento de gestión ambiental del cantón, en pocos años alcanzará su capacidad máxima (se están realizando estudios para ampliar su vida útil, sin embargo, todavía no está definido). Por consiguiente, es necesario llevar a cabo un cierre técnico, que permita el aprovechamiento del área para emplazar el COAT. La segunda característica aborda temas económicos, ya que se encuentra en una zona ampliamente intervenida, facilitando procesos constructivos, técnicos, sociales y ambientales.

Por otra parte, para los COAT ubicados en los cantones de Nabón y Sígsig, se dieron prioridad a los criterios de accesibilidad vial y la distancia a los centros de gravedad de cada cantón hacia su respectivo COAT. Cabe destacar que, estos sitios seleccionados para el emplazamiento de estas infraestructuras poseen una baja intervención antropogénica, y requieren de trabajos complementarios o adicionales para su implementación. Además, estas zonas de acuerdo al MCDA, cumplen con una factibilidad de ubicación con rangos del 50 – 60 % (COAT – SIGCHOGUA) y del 70-80% (COAT – ONA)

El cantón Cuenca cuenta con el RESAN Pichacay, ubicado en la parroquia Santa Ana. Sin embargo, sus vehículos recolectores recorren una distancia media de 25 km, que ya es considerable según Massukado (2004), generando tiempos improductivos importantes. Para superar este inconveniente necesita de una ET que facilite el transporte de los RSU, pero en el presente proyecto no se ha considerado ese estudio, ya que existen documentos como los elaborados por Sandoval (2003) (citado en Loarte et al. (2016)), y por la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (2006, 2012, 2017). En estos estudios ya se abordan análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, para el emplazamiento de esta infraestructura en el cantón, sin embargo, se desconoce las razones por las que no han sido llevados a cabo de forma física estos proyectos. Además, por su posición geográfica y cantidad de generación de RDSU dificulta la inclusión de más cantones, contrastando con la finalidad del proyecto.

El cantón Santa Isabel no tiene la necesidad de emplazar estas infraestructuras, puesto que, dispone del RESAN mancomunado de la EMMAICJ – EP, ubicado a 12 kilómetros, en el sector Minas de Huascachaca. El RESAN se encarga de clasificar los RDI y posteriormente comercializarlos a gestores ambientales.

Para los cantones Girón y San Fernando no se seleccionó un sitio idóneo para el emplazamiento de ET y PA debido a que presentan un decrecimiento poblacional por el fenómeno migratorio, y a su vez, forman parte del RESAN mancomunado. Sin embargo, se aconseja que adecuen pequeñas zonas comunitarias para el aprovechamiento de RO mediante la elaboración de compost.

Para el cantón Pucará no se ha considerado el emplazamiento de estas infraestructuras debido a que el MCDA considera como zona restrictiva al cantón para emplazar un COAT, y tampoco se presentan escenarios para que trabajen en conjunto con otros cantones. Por ejemplo, el cantón Santa Isabel ya forma parte de un RESAN mancomunado, mientras que con el cantón Camilo Ponce Enríquez, la única vía de comunicación entre ellos presenta una distancia considerable (113 km). Otro aspecto a

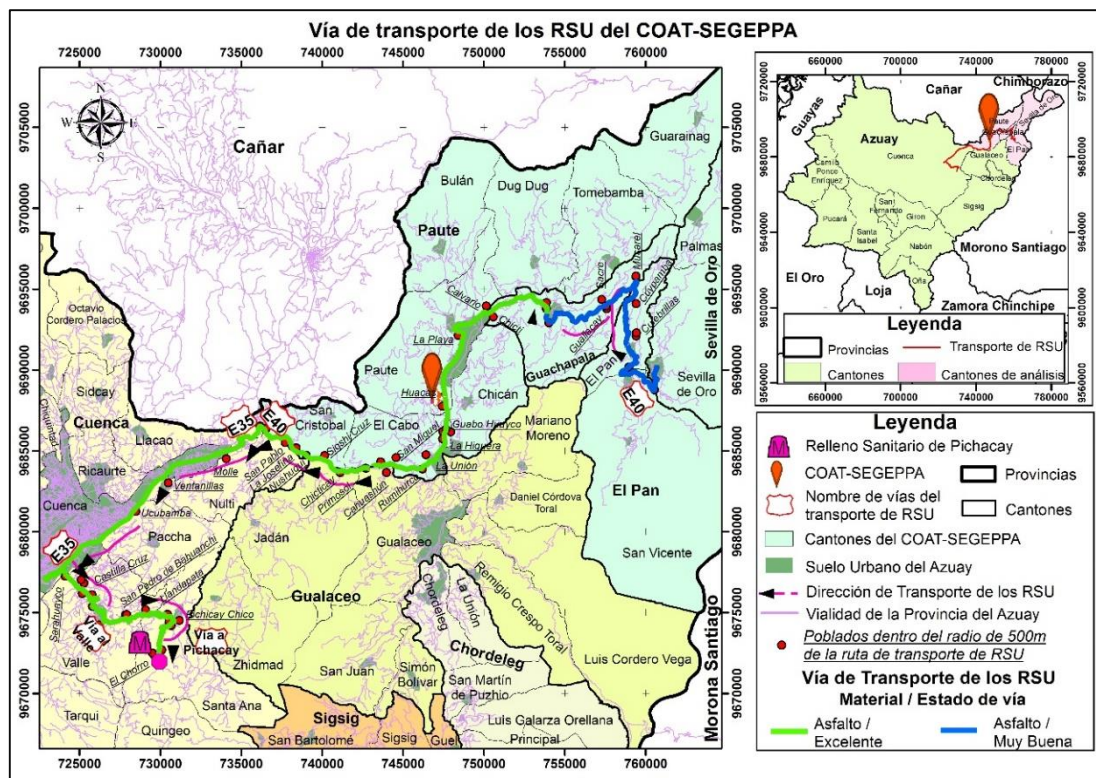
destacar, es que, de acuerdo a las autoridades del cantón, es más factible económicamente mantener el convenio con el RESAN de Pasaje para disponer sus residuos y desechos, a pesar de que la distancia de 79.5 km, es mayor con respecto al RESAN de Huascachaca (55.9 km).

Finalmente, el cantón Camilo Ponce Enríquez por su limitada conectividad vial directa con el resto de cantones, no es recomendable el emplazamiento de ET, ya que la única vía de conexión con el RESAN más cercano dentro de la provincia del Azuay (RESAN Huascachaca) tiene un recorrido de 100 km. Esta distancia deriva en situaciones adversas como: aumento en los costos operativos del sistema, aumento en las emisiones de gases liberados al ambiente a causa del transporte de los RDSU, y disminución en el rendimiento operativo de los vehículos. Es por ello que, se aconseja que en su botadero se realice un cierre técnico, para que posteriormente se transforme o se realice un nuevo estudio para la localización idónea de un RESAN. Este RESAN debe contar con sistemas operativos óptimos y adicionalmente con sistemas de aprovechamiento para un adecuado manejo y disposición final de los RDSU.

#### 4.4.1. Rutas finales para la propuesta

##### 4.4.1.1. COAT – SEGEPPA

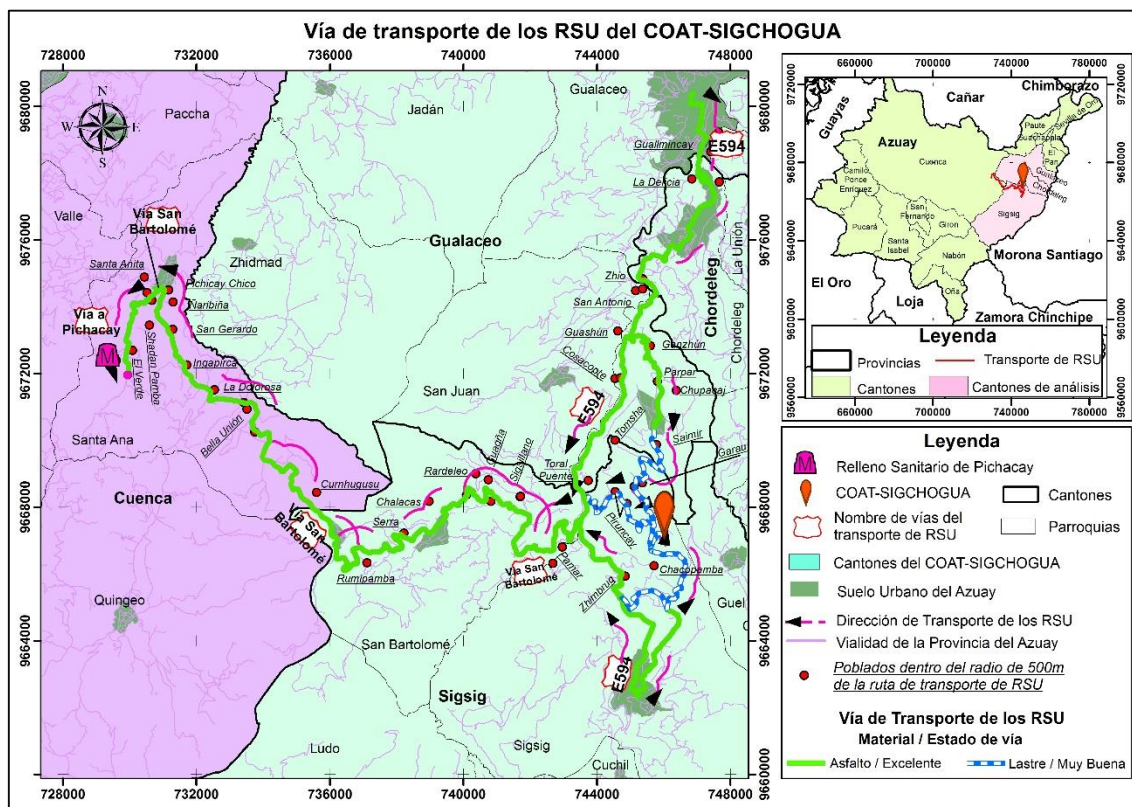
El COAT-SEGEPPA hará uso de la ruta utilizada por el cantón Sevilla de Oro para el transporte de sus RDSU. La razón de selección de esta ruta es la inexistencia de otras vías que reduzcan su kilometraje, y, además, al ser vía principal mantiene la comodidad de transporte. De esta manera, los vehículos recolectores de los cantones de Sevilla de Oro, El Pan, Guachapala y Paute recorrerán hasta el COAT las distancias de 35.39 km, 28 km, 15 km, y 7.4 km, respectivamente. Posteriormente desde el COAT al RESAN, el vehículo de transferencia recorrerá 48.5 km. Esta ruta se presenta en el Mapa 40.



Mapa 40: Ruta de transporte de RDSU del COAT – SEGEPPA  
Elaborado por: Autores

#### 4.4.1.2. COAT – SIGCHOGUA

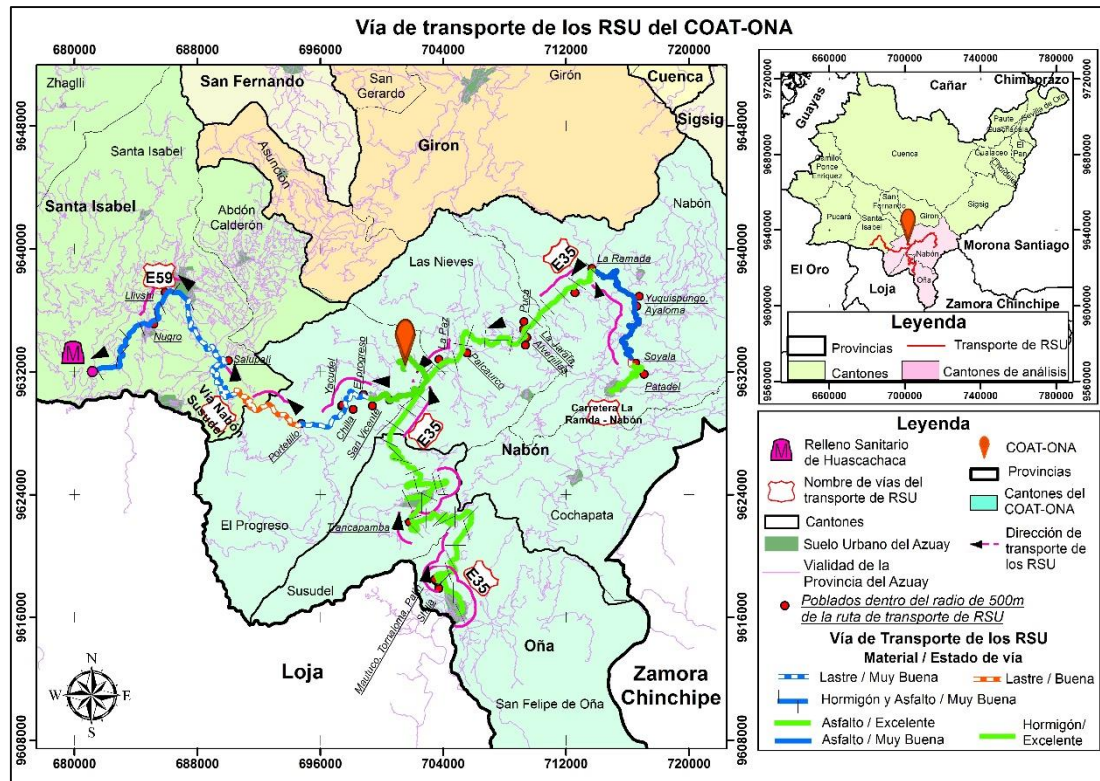
Las nuevas rutas que tienen que recorrer los vehículos de los cantones Gualaceo, Chordeleg y Sígsig hacia el COAT presentan distancias de 21.2 km, 15.9 km y 8 km, respectivamente. Posteriormente, el vehículo de transferencia recorrerá 39.38 km hasta el RESAN de Pichacay. Los cantones de Gualaceo y Chordeleg tomarán la misma ruta por la vía E594, mientras que el cantón Sígsig recorrerá por la “Vía a Güel”. Finalmente, solo los vehículos de transferencia tomarán la “Vía a San Bartolomé” (Mapa 41).



Mapa 41: Ruta de transporte de RDSU del COAT – SIGCHOGUA  
Elaborado por: Autores

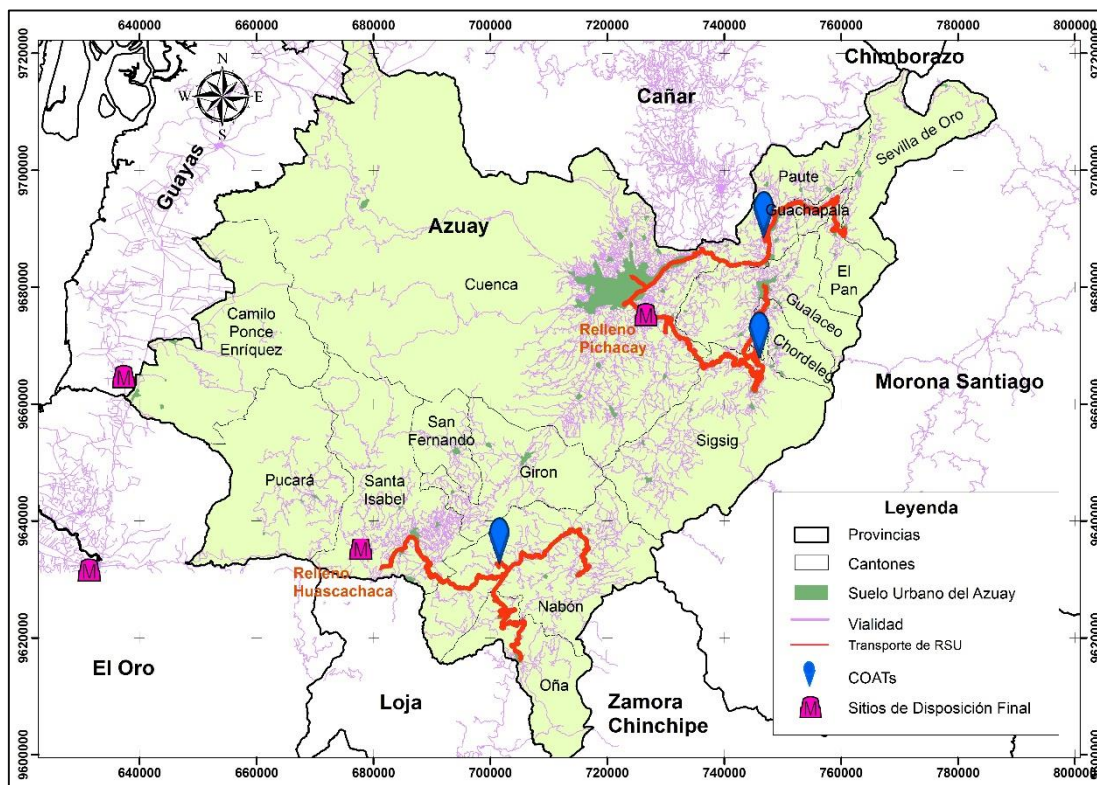
#### 4.4.1.1. COAT – ONA

Las nuevas rutas de los vehículos recolectores de los cantones de Oña y Nabón hacia el COAT presentan las distancias de 36.2 km y 16.65 km respectivamente. Posteriormente, el vehículo de transferencia recorrerá una distancia de 35 km hasta el RESAN de Huascachaca. Los vehículos recolectores del cantón Nabón, tomarán la vía “La Ramada – Nabón” y seguirá por la Panamericana Sur E35, mientras que los vehículos recolectores del cantón Oña tomarán la Panamericana Sur E35. Finalmente, el vehículo de transferencia tomará la vía “Susudel – Santa Isabel” (Mapa 42).



Mapa 42: Ruta de transporte de RDSU del COAT – ONA  
Elaborado por: Autores

A continuación, en el Mapa 43, se presentan todas las rutas que se emplearán en la propuesta, considerando los recorridos desde los cantones hacia los COATs y desde los COATs a los RESAN.



Mapa 43: Ruta de transporte de RDSU para los COATs seleccionados  
Elaborado por: Autores

#### **4.5. Implementación de los COAT**

El diseño de las COAT debe ser realizado para sus capacidades máximas en el período de diseño propuesto (25 años). Para el caso de las zonas de compostaje existe variación a lo largo del tiempo en elementos como: el área del proceso de compostaje, la conformación de las pilas y el área de almacenamiento de compost. Por ello, es necesario diseñar la planta de compostaje para la capacidad máxima que tendrán éstas áreas. En el presente estudio se tendrán porcentajes graduales anualmente de aprovechamiento hasta un máximo del 75% dependiendo de la cantidad generada de RO. De acuerdo a autores como la Agencia de Residuos de Cataluña (2016), Amigo (2017), Lucero (2010), A. Medina (2009), Rubio (2018), entre otros. Estos altos porcentajes de aprovechamiento pueden ser llevados a cabo gracias a la separación en la fuente, y a las capacidades operativas que se brinden a las infraestructuras.

El área que ocupa el proceso de compostaje dependerá de la cantidad de RO que se va a aprovechar en los diferentes COATs, recordando que, el proceso biológico para obtener un compost de buena calidad, toma alrededor de seis meses. Durante el proceso de compostaje, se necesita llevar un registro de control de calidad de parámetros como: pH, humedad y conductividad de cada una de las pilas formadas (Román et al., 2013). Cabe destacar que, en base a la información de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (2016) y Ramos (2016), se aumentó de forma objetiva un 15% a los RO, procedentes de los residuos municipales (RM) y de los residuos de mercados (Rm). El COAT – SIGCHOGUA además de contar con la planta de compostaje también dispone de una planta de separación de RDI.

Los RDSU que no son aprovechados en las COATs, son descargados mediante tolvas rectangulares de 3.5 m de largo, 2.5 m de ancho y 5 m de alto (Anexos – Sección E – Tablas 213, 214 y 215). Estas tolvas funcionan como conductos de descarga a los vehículos de transferencia, que posteriormente se transportarán hacia los RESAN correspondientes.

##### **4.5.1. Infraestructura del COAT – SEGEPPA**

El COAT – SEGEPPA aprovechará los RO mediante la elaboración de compost para su posterior venta al consumidor y/o utilización para zonas municipales (recuperación de áreas degradadas, mantenimiento de jardines y parques), mientras que los RDI se trasladarán a través de vehículos de transferencia hacia el RESAN Pichacay.

El aprovechamiento de RO para este COAT presenta anualmente un crecimiento del 2% durante los primeros 20 años (año 2041). Durante los últimos 5 años este porcentaje se estabiliza con un aprovechamiento del 65% (Tabla 58). Los detalles para la generación (ton/día) de RDSU anual por cantón se presentan en los Anexos – Sección D – Tablas 182 a la 206. Para el diseño de la infraestructura, se tomó la proyección poblacional atendida y de generación de RDSU del año 2045. La capacidad de aprovechamiento de RO total (65 %) en la planta de compostaje será de 10.47 ton/día, mientras que, 5.64 ton/día (35%) de RO junto con las 12.14 ton/día de RDI, se descargarán en los vehículos de transferencia, que posteriormente, serán destinados al RESAN Pichacay (Tabla 59).

Tabla 58: Porcentaje anual de aprovechamiento de RO.

<b>COAT SEGGEPA</b>				
<b>Año</b>	<b>Generación (ton/día)</b>		<b>Aprovechamiento</b>	
	<b>RO</b>	<b>RO, RM, Rm</b>	<b>(%)</b>	<b>ton/día</b>
2020	7.85	9.03	22	1.99
2021	8.09	9.30	24	2.23
2022	8.33	9.58	26	2.49
2023	8.57	9.85	28	2.76
2024	8.82	10.14	30	3.04
2025	9.07	10.43	32	3.34
2026	9.31	10.70	34	3.64
2027	9.56	10.99	36	3.96
2028	9.81	11.28	38	4.29
2029	10.07	11.58	40	4.63
2030	10.33	11.88	42	4.99
2031	10.58	12.16	44	5.35
2032	10.79	12.41	46	5.71
2033	11.01	12.67	48	6.08
2034	11.24	12.93	50	6.46
2035	11.47	13.19	52	6.86
2036	11.70	13.46	54	7.27
2037	11.94	13.73	56	7.69
2038	12.19	14.01	58	8.13
2039	12.43	14.30	60	8.58
2040	12.69	14.59	62	9.05
2041	12.95	14.89	65	9.68
2042	13.21	15.19	65	9.87
2043	13.48	15.50	65	10.07
2044	13.75	15.81	65	10.28
2045	14	16.10	65	10.47

Elaborado por: Autores

Tabla 59: Porcentaje de aprovechamiento de RO y cantidad de RDSU destinada al RESAN

<b>Proyección al año 2045</b>											
<b>Cantón</b>	<b>Hab.</b>	<b>RDSU ton / día</b>	<b>Porcentaje (%)</b>		<b>RO ton / día</b>	<b>RM, Rm ton / día</b>	<b>RO total ton / día</b>	<b>Aprov. RO</b>		<b>RO a ET ton / día</b>	<b>RDI a ET ton / día</b>
			<b>RO</b>	<b>RDI</b>				<b>%</b>	<b>ton / día</b>		
Sevilla de Oro	8678	7.53	37.67	62.33	2.84	0.43	3.26	65	2.12	1.14	4.70
Guachapala	4460	0.91	48.99	51.01	0.44	0.07	0.51	65	0.33	0.18	0.46
El Pan	2704	1.32	42.41	57.59	0.56	0.08	0.65	65	0.42	0.23	0.76
Paute	34825	16.38	62.02	37.98	10.16	1.52	11.68	65	7.59	4.09	6.22
<b>Total</b>	<b>50667</b>	<b>26.14</b>			<b>14.00</b>	<b>2.10</b>	<b>16.10</b>		<b>10.47</b>	<b>5.64</b>	<b>12.14</b>

Elaborado por: Autores

#### 4.5.1.1. Construcción y operación

##### 4.5.1.1.1. Recepción de RO

Los vehículos que transportan los RO son pesados mediante una báscula electrónica (3 m de ancho x 9 m de largo) al ingreso del COAT, cuya lectura se registra en la memoria de una computadora, mediante fichas de control (Anexos – Sección E – Tabla 212). Esto permite llevar un control de ingreso de la materia prima a la planta de compostaje. Una vez realizado el pesaje, los RO se descargan en un espacio físico de recepción para su posterior traslado mediante una cargadora frontal al área de compostaje. El área de recepción es de 1610 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta espacios para la maniobra de los vehículos y cargadora frontal.

##### 4.5.1.1.2. Área del proceso de compostaje

Una vez llegado los RO al área de compostaje se realiza el armado de las pilas. Según Román et al., (2013) las dimensiones de las pilas generalmente son de entre 1.5 - 2 metros de alto y 1.5 - 3 metros de ancho. Para que exista una adecuada oxigenación de las pilas se necesita volteos periódicos y adición de agua. Para los volteos se utilizará una mini cargadora.

El volumen necesario para el proceso de compostaje toma en cuenta la cantidad y densidad de los RO que llegan a la planta y el tiempo (t) necesario para la obtención del compost (Ec. 12) (Medina, 2009).

$$VPC = CRO * DRO \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde

VPC = volumen para el proceso de compostaje

CRO = cantidad RO estimado diario en un tiempo (t). (180 días en el presente estudio)

DRO = densidad de los RO

La cantidad de RO estimado de aprovechamiento en el año 2045 es de 10465.53 kg/día, la densidad de los RO es de 280 kg/m<sup>3</sup> y el tiempo para la obtención de compost es de 180 días, dando como resultado que el volumen necesario para el proceso de compostaje es de 6750.34 m<sup>3</sup> (Tabla 60).

Tabla 60: Volumen para el proceso de compostaje

Volumen para el proceso de compostaje			
Aprov. RO (kg/día)	Tiempo de compost (día)	DRO (kg/m <sup>3</sup> )	VPC (m <sup>3</sup> )
10465.53	180	280	6727.84

Elaborado por: Autores

Posteriormente, se calcula el volumen que dispondrá cada pila con el objetivo de determinar el número de pilas que ocupará la zona del proceso de compostaje (Ec. 13) (Romero, 2012).

$$\text{Volumen de la pila} = (\pi * \text{Altura} * \text{Ancho} * \text{Largo}) / 2 \quad (\text{Ec.13})$$

Las dimensiones seleccionadas para la conformación de las pilas son: altura de 2 m, ancho de 3 m y largo de 30 m. El volumen de cada pila es de 282.74 m<sup>3</sup>. Para determinar el número de pilas que se necesitan, se divide el volumen del proceso de compostaje

(6750.34 m<sup>3</sup>) entre el volumen de cada pila (282.74 m<sup>3</sup>), dando como resultado 24 pilas. Estas estarán distribuidas en una matriz de 2x12. El área final de compostaje es de 5250 m<sup>2</sup> considerando espacios entre pilas para la maniobra de la mini cargadora (Tabla 61).

Tabla 61: Área final para el proceso de compostaje

Área final para el proceso de compostaje									
Volumen de cada pila (m3)					Número de pilas				Área final (m <sup>2</sup> )
Pi	Alto	Ancho	Largo	Volumen	VPC (m <sup>3</sup> )	Volumen de las pilas (m <sup>3</sup> )	# de pilas	Matriz	
3.14	2	3	30	282.74	6727.84	282.74	24	2x12	5250

Elaborado por: Autores

#### 4.5.1.1.3. Área de afino, secado y ensacado de compost

Después de los 180 días, el proceso de fermentación ha terminado y se ha obtenido el compost. Con la ayuda de la mini cargadora, el compost se traslada y se descarga en la tolva e inmediatamente pasa a un tamiz vibratorio para el afino y secado del compost. Posteriormente, el compost más fino se coloca en sacos y se pesan mientras que el compost grueso regresa a las pilas para continuar con su proceso de fermentación. El área destinada para el afino, secado y ensacado del compost es de 700 m<sup>2</sup>, misma que se compone de áreas de maniobra para operarios, máquinas y equipos.

#### 4.5.1.1.4. Área de almacenamiento del compost

Los sacos de compost son llevados al lugar de almacenamiento para su posterior venta al consumidor final, o aplicación directa para áreas verdes. Para el cálculo del área de almacenamiento de compost es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Para la proyección de la cantidad de compost a almacenar, se toma en cuenta que aproximadamente el 60% de los RO se pierden por lixiviados y biodegradación de la materia orgánica. De esta manera, solo el 40% de los RO se convierten en compost (Röben, 2002). Para el cálculo de la proyección del compost se utiliza la ecuación Ec. 14 (Romero, 2012).

$$CCE \text{ (ton)} = CRO \text{ (ton)} * 0.40 \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

CCE = cantidad de compost estimado

CRO = cantidad RO estimado diario en un tiempo (t). (180 días en el presente estudio)

Por otro lado, según autores como Röben (2002); Romero (2012); Sztern & Pravia (1999), la densidad del compost maduro es de 0.65 ton/m<sup>3</sup>, esto permite que, junto con la cantidad estimada de compost, se determine el volumen que ocupa dicho producto final (Ec. 15)

$$VOC = CCE / DCM \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde

VOC = volumen que ocupa el compost

CCE = cantidad de compost estimado

DCM = densidad del compost maduro

La cantidad de compost estimado durante 180 días es de 753.52 ton y el volumen que ocupará el compost es de 1159.26 m<sup>3</sup> (Tabla 62), considerando una altura máxima de almacenamiento del compost de 2.5 m, da como resultado un área mínima de 463.70 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se seleccionaron como dimensiones de largo y ancho los valores de 70 y 7 m, respectivamente, obteniendo un área de 490 m<sup>2</sup>. (Tabla 63).

Tabla 62: Cantidad de compost estimado y volumen de compost para el año 2045

ton/día	CCE			VOC		
	CRO (ton/180 días)	% compost obtenido	CCE (ton)	CCE (ton)	DCM (ton/m <sup>3</sup> )	VOC (m <sup>3</sup> )
10.47	1883.80	40	753.52	753.52	0.65	1159.26

Elaborado por: Autores

Tabla 63: Área total de la zona de almacenamiento para el año 2045

Área total de la zona de almacenamiento	
Componentes	
VOC mínimo (m <sup>3</sup> )	1159.26
Ancho seleccionado (m)	7
Largo seleccionado (m)	70
Alto seleccionado (m)	2.5
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>1225</b>
<b>Área utilizada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>490</b>

Elaborado por: Autores

#### 4.5.1.1.5. Poza o piscina de lixiviados del proceso de compost

Los lixiviados generados en el proceso de compostaje son captados en lagunas o pozas, para desplazarlas hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Chaullabamba ubicada en el cantón Cuenca.

#### 4.5.1.1.6. Área de maniobras

Espacio de pavimento rígido considerado para la circulación de los vehículos tanto recolectores como de transferencia que facilita las maniobras y evita complicaciones o accidentes. El pavimento debe soportar las fuertes cargas de los vehículos. Las áreas de maniobras se presentan en la Tabla 64.

Tabla 64: Área de maniobras

Área (m <sup>2</sup> ) de maniobras para la	
Descarga de RO a ser compostados	1750
Descarga de RSU a ser transferidos	1259.48
Carga de vehículos de transferencia	1656.75

Elaborado por: Autores

#### 4.5.1.1.7. Taller y bodegas

Lugar destinado al mantenimiento, lavado y reparación de: vehículos recolectores y transferencia. Cuenta con una bodega para el almacenamiento de insumos, repuestos y varios. También, dispone de 3 bodegas para el almacenamiento de insumos de vulcanizado, herramientas e insumos de lubricación. Las áreas de estas bodegas se presentan en la Tabla 65.

Tabla 65: Área de taller y bodegas

Áreas (m <sup>2</sup> ) del taller y bodegas	
Taller	341.6
Bodega de insumos, repuestos y varios	476.38
Bodega para insumos de vulcanizado	32
Bodega de herramientas	20.8
Bodega de insumos de lubricación	32

Elaborado por: Autores

#### 4.5.1.1.8. Área de estacionamiento

Se poseen 3 zonas destinadas para el aparcamiento de vehículos: recolectores y de transferencia, clientes de compra de compost, y para personal de la COAT o visitas (Tabla 66).

Tabla 66: Áreas de aparcamientos para vehículos

<b>Áreas (m<sup>2</sup>) de aparcamientos para vehículos</b>	
Recolectores y de transferencia	650
Clientes de compra de compost	1279.5
Personal del COAT o visitas	370

Elaborado por: Autores

#### 4.5.1.1.9. Oficinas administrativas

Constan de la construcción de componentes como: oficina encargada de la administración de la ET, oficina encargada para la administración de la planta de compostaje, oficina para el almacenamiento de documentos, procesos y otros, salón de reuniones o conferencias, servicios higiénicos, bodega para utilería menor, vestuarios y departamento médico. Estos componentes representan un área total de 385.5 m<sup>2</sup>.

#### 4.5.1.1.10. Cubierta

Se dotará de cubierta la zona del proceso de compostaje para prevenir la propagación de polvo, partículas, humo, ruido y malos olores.

#### 4.5.1.1.11. Caseta de control de pesaje

Lugar de trabajo para un operario calificado que se encargue de llevar los protocolos de pesaje de los vehículos de recolección y de transferencia. El área de la caseta de control de pesaje es de 20 m<sup>2</sup> equipada de los insumos necesarios para llevar a cabo su actividad. También, cuenta con la instalación de un sanitario para su uso exclusivo.

#### 4.5.1.1.12. Caseta de vigilancia

Lugar de trabajo para un vigilante de seguridad calificado, cuya función es evitar la entrada de personal y vehículos no autorizados. El área de la caseta de vigilancia es de 9 m<sup>2</sup> con instalación de sanitarios para uso exclusivo del vigilante.

#### 4.5.1.1.13. Vías internas

Las vías internas fueron diseñadas en pavimento flexible cumpliendo con la normativa ecuatoriana del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y también considerando criterios de la normativa colombiana. Se consideró radios de giro de 15, 21 y 31 m, pendientes máximas del 8%, peraltes de curva del 6%, velocidad de diseño de 30 km/h y sobreanchos que garanticen el giro de los vehículos.

#### 4.5.1.1.14. Cerca perimetral

Delimita el perímetro del COAT con el objetivo de evitar el acceso de personas no autorizadas y a su vez de vectores transmisores de enfermedades como perros callejeros, roedores, etc. El perímetro de implementación de la cerca es de 820 m, para un área total del COAT de 39000 m<sup>2</sup>, es decir, 3.9 ha. Hay que considerar que alrededor del COAT se debe implementar barreras naturales, es decir, plantar árboles, arbustos y plantas con el fin de evitar el esparcimiento de polvo y malos olores hacia el exterior y a su vez, favoreciendo a la estética del paisaje. Los planos del COAT se presenta en el Anexos – Sección G – Plano 1/3.

#### 4.5.1.2. Equipo y maquinaria

Los equipos y maquinarias necesarias tanto para la ET como la planta de compostaje son: plataforma con balanza electrónica, tolvas de descarga de RO y RDI para la transferencia, vehículos de transferencia, mini cargadora, tamiz vibratorio con tolva de entrada, recipiente para descarga de compost fino y grueso, cosedora de sacos y balanza electrónica de sacos. Las especificaciones técnicas de los equipos y maquinarias se presentan en los Anexos – Sección E – Tabla 213, así como los costos de la implementación del COAT, se presentan en los Anexos – Sección E – Tabla 216.

#### 4.5.2. Infraestructura del COAT – SIGCHOGUA

El COAT – SIGCHOGUA aprovechará los RO mediante la elaboración de compost para su posterior venta al consumidor y/o utilización para zonas municipales. Los RDI se clasificarán de acuerdo a RIR y RDI rechazables. Los RIR serán destinados a la venta a gestores ambientales mientras que los residuos rechazables se trasladarán a través de vehículos de transferencia hacia el RESAN Pichacay.

El aprovechamiento de RO para este COAT presenta anualmente un crecimiento del 2% durante los primeros 15 años (año 2034). Durante los últimos 10 años este porcentaje se estabiliza con un aprovechamiento del 36% (Tabla 67). Los detalles para la generación (ton/día) de RDSU anual por cantón se presentan en los Anexos-Sección D-Tablas 181 a la 205. Para el diseño de la infraestructura, se tomó la proyección poblacional atendida y de generación de RDSU del año 2045. La capacidad de aprovechamiento de RO total (36%) en la planta de compostaje será de 19.64 ton/día, mientras que, 34.91 ton/día (64%) de RO se descargarán en los vehículos de transferencia, que posteriormente, serán destinados al RESAN Pichacay (Tabla 68).

Tabla 67: Porcentaje anual de aprovechamiento de RO

Año	Generación (ton/día)		Aprovechamiento	
	RO	RO, RM, Rm	(%)	ton/día
2020	29.52	33.95	8	2.72
2021	30.20	34.72	10	3.47
2022	30.88	35.52	12	4.26
2023	31.53	36.26	14	5.08
2024	32.17	37.00	16	5.92
2025	32.83	37.76	18	6.80
2026	33.51	38.53	20	7.71
2027	34.19	39.32	22	8.65
2028	34.89	40.12	24	9.63
2029	35.60	40.95	26	10.65
2030	36.30	41.74	28	11.69
2031	37.00	42.55	30	12.77
2032	37.72	43.38	32	13.88
2033	38.45	44.22	34	15.03
2034	39.19	45.07	36	16.23
2035	39.95	45.94	36	16.54
2036	40.72	46.83	36	16.86
2037	41.51	47.74	36	17.19
2038	42.31	48.66	36	17.52
2039	43.13	49.60	36	17.86
2040	43.96	50.55	36	18.20
2041	44.65	51.34	36	18.48
2042	45.34	52.14	36	18.77
2043	46.04	52.94	36	19.06
2044	46.75	53.76	36	19.35
2045	47.43	54.54	36	19.64

Elaborado por: Autores

Tabla 68: Porcentaje de aprovechamiento de RO y cantidad de RO a RESAN Pichacay

Proyección de RO a 2045										
Cantón	Hab	RDSU	Porcentaje %		RO	RM y Rm	RO total	Aprov. RO		RO a ET
		ton/día	RO	RDI	ton/día	ton/día	ton/día	%	ton/día	ton/día
Sígsig	35370	27.44	56.62	43.38	15.53	2.33	17.86	36	6.43	11.43
Chordeleg	20697	12.83	56.60	43.40	7.26	1.09	8.35	36	3.01	5.34
Gualaceo	59046	41.97	58.70	41.30	24.64	3.70	28.33	36	10.20	18.13
<b>Total</b>	115113	82.23			47.43	7.11	54.55		19.64	34.91

Elaborado por: Autores

El aprovechamiento de los RIR en la planta de separación será de 20.23 ton/día, mientras que, 14.57 ton/día de RDI rechazables se descargarán en los vehículos de transferencia, que posteriormente, serán destinados al RESAN Pichacay (Tabla 69). El porcentaje de aprovechamiento general es de 58.13% del total de RI.

Tabla 69: Porcentaje de aprovechamiento de RIR y cantidad de rechazables a RESAN Pichacay

Proyección de RSU a 2045													
Cantón	RDI total	RI reciclables (ton/día)									RDI a ET	Aprov. RIR	
	ton/día	Papel, cartón	Metal	Plástico blando	Plástico rígido	Caucho	Vidrio	Madera	Textil	Tetra pack	ton/día	%	ton/día
Sígsig	11.90	1.96	0.30	1.61	1.59	0.04	0.41	0.04	0.60	0.05	5.30	55.46	6.60
Chordeleg	5.57	0.77	0.13	0.69	0.91	0.00	0.52	0.06	0.30	0.00	2.19	60.60	3.37
Gualaceo	17.33	1.84	0.23	4.89	1.86	0.36	1.00	0.08	0.00	0.00	7.08	59.18	10.26
<b>Total</b>	34.80	4.57	0.65	7.19	4.36	0.40	1.93	0.19	0.90	0.05	14.57	58.13	20.23

Elaborado por: Autores

#### 4.5.2.1. Construcción y operación

##### 4.5.2.1.1. Recepción de RO

Los vehículos que transportan los RO son pesados mediante una balanza electrónica (3 m de ancho x 16 m de largo) al ingreso del COAT, cuya lectura se registra en la memoria de una computadora (Anexos – Sección E – Tabla 212). Esto permite llevar un control de ingreso de la materia prima a la planta de compostaje. Una vez realizado el pesaje, los RO se descargan en un espacio físico de recepción para su posterior traslado mediante una cargadora frontal al área de compostaje. El área de recepción es de 1040 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta espacios para la maniobra de los vehículos y cargadora frontal.

##### 4.5.2.1.2. Área del proceso de compostaje

Utilizando la Ec. 12, la cantidad de RO estimado de aprovechamiento en el año 2045 es de 19636.80 kg/día, la densidad de los RO es de 280 kg/m<sup>3</sup> y el tiempo para la obtención de compost es de 180 días, dando como resultado que el volumen necesario para el proceso de compostaje es de 12623.66 m<sup>3</sup> (Tabla 70).

Tabla 70: Volumen para el proceso de compostaje

Volumen para el proceso de compostaje			
Aprov. RO (kg/día)	Tiempo de compost (días)	DRO (kg/m <sup>3</sup> )	VPC (m <sup>3</sup> )
19636.80	180	280	12623.66

Elaborado por: Autores

Las dimensiones seleccionadas para la conformación de las pilas son: altura de 2 m, ancho de 3 m y largo de 30 m. Utilizando la Ec.13, el volumen de cada pila es de 282.74 m<sup>3</sup>. Para determinar el número de pilas que se necesitan, se divide el volumen del proceso de compostaje (12623.66 m<sup>3</sup>) entre el volumen de cada pila (282.74 m<sup>3</sup>), dando como resultado 45 pilas. Estas estarán distribuidas en una matriz de 3x15. El área final de compostaje es de 9880 m<sup>2</sup> considerando espacios entre pilas para la maniobra de la mini cargadora (Tabla 71).

Tabla 71: Área final para el proceso de compostaje

Área final para el proceso de compostaje									
Volumen de cada pila (m3)					Número de pilas				Área final (m <sup>2</sup> )
Pi	Alto	Ancho	Largo	Volumen	VPC (m <sup>3</sup> )	Volumen de las pilas (m <sup>3</sup> )	# de pilas	Matriz	
3.14	2	3	30	282.74	12623.66	282.74	45	3x15	9880

Elaborado por: Autores

#### 4.5.2.1.3. Área de afino, secado y ensacado de compost

Después de los 180 días, el proceso de fermentación ha terminado y se ha obtenido el compost. Con la ayuda de 2 mini cargadoras, el compost se traslada y se descarga en la tolva e inmediatamente pasa a dos tamices vibratorios para el afino y secado del compost. Posteriormente, el compost más fino, se coloca en sacos y se pesan mientras que el compost grueso regresa a las pilas para continuar con su proceso de fermentación. El área destinada para el afino, secado y ensacado del compost es de 855 m<sup>2</sup>, misma que se compone de áreas de maniobra para operarios, máquinas y equipos.

#### 4.5.2.1.4. Área de almacenamiento del compost

Los sacos de compost son llevados al lugar de almacenamiento para su posterior venta al consumidor final, o aplicación directa para áreas verdes. Mediante las Ec. 14 y 15, se determina la cantidad de compost estimado y el volumen que ocupa el compost, respectivamente. La cantidad de compost estimado durante 180 días es de 1413.85 ton y el volumen que ocupará el compost es de 2175.15 m<sup>3</sup> (Tabla 72), considerando una altura máxima de almacenamiento del compost de 3 m, da como resultado un área mínima de 725.05 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se seleccionaron como dimensiones de largo y ancho los valores de 95 y 8 m, respectivamente, obteniendo un área de 760 m<sup>2</sup> (Tabla 73).

Tabla 72: Cantidad de compost estimado y volumen de compost para el año 2045

ton/día	CCE			VOC		
	CRO (ton/180 días)	% compost obtenido	CCE (ton)	CCE (ton)	DCM (ton/m <sup>3</sup> )	VOC (m <sup>3</sup> )
10.47	3534.62	40	1413.85	1413.85	0.65	2175.15

Elaborado por: Autores

Tabla 73: Área total de la zona de almacenamiento para el año 2045

Área total de la zona de almacenamiento	
Componentes	
VOC mínimo (m <sup>3</sup> )	2175.15
Ancho seleccionado (m)	8
Largo seleccionado (m)	95
Alto seleccionado (m)	3
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>2280</b>
<b>Área utilizada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>760</b>

Elaborado por: Autores

#### 4.5.2.1.5. Poza o piscina de lixiviados del proceso de compost

Los lixiviados generados en el proceso de compostaje son captados en lagunas o pozas para desplazarlas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) ubicada en la parroquia de Chaullabamba del cantón de Cuenca.

#### 4.5.2.1.6. Área de recepción de RDI

Los vehículos que transportan los RDI son pesados en la balanza electrónica al ingreso del COAT, cuya lectura se registra en la memoria de una computadora, mediante fichas de control (Anexos – Sección E – Tabla 212). Esto permite llevar un control de ingreso de los RDI a la planta de separación. Una vez realizado el pesaje, los RDI se descargan en un espacio físico de recepción para su empuje hacia las cintas elevadoras mediante una mini cargadora. El área de recepción es de 875 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta espacios para la maniobra de la mini cargadora.

#### 4.5.2.1.7. Cintas elevadoras y de clasificación

Los RDI son transportados mediante cintas elevadoras de 0.65 m de ancho hacia las cintas de clasificación que poseen un ancho de 0.80 m. Posteriormente, se realiza la clasificación de los RIR y RDI rechazables de forma manual a lo largo de 21 metros, a excepción de los residuos metálicos que se realiza mediante un separador de metales (imán electromagnético) al inicio de la cinta de clasificación.

#### 4.5.2.1.8. Cuartos de almacenamiento preliminar

Cada operario que se encuentre realizando la actividad de clasificación dispondrá de una tolva cuadrada de 0.50 m ancho, que funciona como conducto hacia el almacenamiento preliminar de los RIR y RDI. Cada cuarto de almacenamiento preliminar de los RIR dispone de un área de 9.30 m<sup>2</sup> mientras que para los residuos rechazables es de 10.25 m<sup>2</sup>. Los residuos rechazables serán previamente prensado y dispuestos en los vehículos de transferencia, para su posterior traslado hacia el RESAN de Pichacay.

#### 4.5.2.1.9. Prensado y embalaje de RIR

Los RIR se trasladan mediante una mini cargadora a la cinta elevadora para su prensado y embalado. La prensa adquirida soporta cualquier tipo de RDSU y es capaz de procesar de 8 a 10 ton/hora. Posteriormente, pasa a la embaladora que es capaz de procesar hasta 40 balas por hora. Después, se trasladan a la zona de almacenamiento final para su venta a gestores ambientales. La zona de almacenamiento final de RIR es de 450 m<sup>2</sup>.

#### 4.5.2.1.1. Área de maniobras

Espacio de pavimento rígido considerado para la circulación de los vehículos tanto recolectores como de transferencia que facilita las maniobras y evita complicaciones o accidentes. El pavimento debe soportar las fuertes cargas de los vehículos. Las áreas de maniobras se presentan en la Tabla 74.

Tabla 74: Área de maniobras

Área (m <sup>2</sup> ) de maniobras	
Descarga de RO a ser compostados y RI	7043.7
Descarga de RDSU a ser transferidos	3575
Carga de vehículos de transferencia	3171

Elaborado por: Autores

#### 4.5.2.1.2. Taller y bodegas

Lugar destinado al mantenimiento, lavado y reparación de: vehículos recolectores y transferencia. Cuenta con una bodega para el almacenamiento de insumos, repuestos y varios. También, dispone de 3 bodegas para el almacenamiento de insumos de vulcanizado, herramientas e insumos de lubricación. Las áreas de estas bodegas se presentan en la Tabla 75.

Tabla 75: Área de taller y bodegas

<b>Áreas (m<sup>2</sup>) del taller y bodegas</b>	
Taller	490.41
Bodega de insumos, repuestos y varios	1004
Bodega para insumos de vulcanizado	32
Bodega de herramientas	20.8
Bodega de insumos de lubricación	32

Elaborado por: Autores

#### 4.5.2.1.3. Área de estacionamiento

Se poseen 3 zonas destinadas para el aparcamiento de vehículos: recolectores y transferencia, clientes de compra de compost, y para personal de la COAT o visitas (Tabla 76).

Tabla 76: Áreas de aparcamientos para vehículos

<b>Áreas (m<sup>2</sup>) de aparcamientos para vehículos</b>	
Recolectores y de transferencia	855.23
Clientes de compra de compost y RIR	1653.65
Personal del COAT o visitas	669.58

Elaborado por: Autores

#### 4.5.2.1.4. Oficinas administrativas

Constan de la construcción de componentes como: oficina encargada de la administración de la ET, oficina encargada para la administración de la planta de compostaje, oficina para el almacenamiento de documentos, procesos y otros, salón de reuniones o conferencias, servicios higiénicos, bodega para utilería menor, vestuarios y departamento médico. Estos componentes representan un área total de 495.75 m<sup>2</sup>.

#### 4.5.2.1.5. Cubierta

Se dotará de cubierta la zona del proceso de compostaje para prevenir la propagación de polvo, partículas, humo, ruido, malos olores, lluvia y control de temperatura.

#### 4.5.2.1.6. Caseta de control de pesaje

Lugar de trabajo para un operario calificado que se encargue de llevar los protocolos de pesaje de los vehículos de recolección y de transferencia. El área de la caseta de control de pesaje es de 20 m<sup>2</sup> equipada de los insumos necesarios para llevar a cabo su actividad. También, cuenta con la instalación de un sanitario para su uso exclusivo.

#### 4.5.2.1.7. Caseta de vigilancia

Lugar de trabajo para un vigilante de seguridad calificado, cuya función es evitar la entrada de personal y vehículos no autorizados. El área de la caseta de vigilancia es de 9 m<sup>2</sup> con instalación de sanitarios para uso exclusivo del vigilante.

#### *4.5.2.1.8. Vías internas*

Las vías internas fueron diseñadas en pavimento flexible cumpliendo con la normativa ecuatoriana del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y también considerando criterios de la normativa colombiana. Se consideró radios de giro de 15, 21 y 31 m, pendientes máximas del 8%, peraltes de curva del 6%, velocidad de diseño de 30 km/h y sobreeanchos que garanticen el giro de los vehículos.

#### *4.5.2.1.9. Cerca perimetral*

Delimita el perímetro del COAT con el objetivo de evitar el acceso de personas no autorizadas y a su vez de vectores transmisores de enfermedades como perros callejeros, roedores, etc. El perímetro de implementación de la cerca es de 948 m, para un área total del COAT de 51944 m<sup>2</sup>, es decir, 5.19 ha. Hay que considerar que alrededor del COAT se debe implementar barreras naturales, es decir, plantar árboles, arbustos y plantas con el fin de evitar el esparcimiento de polvo y malos olores hacia el exterior y a su vez, favoreciendo a la estética del paisaje. Los planos del COAT se presenta en los Anexos – Sección G – Plano 2/3.

#### **4.5.2.2. Equipo y maquinaria**

Los equipos y maquinarias necesarias para la ET, las plantas de compostaje y de separación son: plataforma con balanza electrónica, tolva de descarga de RO y RDI para transferencia, vehículos de transferencia, mini cargadora, cargadora frontal, tamiz vibratorio con tolva de entrada, recipiente para descarga de compost fino y grueso, cosedora de sacos, montacargas, balanza electrónica de sacos, cintas de elevación y clasificación, separador de metales, prensa y embaladora. Las especificaciones técnicas de los equipos y maquinarias se presentan en los Anexos – Sección E – Tabla 214, así como los costos de la implementación del COAT, se presentan en los Anexos – Sección E – Tabla 217.

#### **4.5.3. Infraestructura COAT – ONA**

El COAT – ONA aprovechará los RO mediante la elaboración de compost para su posterior venta al consumidor y/o utilización para zonas municipales mientras que los RI se trasladarán a través de vehículos de transferencia hacia el RESAN Pichacay.

El aprovechamiento de RO para este COAT presenta anualmente un crecimiento del 3% durante los primeros 20 años (año 2034). Durante los últimos 5 años este porcentaje se estabiliza con un aprovechamiento del 75% (Tabla 77). Los detalles para la generación (ton/día) de RDSU anual por cantón se presentan en los Anexos – Sección D – Tablas 182 a la 206.

Para el diseño de la infraestructura, se tomó la proyección poblacional atendida y de generación de RDSU del año 2045. La capacidad de aprovechamiento de RO total (75 %) en la planta de compostaje será de 3.60 ton/día, mientras que, 1.20 ton/día (25%) de RO junto con las 3.79 ton/día de RDI, se descargarán en los vehículos de transferencia, que posteriormente, serán destinados al RESAN de Huascachaca (Tabla 78).

Tabla 77: Porcentaje anual de aprovechamiento de RO

COAT ONA				
Año	Generación (ton/día)		Aprovechamiento	
	RO	RO, RM, Rm	(%)	ton/día
2020	2.90	3.33	15	0.50
2021	2.95	3.39	18	0.61
2022	3.00	3.45	21	0.73
2023	3.06	3.51	24	0.84
2024	3.11	3.58	27	0.97
2025	3.17	3.64	30	1.09
2026	3.22	3.71	33	1.22
2027	3.28	3.77	36	1.36
2028	3.34	3.84	39	1.50
2029	3.40	3.91	42	1.64
2030	3.46	3.98	45	1.79
2031	3.52	4.05	48	1.94
2032	3.57	4.10	51	2.09
2033	3.61	4.15	54	2.24
2034	3.66	4.21	57	2.40
2035	3.70	4.26	60	2.56
2036	3.75	4.31	63	2.72
2037	3.80	4.37	66	2.88
2038	3.84	4.42	69	3.05
2039	3.89	4.48	72	3.22
2040	3.94	4.53	75	3.40
2041	3.99	4.59	75	3.44
2042	4.04	4.65	75	3.49
2043	4.09	4.70	75	3.53
2044	4.13	4.75	75	3.57
2045	4.18	4.81	75	3.60

Elaborado por: Autores

Tabla 78: Porcentaje de aprovechamiento de RO y cantidad de RDSU destinados al RESAN

Proyección al año 2045											
Cantón	Hab.	RDSU	Porcentaje (%)		RO	RM, Rm	RO total	Aprov. RO		RO a ET	RDI a ET
		ton / día	RO	RDI	ton / día	ton / día	ton / día	%	ton / día	ton / día	ton / día
Nabón	18014	5.53	63.64	36.36	3.52	0.53	4.05	75	3.04	1.01	2.01
Oña	4988	2.44	27.00	73.00	0.66	0.10	0.76	75	0.57	0.19	1.78
<b>Total</b>	<b>23002</b>	<b>7.97</b>			<b>4.18</b>	<b>0.63</b>	<b>4.81</b>		<b>3.60</b>	<b>1.20</b>	<b>3.79</b>

Elaborado por: Autores

### 4.5.3.1. Construcción y operación

#### 4.5.3.1.1. Recepción de RO

Los vehículos que transportan los RO son pesados mediante una balanza electrónica (3 m de ancho x 7 m de largo) al ingreso del COAT, cuya lectura se registra en la memoria de una computadora, mediante fichas de control (Anexos – Sección E – Tabla 212). Esto permite llevar un control de ingreso de la materia prima a la planta de compostaje. Una vez realizado el pesaje, los RO se descargan en un espacio físico de recepción para su posterior traslado mediante una cargadora frontal al área de compostaje. El área de recepción es de 560 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta espacios para la maniobra de los vehículos y cargadora frontal.

#### 4.5.3.1.2. Área del proceso de compostaje

Utilizando la Ec. 12, la cantidad de RO estimado de aprovechamiento en el año 2045 es de 3604.79 kg/día, la densidad de los RO es de 280 kg/m<sup>3</sup> y el tiempo para la obtención de compost es de 180 días, dando como resultado que el volumen necesario para el proceso de compostaje es de 2317.37 m<sup>3</sup> (Tabla 79).

Tabla 79: Volumen para el proceso de compostaje

Volumen para el proceso de compostaje			
Aprov. RO (kg/día)	Tiempo de compost (días)	DRO (kg/m <sup>3</sup> )	VPC (m <sup>3</sup> )
3604.79	180	280	2317.37

Elaborado por: Autores

Las dimensiones seleccionadas para la conformación de las pilas son: altura de 2 m, ancho de 3 m y largo de 30 m. Utilizando la Ec. 13, el volumen de cada pila es de 282.74 m<sup>3</sup>. Para determinar el número de pilas que se necesitan, se divide el volumen del proceso de compostaje (2317.37 m<sup>3</sup>) entre el volumen de cada pila (282.74 m<sup>3</sup>), dando como resultado 8 pilas. Estas estarán distribuidas en una matriz de 2x4. El área final de compostaje es de 1890 m<sup>2</sup> considerando espacios entre pilas para la maniobra de la mini cargadora (Tabla 80).

Tabla 80: Área final para el proceso de compostaje

Área final para el proceso de compostaje									
Volumen de cada pila (m <sup>3</sup> )					Número de pilas				Área final (m <sup>2</sup> )
Pi	Alto	Ancho	Largo	Volumen	VPC (m <sup>3</sup> )	Volumen de las pilas (m <sup>3</sup> )	# de pilas	Matriz	
3.14	2	3	30	282.74	2317.37	282.74	8	2x4	1890

Elaborado por: Autores

#### 4.5.3.1.3. Área de afino, secado y ensacado de compost

Después de los 180 días, el proceso de fermentación ha terminado y se ha obtenido el compost. Con la ayuda de una mini cargadora, el compost se traslada y se descarga en la tolva e inmediatamente pasa a un tamiz vibratorio para el afino y secado del compost. Posteriormente, el compost de mejor calidad se coloca en sacos y se pesan mientras que el compost grueso regresa a las pilas para continuar con su proceso de fermentación. El área destinada para el afino, secado y ensacado del compost es de 135.46 m<sup>2</sup>.

#### 4.5.3.1.4. Área de almacenamiento del compost

Los sacos de compost son llevados al lugar de almacenamiento para su posterior venta al consumidor final, o aplicación directa para áreas verdes. Mediante las Ec. 14 y 15, se determina la cantidad de compost estimado y el volumen que ocupa el compost, respectivamente. La cantidad de compost estimado durante 180 días es de 259.54 ton y el volumen que ocupará el compost es de 399.30 m<sup>3</sup> (Tabla 81), considerando una altura máxima de almacenamiento del compost de .5 m, da como resultado un área mínima de 159.72 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se seleccionaron como dimensiones de largo y ancho los valores de 14 y 13 m, respectivamente, obteniendo un área de 182 m<sup>2</sup> (Tabla 82).

Tabla 81: Cantidad de compost estimado y volumen de compost para el año 2045

ton/día	CCE			VOC		
	CRO (ton en 180 días)	% compost obtenido	CCE (ton)	CCE (ton)	DCM (ton/m <sup>3</sup> )	VOC (m <sup>3</sup> )
3.60	648.86	40	259.54	259.54	0.65	399.30

Elaborado por: Autores

Tabla 82: Área total de la zona de almacenamiento para el año 2045

Área total de la zona de almacenamiento	
Componentes	
VOC mínimo (m <sup>3</sup> )	399.30
Ancho seleccionado (m)	13
Largo seleccionado (m)	14
Alto seleccionado (m)	2,5
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>455</b>
<b>Área utilizada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>182</b>

Elaborado por: Autores

#### 4.5.3.1.5. Poza o piscina de lixiviados del proceso de compost

Los lixiviados generados en el proceso de compostaje son captados en lagunas o pozas para desplazarlos y tratarlos mediante recirculación en un tanque en el RESAN de Huascachaca.

##### 4.5.3.1.1. Área de maniobras

Espacio de pavimento rígido considerado para la circulación de los vehículos tanto recolectores como de transferencia que facilita las maniobras y evita complicaciones o accidentes. El pavimento debe soportar las fuertes cargas de los vehículos. Las áreas de maniobras se presentan en la Tabla 83.

Tabla 83: Área de maniobras

Área (m <sup>2</sup> ) de maniobras para la	
Descarga de RO a ser compostados	1400
Descarga de RDSU a ser transferidos	700
Carga de vehículos de transferencia	702.12

Elaborado por: Autores

##### 4.5.3.1.2. Taller y bodegas

Lugar destinado al mantenimiento, lavado y reparación de: vehículos recolectores y transferencia. Cuenta con una bodega para el almacenamiento de insumos, repuestos y varios. También, dispone de 3 bodegas para el almacenamiento de insumos de

vulcanizado, herramientas e insumos de lubricación. Las áreas de estas bodegas se presentan en la Tabla 84.

Tabla 84: Área de taller y bodegas

<b>Áreas (m<sup>2</sup>) del taller y bodegas</b>	
Taller	260.71
Bodega de insumos, repuestos y varios	271
Bodega para insumos de vulcanizado	24
Bodega de herramientas	15.6
Bodega de insumos de lubricación	24

Elaborado por: Autores

#### 4.5.3.1.3. Área de estacionamiento

Se poseen 3 zonas destinadas para el aparcamiento de vehículos: recolectores y de transferencia, clientes de compra de compost, y para personal de la COAT o visitas (Tabla 85).

Tabla 85: Áreas de aparcamientos para vehículos

<b>Áreas (m<sup>2</sup>) de aparcamientos para vehículos</b>	
Recolectores y de transferencia	253.63
Clientes de compra de compost	359.66
Personal del COAT o visitas	185.11

Elaborado por: Autores

#### 4.5.3.1.4. Oficinas administrativas

Constan de la construcción de componentes como: oficina encargada de la administración de la ET, oficina encargada para la administración de la planta de compostaje, salón de reuniones o conferencias, servicios higiénicos, bodega para utilería menor, vestuarios y departamento médico. Estos componentes representan un área total de 203.22 m<sup>2</sup>.

#### 4.5.3.1.5. Cubierta

Se dotará de cubierta la zona del proceso de compostaje para prevenir la propagación de polvo, partículas, humo, ruido, malos olores, lluvia y control de temperatura.

#### 4.5.3.1.6. Caseta de control de pesaje

Lugar de trabajo para un operario calificado que se encargue de llevar los protocolos de pesaje de los vehículos de recolección y de transferencia. El área de la caseta de control de pesaje es de 20 m<sup>2</sup> equipada de los insumos necesarios para llevar a cabo su actividad. También, cuenta con la instalación de un sanitario para su uso exclusivo.

#### 4.5.3.1.7. Caseta de vigilancia

Lugar de trabajo para un vigilante de seguridad calificado, cuya función es evitar la entrada de personal y vehículos no autorizados. El área de la caseta de vigilancia es de 9 m<sup>2</sup> con instalación de sanitarios para uso exclusivo del vigilante.

#### 4.5.3.1.8. Vías internas

Las vías internas fueron diseñadas en pavimento flexible cumpliendo con la normativa ecuatoriana del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y también considerando

criterios de la normativa colombiana. Se consideró radios de giro desde 15 m, pendientes máximas del 8%, peraltes de curva del 6%, velocidad de diseño de 30 km/h y sobreelevaciones que garanticen el giro de los vehículos.

#### **4.5.3.1.9. Cerca perimetral**

Delimita el perímetro del COAT con el objetivo de evitar el acceso de personas no autorizadas y a su vez de vectores transmisores de enfermedades como perros callejeros, roedores, etc. El perímetro de implementación de la cerca es de 472 m, para un área total del COAT de 10034 m<sup>2</sup>, es decir, 1.03 ha. Hay que considerar que alrededor del COAT se debe implementar barreras naturales, es decir, plantar árboles, arbustos y plantas con el fin de evitar el esparcimiento de polvo y malos olores hacia el exterior y a su vez, favoreciendo a la estética del paisaje. Los planos del COAT se presenta en los Anexos– Sección G – Plano 3/3.

#### **4.5.3.2. Equipo y maquinaria**

Los equipos y maquinarias necesarias tanto para la ET como la planta de compostaje son: plataforma con balanza electrónica, tolva de descarga de RO y RDI, vehículos de transferencia, mini cargadora, tamiz vibratorio rotatorio con tolva de entrada, recipiente para descarga de compost fino y grueso, cosedora de sacos y balanza electrónica de sacos. Las especificaciones técnicas de los equipos y maquinarias se presentan en los Anexos – Sección E – Tabla 215, así como los costos de la implementación del COAT, se presentan en los Anexos – Sección E – Tabla 218.

## CAPÍTULO V

### 5. VIABILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL DE LA PROPUESTA

#### 5.1. Viabilidad técnica

El análisis multicriterio indicó una factibilidad de llevar a cabo el proyecto en función de variables de tipo ambiental y técnico. A los resultados se sumaron análisis económicos y de calidad del manejo de la gestión integral de RDSU en su etapa de transporte, en función de la inversión inicial que representa el proyecto y su costo a largo plazo, en comparación con los costos que representa el sistema actual.

Los costos pueden incluir la operación del equipo de transporte de transferencia, costo de operación de la ET, costos fijos de inversión, costos variables correspondientes al personal, tiempos no productivos de los vehículos de recolección, distancias recorridas, costos de mantenimiento, entre otros (Tapia, 2008), para los cuales se seleccionará aquellos que representan mayor importancia en el presente estudio.

#### 5.1.1. Viabilidad técnica del transporte

Para el análisis de la viabilidad técnica, se requiere conocer tanto el funcionamiento del sistema actual del transporte de los RDSU, de los cantones que se encuentran conformando los diferentes COATs establecidos, como del sistema propuesto. En primer lugar, la variable de análisis fue la comparación de la cantidad de kilómetros (km) recorridos (Tabla 86). De esta manera, se aprecia importantes resultados de la propuesta frente al sistema actual.

Con la propuesta, se reducirían mensualmente 2074.2 km de recorrido, lo que significaría un total de 24890.4 km al año, es decir, se ahorra un 37.14% en recorridos totales entre los 9 cantones que conformarán los COATs

Tabla 86: Km recorridos totales (ida/vuelta) considerando el número de viajes semanales

Recorridos para la disposición final (km)				
COATs	Cantones	Sistema Actual	Propuesta	
			Cantones - COAT	COAT-RESAN
SEGEPPA	Sevilla de Oro	335.6	141.56	582
	El Pan	306.08	112	
	Guachapala	254.12	60	
	Paute	103.6	103.6	
SIGCHOGUA	Gualaceo	2184	975.2	551.32
		80		
		98.5		
	Chordeleg	523.44	190.8	
	Sígsig	630.08	128	
ONA	Nabón	902.16	289.6	210
	Oña	167.2	166.5	
Subtotal		5584.78	2167.26	1343.32
Total		5584.78	3510.58	
<b>Ahorro mensual</b>		2074.2		
<b>Ahorro anual</b>		24890.4		
<b>Ahorro %</b>		37.14		

Elaborado por: Autores

Para el transporte, se ha identificado: los tipos de vehículos, la capacidad de carga que poseen, las marcas de los vehículos y el rendimiento promedio. Para el rendimiento de los vehículos se ha tomado como referencias datos proporcionados por Arroyo et al. (2012); Correa et al. (2010); Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, (2006); Posada et al. (2014). Estos datos consideran diferentes variables como: carga y tipo de vehículo. Esto se realizó ante la falta de información por parte de algunos cantones, que no cuentan con los estudios sobre rendimiento de sus vehículos. Además de ello, basado en los mismos autores se tomó consideraciones como: tipo de carretera en montaña, tipo de caminos que recorren y años de servicio del vehículo, ya que de acuerdo a estas variables el rendimiento disminuye notablemente. Para el presente proyecto, se manejó un valor del 50% del rendimiento promedio consultado. (Tabla 87).

Tabla 87: Características de los vehículos recolectores

COAT	Cantón	Cantidad	Tipo de recolector	Capacidad de carga	Marca	Modelo	Rendimiento		
							km/gl	Promedio	Zona montaña
SEGEPPA	Sevilla de Oro	1	Camión compactador	8 ton	Kenworth	2015	17	17	8.5
	El Pan	1	Camión con cajón abierto	2 ton	Daijatsu		16	16	8
	Guachapala	1	Volqueta	1 ton	Hino GH8 1726	2013	14	14	7
	Paute	1	Camión compactador	8 ton	Wolgswagen	2010	14	14.5	7.25
1		6 ton		Hino	2013	15			
SIGCHOGUA	Gualaceo	1	Camión compactador	13 ton			17	18	9
		2	Camión con cajón abierto	9,5 ton	Chevrolet	2016	17		
		2		4,5 ton			18		
		1		2,5 ton			20		
	Chordeleg	1	Camión compactador	10 ton	Hino	2018	19	19	9.5
	Sígsig	1	Camión compactador	7 ton			14	14	7
2		Camión con cajón abierto	7 ton	Hino GH		14			
ONA	Nabón	1	Camión con cajón abierto	2,5 ton	Hino	2009	16	16	8
	Oña	1	Camión compactador	3 ton	Hyundai HD65	2011	16	16	8

Elaborado por: Autores

Los datos de rendimiento se utilizaron tanto para el análisis de costos actuales como para los costos de la propuesta, en lo referente al consumo de combustible. Se obtuvo, por lo tanto, una relación de costos en el transporte de los residuos, con el uso de combustible y la distancia que recorren actualmente los vehículos hacia los sitios de disposición final.

Las distancias recorridas se determinaron en función del número de viajes que los camiones efectúan hacia los RESAN. Esta información, se obtuvo mediante entrevistas a las entidades encargadas de cada cantón y fue corroborada con información obtenida del Centro de control y pesaje del RESAN de Pichacay (2019b, 2019a, 2020). Finalmente, utilizando el costo actual del combustible diésel en el Ecuador (\$1.037), se obtiene un costo total anual de \$36207.56 dólares, los cuales estarían invirtiendo actualmente los cantones que conformarán los COATs (Tabla 88).

Tabla 88: Costos del transporte de RDSU del sistema actual

COAT	Cantón	Distancia (km)		Relleno Sanitario	# viajes/semana	km/semana	Rendimiento (km/gl)	gl/semana	Costo (\$) del transporte	
		Ida	Vuelta						Semana	Anual
SEGEPPA	Sevilla de Oro	83.9	83.9	Pichacay	2	335.6	8.5	39.48	40.94	2134.90
	El Pan	76.52	76.52		2	306.08	8	38.26	39.68	2068.80
	Guachapala	63.53	63.53		2	254.12	7	36.30	37.65	1962.97
	Paute	7.4	7.4	Paute	7	103.6	7.25	14.29	14.82	772.67
SIGCHOGUA	Gualaceo	52	52	Pichacay	21	2184	9	242.67	251.65	13121.52
		40	40		1	80		8.89	9.22	480.64
		49.25	49.25		1	98.5		10.94	11.35	591.79
	Chordeleg	43.62	43.62		6	523.44	9,5	55.10	57.14	2979.32
	Sígsig	39.38	39.38		8	630.08	7	90.01	93.34	4867.11
ONA	Nabón	112.77	112.77	Huascachaca	4	902.16	8	112.77	116,94	6097.72
	Oña	16.72	16.72	Celda emergente	5	167.2	8	20.9	21,67	1130.11
<b>Total</b>		585.09	585.09			5584.78		669.62	<b>694.39</b>	<b>36207.56</b>

Elaborado por: Autores

Una vez obtenido los resultados de los costos de transporte del sistema actual, se procedió al cálculo de los costos que representarán la propuesta desde la salida de cada cantón de los vehículos recolectores hacia sus respectivos COATs. Posteriormente, se realizó el cálculo de los costos de transporte de RDSU no aprovechables desde los COATs hacia los RESAN mediante los vehículos de transferencia. Los costos anuales de transporte de los RDSU desde los cantones hasta los COATs son de \$13910.24 dólares mientras que los costos anuales de transporte desde los COATs hasta los RESAN son de \$4939.18 dólares (Tablas 89 y 90).

Tabla 89: Costos de transporte de RDSU desde los cantones hacia los COATs

COAT	Cantón	Distancia (km)		# viajes/semana	km/semana	Rendimiento (km/gl)	gl/semana	Costo (\$) del transporte	
		Ida	Vuelta					Semanal	Anual
SEGEPPA	Sevilla de Oro	35.39	35.39	2	141.56	8.5	16.65	17.27	900.52
	El Pan	28	28	2	112	8	14.00	14.52	757.01
	Guachapala	15	15	2	60	7	8.57	8.89	463.48
	Paute	7.4	7.4	7	103.6	7.25	14.29	14.82	772.67
SIGCHOGUA	Gualaceo	21.2	21.2	23	975.2	9	108.36	112.36	5859.02
	Chordeleg	15.9	15.9	6	190.8	9.5	20.08	20.83	1086.00
	Sígsig	8	8	8	128	7	18.29	18.96	988.75
ONA	Nabón	36.2	36.2	4	289.6	8	36.20	37.54	1957.41
	Oña	16.65	16.65	5	166.5	8	20.81	21.58	1125.38
<b>Total</b>		183.74	183.74		2167.26		257.25	<b>266.77</b>	<b>13910.24</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 90: Costos de transporte de RDSU no aprovechables desde el COAT hasta el RESAN

COAT	Tipo de vehículo	Distancia (km)		# viajes / semana	km / semana	Rendimiento (km/gl)	gl / semana	Costo del transporte (\$)	
		Ida	Vuelta					Semana	Anual
SEGEPPA	Camión rígido C3	48.5	48.5	6	582	17	34.24	35.50	1851.18
SIGCHOGUA	Tracto camión C3S2	39.38	39.38	3	236.28	9.01	26.22	27.19	1417.99
	Camión rígido C3	39.38	39.38	4	315.04	17	18.53	19.22	1002.05
ONA	Camión rígido C3	35	35	3	210	17	12.35	12.81	667.95
<b>Total</b>		162.26	162.26		1343.32		91.34	<b>94.72</b>	<b>4939.18</b>

Elaborado por: Autores

Después del análisis de costos del transporte de los RDSU tanto del sistema actual como del sistema propuesto, se aprecia que existe un ahorro por consumo de combustible en este último sistema con porcentaje total del 47.94%, que en costos económicos representan \$17358.14 dólares (Tabla 91). Este valor representa un total de \$433953.5 dólares en los 25 años de diseño del proyecto.

Tabla 91: Comparación de costos de consumo de combustible.

Comparación de costos (\$)			
COAT	Sistema actual	Sistema propuesto	
		Cantones - COAT	COAT a RESAN
SEGEPPA	6939.35	2893.68	1851.18
SIGCHOGUA	22040.38	7933.77	2420.05
ONA	7227.83	3082.79	667.95
Subtotal		13910.24	4939.18
Total	36207.56	18849.42	
<b>Ahorro anual (\$)</b>	<b>17358.14</b>		
<b>Ahorro (%)</b>	<b>47.94</b>		

Elaborado por: Autores

### 5.1.2. Viabilidad técnica del aprovechamiento

Con la implementación de los COATs, que cuentan con mecanismos de aprovechamiento de RO y RIR, según cada realidad, se presenta una destacable disminución de los RDSU que son trasladados a los RESAN, en comparación a la cantidad destinada del actual sistema.

El COAT – SEGEPPA transportará un total de 17.78 ton/día de RDSU hacia el RESAN de Pichacay, es decir, una disminución de 10.47 ton/día con respecto al sistema actual. El COAT – SIGCHOGUA, por su parte, trasladará un total de 49.48 ton/día de RDSU hacia el RESAN de Pichacay, esto presenta una disminución de 39.87 ton/día con respecto al sistema actual. Finalmente, se aprecia que el COAT – ONA, transportará un total de 5 ton/día de RDSU hacia el RESAN de Huascachaca, es decir, una disminución del 3.60 ton/día con respecto al sistema actual (Tabla 92).

Tabla 92: Disminución de RDSU en la propuesta frente al sistema actual

Disminución de RDSU a disposición final									
COAT	Sistema actual (ton/día)			Sistema propuesto (ton/día)				Disminución de RDSU	
	RDSU, RM, Rm	RO total	RDI	RO Aprob.	RIR Aprob	Total Aprob.	RDSU a RESAN	ton/día	ton/anual
SEGEPPA	28.24	16.10	12.14	10.47	0	10.47	17.78	10.47	3819.92
SIGCHOGUA	89.35	54.55	34.80	19.64	20.23	39.87	49.48	39.87	14552.32
OÑABON	8.60	4.81	3.79	3.60	0	3.60	5	3.60	1315.75

Elaborado por: Autores

En la Tabla 93, se aprecia que Gualaceo es el cantón que más dinero gasta para la disposición final de sus RDSU generados al día (45.67 ton), con un valor de \$825.66 dólares, seguido por el cantón Sígsig que presenta un valor de \$538.18 de dólares por sus RDSU generados diariamente (29.77 ton), mientras que el cantón que menos dinero gasta en relación a los demás cantones es Guachapala con un total de \$17.58 dólares por sus 0.97 ton de RDSU generados diariamente. El costo total de disposición final del sistema actual, si se distribuiría en función de los COATs sería \$2218.28 dólares por los residuos y desechos generados diariamente en estos cantones.

Tabla 93: Costos (\$) de disposición final de RDSU del sistema actual

Costos de disposición final del sistema actual (\$)							
Cantón	Cantidad de RDSU RM, Rm	Costo (\$) de disposición por ton				Costo (\$) total de disposición por cantón	Costo (\$) total de disposición por COAT
		Relleno sanitario			Botadero		
	ton/día	Pichacay	Huascachaca	Paute	Oña		
Sevilla de Oro	7.96	18.08				143.89	471.57
Guachapala	0.97					17.58	
El Pan	1.41					25.46	
Paute	17.90			15.90	284.64		
Sígsig	29.77	18.08				538.18	1615.44
Chordeleg	13.92					251.61	
Gualaceo	45.67					825.66	
Nabón	6.06		15			90.91	131.26
Oña	2.54				15.90	40.36	
<b>Total</b>						<b>2218.28</b>	

Elaborado por: Autores

En los resultados de los costos del sistema propuesto, se manifiesta que los cantones que más dinero gastarían para la disposición final de los RDSU son Gualaceo y Sígsig con valores de \$455.78 y \$302.55 dólares diarios, respectivamente. Los costos totales de la propuesta por disposición final de los RDSU con la implementación de los COATs: SEGEPPA, SIGCHOGUA y ONA, es de \$321.38, \$894.61 y \$74.91 dólares, respectivamente, para un total de \$1290.89 (Tabla 94).

Tabla 94: Costos (\$) de disposición final de RDSU por cantones y por COAT de la propuesta

Costos de disposición final del sistema propuesto (\$)									
COAT	Cantón	Cantidad de RDSU (ton/día)		Costo (\$) de disposición por ton		Costo (\$) total por disposición final			
				Relleno sanitario (RO y RDI)					
		RO a ET	RI a ET	Pichacay	Huascachaca	RO	RDI	RDSU	COAT
SEGEPPA	Sevilla de Oro	1.14	4.70	18.08		20.65	84.89	105.54	321.38
	Guachapala	0.18	0.46	18.08		3.23	8.35	11.58	
	El Pan	0.23	0.76	18.08		4.09	13.79	17.87	
	Paute	4.09	6.22	18.08		73.92	112.47	186.39	
SIGCHOGUA	Sígsig	11.43	5.30	18.08		206.72	95.84	302.55	894.61
	Chordeleg	5.34	2.19	18.08		96.61	39.66	136.27	
	Gualaceo	18.13	7.08	18.08		327.84	127.94	455.78	
ONA	Nabón	1.01	2.01		15	15,18	30,17	45,36	74.91
	Oña	0.19	1.78		15	2,84	26,71	29,55	
<b>Total</b>									<b>1290.89</b>

Elaborado por: Autores

Con la información de las Tablas 92 y 93, se obtiene el costo anual que representa para los cantones, el disponer sus RDSU en el RESAN de Pichacay manteniendo el sistema actual, frente al costo anual con el sistema propuesto (Tabla 88). Con el sistema propuesto se aprecia un porcentaje de ahorro anual del 41.81 %, esto significa un valor de \$338495.26 dólares anuales, cifra que, a 25 años de vida útil de la implementación de los COATs, representa un ahorro de \$846238.40 dólares (Tabla 95).

Tabla 95: Comparación de costos (\$) de disposición final de los RDSU de los sistemas

Comparación de costos (\$) de disposición final de los sistemas				
COAT	Sistema actual		Sistema propuesto	
	Diario	Anual	Diario	Anual
SEGEPPA	471.57	172123.24	321.38	117303.84
SIGCHOGUA	1615.44	589636.96	894.61	326531.10
ONA	131,26	47911,65	74,91	27341,64
<b>Total</b>	2218,28	809671,84	1290,89	471176,58
<b>Ahorro (\$) anual</b>	<b>338495,26</b>			
<b>Ahorro (%)</b>	<b>41.81</b>			

Elaborado por: Autores

Por otra parte, también se adquirirían beneficios a través del aprovechamiento de RSU realizado en cada planta de los COATs, ya sea de compostaje o de reciclaje. Cabe resaltar que los precios base por kg de los materiales reciclables se tomó del estudio realizado en la ciudad de Cuenca por Cajamarca et al. (2019). Los procesos y costos detallados de compost y reciclaje se presentan en los Anexos – Sección F – Tablas 219 y 220. De esta venta del compost y la venta de RIR de los tres COATs, se espera recibir un monto anual de \$1861529.59 dólares en total (Tabla 96), que significa un total de \$46665621.25 dólares a los 25 años de vida útil del proyecto.

Tabla 96: Ingresos por la venta de RSU aprovechados en cada COAT

<b>Ingresos por la venta de RSU aprovechados</b>				
<b>COAT</b>	<b>Venta total/diario (\$)</b>		<b>Venta total/anual (\$)</b>	
	<b>Sacos de Compost</b>	<b>RIR</b>	<b>Sacos de compost</b>	<b>RIR</b>
SEGEPPA	439.55		160436.58	
SIGCHOGUA	824.75	3679.39	301032.14	1342976.59
ONA	151.40		55261.44	
Subtotal	1415.70	3679.39	516730.17	1342976.59
<b>Total</b>	<b>5095.09</b>		<b>1861529.76</b>	

Elaborado por: Autores

### 5.1.3. Comparativa de costos de los sistemas

Con la información obtenida de las tablas anteriores, se realiza una comparación menor de los costos que representa el sistema propuesto, con la posibilidad de mantener el sistema actual. Sin embargo, hay que considerar que son costos muy generales, ya que, para realizar un análisis económico profundo, es necesario elaborar estudios completos en función de cada uno de los rubros que se encuentran en los COATs, generando costos marginales, por lo tanto, no compete a este proyecto debido a la extensión y profundidad que éstos representan. No obstante, para obtener una aproximación de esos costos marginales, se estimó los costos indirectos con un porcentaje del 17%.

Un análisis de costos además de la inversión que requiere la infraestructura a implementar, considera: operatividad, mantenimiento, pagos de servicios básicos, implementos adicionales, depreciación de los equipos, tiempos de renovación de maquinaria, equipos, insumos, sueldos del personal a laboral y su respectivo incremento anual por inflación, impuestos, proyección año a año considerando la operatividad base y la capacidad operativa máxima y como ésta varía en el tiempo, entre otros. Es decir, se convierte en un análisis no lineal y no constante en el que participan un conjunto de variables para conformar un resultado final, el cual indicará si es o no viable una obra.

Los estudios económicos de cada cantón es una información que ha sido limitada, con excepción de los cantones de Paute, El Pan y Cuenca. Es por ello que, para el presente proyecto el resumen de costos solo se elaboró en términos ilustrativos. Como segunda observación se tiene un análisis lineal y constante de los datos analizados, es decir, se asumió que el funcionamiento de los COATs en la propuesta y en el sistema actual son iguales en cada año de operación. Por lo tanto, se tiene limitantes en estos resultados:

- Para los costos operativos en el sistema actual de los cantones que conformarán el COAT – SEGEPPA, el valor es solo referencial ya que únicamente incluye los valores sumados de Paute y El Pan, se omiten los valores de Sevilla y Guachapala, resultando un valor de costos menor al real.
- El valor de mantenimiento de los vehículos en todos los COATs es referencial, sus números son basados en experiencias del cantón Paute (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Paute, 2012).
- El análisis lineal y constante afecta en mayor peso al mantener el sistema actual, ya que depende de un conjunto mayor de variables a analizar, mientras que, en la propuesta se ha diseñado para capacidades máximas de operación en

condiciones que limitarían su funcionamiento óptimo. Es decir, que la variabilidad de costos para la propuesta en cada COAT es mucho menor.

- Para el sistema actual se carece de un costo inicial de implementación en cada COAT, dado que el sistema es existente, sin embargo, considerar que todo proceso parte de un valor referencial. Los valores para el sistema actual podrían elevarse según el estudio que requiera cada cantón.

#### 5.1.3.1. COAT – SEGEPPA

Para el caso de este COAT, se aprecia que el comportamiento lineal del costo de implementación de la infraestructura y recuperación de capital por la venta de compostaje, deja balance a favor en los 25 años de operación, es así que en 13 años su inversión se recuperaría completamente. En cuanto al comportamiento de los gastos de operatividad y de mantenimiento de la infraestructura (gastos generales), se aprecia un valor similar para los dos sistemas (Tabla 97), sin embargo, el sistema actual no brinda rentabilidad. Además, bajo el sistema propuesto se da la posibilidad de formar un sistema de GIRSU más eficiente y óptimo con capacidad de ser ampliado sin mayores inversiones futuras.

Tabla 97: Comparativa de costos de sistemas en el COAT – SEGEPPA

<b>Comparación de costos del sistema actual vs sistema propuesto</b>		
<b>Costo de infraestructura bruta</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Implementación	0	2076399.187
Recuperación anual	0	160436.582
Recuperación 25 años	0	4010914.55
Balance	0	1934515.363
<b>Gastos generales</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Operación anual	95694.7	138000
Operación 25 años	2392367.5	3450000
Mantenimiento anual	26814.08	40000
Mantenimiento 25 años	670352	1000000
Costo de disposición anual	172123.24	117303.84
Costo de disposición 25 años	4303081	2932596
Combustible anual	6939.35	4744.86
Combustible 25 años	173483.75	118621.5
<b>Total en 25 años</b>	<b>7539284.25</b>	<b>7501217.50</b>

Elaborado por: Autores

#### 5.1.3.2. COAT – SIGCHOGUA

El comportamiento lineal del costo de implementación de la infraestructura y recuperación de capital por la venta de compostaje y RIR, deja un balance a favor en los 25 años de operación, es así que en 2.3 años su inversión se recuperaría completamente. En cuanto al comportamiento de los gastos de operatividad y de mantenimiento de la infraestructura (gastos generales), para el sistema propuesto, se aprecia un egreso total de \$15.8 millones de dólares. Esto permite observar el balance del COAT no solo cubre su costo bruto, sino también, cubre el costo de toda su operatividad y, además mantiene ingresos económicos adicionales, derivado de la gran recuperación en RIR que se da en este COAT. En cambio, al mantener el sistema actual y considerando las limitaciones respectivas, se aprecia un egreso de \$16.1 millones de dólares. Este egreso es mayor al del sistema propuesto, y adicionalmente no deja rentabilidad (Tabla 98). El espacio, máquinas y equipos propuestos para este COAT dan

la posibilidad de ampliaciones futuras y un manejo eficiente y optimizado en el GIRSU para el transporte y aprovechamiento.

Tabla 98: Comparativa de costos de sistemas en el COAT-SIGCHOGUA

<b>Comparación de costos del sistema actual vs sistema propuesto (\$)</b>		
<b>Costo de infraestructura bruta</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Implementación	0	3750910.65
Recuperación anual	0	1644008.73
Recuperación 25 años	0	40863899.2
Balance	0	37349307.6
<b>Gastos generales</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Operación anual		218400
Operación 25 años		5460000
Mantenimiento anual	35000	80000
Mantenimiento 25 años	875000	2000000
Costo de disposición anual	589636.96	326531.10
Costo de disposición 25 años	14740924	8163277.5
Combustible anual	22040.38	10353.8
Combustible 25 años	551009.5	258845
<b>Total en 25 años</b>	<b>16166933.50</b>	<b>15882122.50</b>

Elaborado por: Autores

### 5.1.3.3. COAT – ONA

El comportamiento lineal del costo de implementación de la infraestructura y recuperación de capital por la venta de compostaje, deja un balance a favor en los 25 años de operación, es así que en 16.6 años su inversión se recuperaría completamente. En cuanto al comportamiento de los gastos de operatividad y de mantenimiento de la infraestructura (gastos generales), para el sistema propuesto, se aprecia un egreso total de \$3.9 millones de dólares. En cambio, el valor del sistema actual, considerando las limitaciones respectivas, presenta un egreso de \$3.2 millones de dólares, es decir, se genera un gasto similar al del sistema propuesto, pero sin conseguir ingresos adicionales (Tabla 99). La propuesta deja un trato óptimo de los RDSU en el transporte y aprovechamiento, y con posibilidad de ser ampliada y servir a condiciones más exigentes.

Tabla 99: Comparativa de costos de sistemas en el COAT-ONA

<b>Comparación de costos del sistema actual vs sistema propuesto</b>		
<b>Costo de infraestructura bruta</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Implementación	0	903927.66
Recuperación anual	0	55261.44
Recuperación 25 años	0	1381536.01
Balance	0	477608.35
<b>Gastos generales</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Operación anual	45000	117600
Operación 25 años	1125000	2940000
Mantenimiento anual	25000	10000
Mantenimiento 25 años	625000	250000
Costo de disposición anual	47911.65	27341.64
Costo de disposición 25 años	1197791.25	683541
Combustible anual	7227.83	3750.74
Combustible 25 años	180695.75	93768.5
<b>Total en 25 años</b>	<b>3128487.00</b>	<b>3967309.50</b>

Elaborado por: Autores

## 5.2. Viabilidad ambiental de la propuesta

Para el análisis de la viabilidad ambiental de la propuesta, se utilizó la metodología de Conesa Fernández con el fin de realizar la EvIA en las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre de los COATs. Se seleccionó esta metodología debido a la cantidad de parámetros que toma en cuenta a la hora de llevar a cabo la evaluación y a su vez, porque la metodología de Leopold se considera más subjetiva, por el escaso número de variables que toma en cuenta, y por la carencia de un amplio equipo multidisciplinario, para emplearla en este estudio..

Por otro lado, cabe resaltar, que la EvIA se realizó tomando en cuenta la realidad de cada zona o lugar en donde se ubicaría los COATs para determinar qué tipo de medidas preventivas se adquirirían en la fase de construcción. Estas medidas consideradas, ayudan a que exista una disminución de los impactos en las fases posteriores del proyecto. Los criterios de jerarquización de impactos negativos y positivos de la metodología empleada se presentan en la Tabla 100.

Tabla 100: Criterios de jerarquización de impactos

Criterios de jerarquización impactos negativos			Criterios de jerarquización impactos positivos		
Rango	Tipo de impacto	Color	Rango	Tipo de impacto	Color
1 - 25	Compatible	Verde	1 – 25	Leve	Gris
>25 - 50	Moderado	Azul	>25 - 50	Medio	Púrpura
>50 - 75	Critico	Amarillo	> 50 - 75	Alto	Oliváceo
>75 - 100	Severo	Rojo	> 75 - 100	Muy alto	Azul claro

Elaborado por: Autores en base a información de (Conesa, 2000)

### 5.2.1. COAT – SEGEPPA

Las matrices empleadas son: de identificación de los impactos con el entorno, valorización de impactos y de jerarquización de impactos. Los resultados de la matriz de jerarquización más destacables en cada una de sus fases son las siguientes:

En la fase de construcción, los impactos negativos de mayor significancia se categorizan en estado crítico en las actividades de: excavación de tierras y construcción de infraestructura del COAT. En la excavación de tierras, se afecta a los factores de erosión de suelo e impacto paisajístico con valores de -51 y -57, respectivamente mientras que la actividad de construcción de infraestructura del COAT afecta a los factores de textura del suelo e impacto paisajístico con valores de -57 y -59, respectivamente. Por otra parte, el impacto positivo que presenta mayor relevancia es la generación de fuentes de empleo, categorizado como muy alto y se presenta en las actividades de construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT (81) y construcción de la infraestructura del COAT (77) (Anexos – Sección F – Tabla 221).

En la fase de operación, los impactos negativos de mayor relevancia se categorizan en estado crítico (en mayor proporción) y severo en las actividades de: descarga de RO a la zona de recepción de la planta de compostaje, proceso de compostaje, descarga de lixiviados en canaletas y descarga de RSU a los vehículos de transferencia. La descarga de RO a la zona de recepción de la planta de compostaje afecta a los factores de emisión de olores y proliferación de vectores con valores de -60 y -64, respectivamente. En el proceso de compostaje se afecta a los factores de emisión de gases, de olores, de humo o polvo y proliferación de vectores con valores de -58, -81, -56 y -68, respectivamente.

La descarga de lixiviados en canaletas afecta a los factores de emisión de olores y proliferación de vectores con un valor de -56, en ambos casos. Por otra parte, la descarga de RSU a los vehículos de transferencia afectan al factor de impacto paisajístico con un valor de -51. En los impactos positivos que mayor presencia alberga durante toda la fase es la generación de fuentes de empleo y servicios, categorizados como alto y medio (Anexos – Sección F – Tabla 222).

La fase de mantenimiento manifiesta que los impactos negativos de mayor relevancia se categorizan en estado crítico en la actividad de mantenimiento de las canaletas de descarga de lixiviados. Esta actividad afecta al factor de emisión de olores con un valor de -53. Finalmente, en la fase de cierre y abandono, se manifiestan impactos negativos en estado crítico en la actividad de manejo de escombros con un valor de -51. En los impactos positivos que mayor relevancia posee durante toda la fase es la generación de fuentes de empleo, categorizado como medio (Anexos – Sección F – Tabla 223).

Los resultados finales de la EvIA del COAT – SEGEPPA manifiestan la existencia de 44 impactos positivos y 180 impactos negativos, es decir, el total de afectaciones presentes es de 224. Se destaca que en los impactos negativos del COAT, existe un solo factor categorizado como severo y 14 factores categorizado como crítico. Los impactos positivos en mayor proporción, se categorizan como medios (Tabla 101). En general, estos resultados manifiestan que no existe una fuerte afectación hacia el medioambiente, es por ello, que se puede llevar a cabo la implementación del COAT con sus respectivos planes de manejo ambiental como parte de los requerimientos del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para su regularización ambiental, puesto que así lo estipula el Reglamento del COA elaborado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2019).

Tabla 101: Cantidad de interacciones por categoría de la EvIA del COAT – SEGEPPA

<b>Categorización de impactos positivos</b>					
<b>Fases</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Leve</b>	<b>Total</b>
Construcción	2	4	6	1	13
Operación	0	5	10	0	15
Mantenimiento	0	1	3	0	4
Cierre y abandono	0	5	7	0	12
<b>Total positivos</b>	2	15	26	1	44
<b>Categorización de impactos negativos</b>					
<b>Fases</b>	<b>Severo</b>	<b>Crítico</b>	<b>Moderado</b>	<b>Compatible</b>	<b>Total</b>
Construcción	0	4	31	29	64
Operación	1	8	30	24	63
Mantenimiento	0	1	16	16	33
Cierre y abandono	0	1	11	8	20
<b>Total negativos</b>	1	14	88	77	180
<b>Total de impactos</b>					<b>224</b>

Elaborado por: Autores

### 5.2.2. COAT – SIGCHOGUA

Las matrices empleadas son: de identificación de los impactos con el entorno, valorización de impactos y de jerarquización de impactos. Los resultados de la matriz de jerarquización más destacables en cada una de sus fases son las siguientes:

En la fase de construcción, los impactos negativos de mayor significancia se categorizan en estado severo y crítico (en mayor proporción) en las actividades de: excavación de tierras, construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT, y construcción de infraestructura del COAT. En la excavación de tierras, se afecta a los factores de: emisión de humo o polvo, de ruido, textura del suelo, erosión de suelo, impacto paisajístico, modificación del hábitat natural y pérdida de cubierta vegetal con valores de -57, -52, 63, -78, -81, -67 y -72, respectivamente. La actividad de construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT presenta afectaciones a los factores de: textura del suelo, aceites y grasas, impacto paisajístico, modificación del hábitat natural y pérdida de cubierta vegetal con valores de -54, -51, -65, -64, -58 y -58, respectivamente, mientras que, en la actividad de construcción de infraestructura del COAT se manifiestan afectaciones a los factores de impacto paisajístico, modificación del hábitat natural y pérdida de cubierta vegetal con valores de -79, -66 y -55, respectivamente. Por otra parte, el impacto positivo que presenta mayor relevancia es la generación de fuentes de empleo, categorizado como muy alto y se presenta en las actividades de construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT (89) y construcción de la infraestructura del COAT (77) (Anexos – Sección F – Tabla 224).

En la fase de operación, los impactos negativos de mayor relevancia se categorizan en estado severo y crítico (en mayor proporción) en las actividades de: operación de la maquinaria de clasificación, descarga de RO a la zona de recepción de la planta de compostaje, proceso de compostaje, descarga de lixiviados en canaletas y descarga de RSU a los vehículos de transferencia. La operación de la maquinaria de clasificación genera una afectación al factor de emisión de ruido con un valor de -64. La descarga de RO a la zona de recepción de la planta de compostaje afecta a los factores de emisión de olores y proliferación de vectores con valores de -72 y -76, respectivamente. En el proceso de compostaje se afecta a los factores de emisión de gases, de olores, de humo o polvo, impacto paisajístico y proliferación de vectores con valores de -70, -81, -68, 56 y -80, respectivamente. La descarga de lixiviados en canaletas afecta a los factores de emisión de olores y proliferación de vectores con un valor de -68, en ambos casos. Por otra parte, la descarga de RSU a los vehículos de transferencia afecta a los factores de emisión de olores e impacto paisajístico con un valor de -52 y -55, respectivamente. Por otra parte, los impactos positivos que presenta mayor relevancia son la generación de fuentes de empleo, y actividades comerciales categorizados como muy alto y se presenta en las actividades de operación de la maquinaria de clasificación (81) y almacenamiento y venta de RIR (79), respectivamente (Anexos – Sección F – Tabla 225).

La fase de mantenimiento manifiesta que los impactos negativos de mayor relevancia se categorizan en estado crítico en la actividad de mantenimiento de las canaletas de descarga de lixiviados. Esta actividad afecta al factor de emisión de olores con un valor de -57. Finalmente, en la fase de cierre y abandono, se manifiestan impactos negativos en estado crítico en las actividades de desmontaje de infraestructura, equipos y maquinaria, y manejo de escombros. En la actividad de desmontaje de infraestructura, equipos y maquinaria presenta afectaciones a los factores de emisión de ruido e impacto paisajístico con un valor de -54 y -52, respectivamente, mientras que, en la actividad de manejo de escombros se aprecia una afectación al factor de emisión de humo o polvo con un valor de -63. En los impactos positivos que mayor relevancia posee durante toda

la fase es la generación de fuentes de empleo, categorizado como alto (Anexos – Sección F – Tabla 226).

Los resultados finales de la evaluación de impactos del COAT – SIGCHOGUA manifiestan la existencia de 54 impactos positivos y 214 impactos negativos, es decir, el total de impactos presentes es de 268. Se destaca que en los impactos negativos del COAT, existen 6 factores categorizados como severo y 26 factores categorizado como crítico. Los impactos positivos de mayor proporción, se encuentra en la categoría como alto (Tabla 102). En general, estos resultados manifiestan que no existe una fuerte afectación hacia el medioambiente, es por ello, que se puede llevar a cabo la implementación del COAT con sus respectivos planes de manejo ambiental como parte de los requerimientos del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para su regularización ambiental, puesto que así lo estipula el Reglamento del COA elaborado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2019).

Tabla 102: Cantidad de interacciones por categoría de la EvIA del COAT – SIGCHOGUA

<b>Categorización de impactos positivos</b>					
<b>Fases</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Leve</b>	<b>Total</b>
Construcción	2	7	3	1	13
Operación	3	14	8	0	25
Mantenimiento	0	3	1	0	4
Cierre y abandono	0	7	5	0	12
<b>Total positivos</b>	5	31	17	1	54
<b>Categorización de impactos negativos</b>					
<b>Fases</b>	<b>Severo</b>	<b>Crítico</b>	<b>Moderado</b>	<b>Compatible</b>	<b>Total</b>
Construcción	3	13	28	20	64
Operación	3	9	50	35	97
Mantenimiento	0	1	19	13	33
Cierre y abandono	0	3	12	5	20
<b>Total negativos</b>	6	26	109	73	214
<b>Total de impactos</b>					<b>268</b>

Elaborado por: Autores

### 5.2.3. COAT – ONA

Las matrices empleadas son: de identificación de los impactos con el entorno, valorización de impactos y de jerarquización de impactos. Los resultados de la matriz de jerarquización más destacables en cada una de sus fases son las siguientes:

En la fase de construcción, los impactos negativos de mayor significancia se categorizan en estado severo y crítico (en mayor proporción) en las actividades de: excavación de tierras, construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT, y construcción de infraestructura del COAT. En la excavación de tierras, se afecta a los factores de: textura del suelo, erosión de suelo, impacto paisajístico, modificación del hábitat natural y pérdida de cubierta vegetal con valores de -57, -66, -77, -55 y -60, respectivamente. La actividad de construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT presenta afectaciones a los factores de: erosión del suelo e impacto paisajístico con valores de -53 y -52, respectivamente, mientras que, en la actividad de construcción de infraestructura del COAT se manifiestan afectaciones a los factores de impacto paisajístico y modificación del hábitat natural con valores de -71 y -54, respectivamente. Por otra parte, los impactos positivos que presentan mayor relevancia son la generación de servicios y de fuentes de empleo, categorizados como alto y se presenta en las actividades de construcción de infraestructura del COAT (59) y construcción de vías y

áreas pavimentadas entro del COAT(69), respectivamente (Anexos – Sección F – Tabla 227).

En la fase de operación, los impactos negativos de mayor relevancia se categorizan en estado crítico en las actividades de: descarga de RO a la zona de recepción de la planta de compostaje y proceso de compostaje. La descarga de RO a la zona de recepción de la planta de compostaje afecta a los factores de emisión de olores y proliferación de vectores con valores de -61 y -52, respectivamente. En el proceso de compostaje se afecta a los factores de emisión de gases, de olores, de humo o polvo y proliferación de vectores con valores de -54, -56, 52 y -60, respectivamente. Por otra parte, los impactos positivos que presenta mayor relevancia son servicios, y actividades comerciales categorizados como alto y se presenta en las actividades de proceso de compostaje (61) y almacenamiento y venta de compost (59), respectivamente (Anexos – Sección F – Tabla 228).

La fase de mantenimiento, y cierre no se presentan impactos que afecten de manera severa o crítica a los factores del medioambiente, presentando en su gran mayoría impactos compatibles. En los impactos positivos que mayor relevancia posee durante toda la fase es la generación de servicios y actividades comerciales, categorizado como altos, y se presentan en las actividades del proceso de compostaje (61), y en almacenamiento y venta de compost (59), respectivamente (Anexos – Sección F – Tabla 229).

Los resultados finales de la evaluación de impactos del COAT – ONA manifiestan la existencia de 54 impactos positivos y 214 impactos negativos, es decir, el total de impactos presentes es de 268. Se destaca que en los impactos negativos del COAT, existen 6 factores categorizados como “severo” y 26 factores categorizado como “crítico. Los impactos positivos de mayor proporción, se encuentra en la categoría como medio (Tabla 103).

Tabla 103: Cantidad de interacciones por categoría de la EvIA del COAT – ONA

<b>Categorización de impactos positivos</b>					
<b>Fases</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Leve</b>	<b>Total</b>
Construcción	0	5	7	1	13
Operación	0	3	12	0	15
Mantenimiento	0	0	4	0	4
Cierre y abandono	0	1	9	2	12
<b>Total positivos</b>	0	9	32	3	44
<b>Categorización de impactos negativos</b>					
<b>Fases</b>	<b>Severo</b>	<b>Crítico</b>	<b>Moderado</b>	<b>Compatible</b>	<b>Total</b>
Construcción	1	8	29	26	64
Operación	0	6	21	36	63
Mantenimiento	0	0	4	29	33
Cierre y abandono	0	0	7	13	20
<b>Total negativos</b>	1	14	61	104	180
<b>Total de impactos</b>					<b>224</b>

Elaborado por: Autores

En general, estos resultados manifiestan que no existe una fuerte afectación hacia el medioambiente, es por ello, que se puede llevar a cabo la implementación del COAT con sus respectivos planes de manejo ambiental como parte de los requerimientos del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para su regularización ambiental, puesto que así lo dispone el Reglamento del COA elaborado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2019).

### **5.3. Plan de manejo ambiental**

En base al Reglamento del COA del Ministerio del Ambiente del Ecuador (2019), los planes de manejo ambiental seleccionados para los COATs son de: prevención y mitigación, contingencia, capacitación, manejo de desechos, relaciones comunitarias, cierre y abandono, monitoreo y seguimiento. Adicionalmente, se elaboró un subplan de control de vectores y malos olores, correspondiente al plan de prevención y mitigación. Cabe destacar que, se ha elaborado planes de forma general para todos los COATs, debido a la similitud de la problemática y del mismo tipo de infraestructura instalada.

El plan de prevención y mitigación contiene cuatro medidas: disminución del impacto visual, control de la emisión de ruido, minimización de emisión de humo o polvo y reducción en la emisión de gases (Tabla 104).

Para el plan de contingencia se tomaron en cuenta tres medidas: disminución de afecciones a la salud humana e infraestructura, minimización de riesgos laborales y señalización. Estas medidas son dirigidas a prevenir o mitigar afecciones a la salud humana (Tabla 105). No obstante, para llevar a cabo la elaboración de este plan es necesario generar previamente un análisis de riesgo. Sin embargo, se omite este estudio, ya que no es parte del alcance presente para el proyecto.

En el plan de capacitación se tomó en cuenta medidas como capacitación al personal del COAT, charlas de educación ambiental a la población aledaña y capacitación en centros educativos sobre temas de prevención, gestión ambiental, riesgos y seguridad laboral (Tabla 106).

Para el manejo de desechos se consideró medidas para la prevención y mitigación de las posibles afecciones al aire y a la salud humana, derivado del manejo de insumos químicos que utilizan los equipos y maquinarias del COAT y del manejo de lixiviados, producto del compostaje. Estas medidas son recolección de los insumos químicos, recolección de desechos sólidos y recolección de lixiviados (Tabla 107).

En el plan de relaciones comunitarias se presentan medidas para socialización y participación ciudadana sobre el proyecto a implementar. Las medidas adoptadas en este programa son: socialización y participación del proyecto a la población de influencia directa, y, generación de empleo a la población aledaña (Tabla 108).

Para el plan de cierre y abandono se adoptó medidas de manejo adecuado de escombros y de rehabilitación de las áreas intervenidas al final de la vida útil del proyecto, es decir, un manejo adecuado de pasivos ambientales generados (Tabla 109).

En el monitoreo y seguimiento se consideró medidas de monitoreo y control de emisiones de ruido, emisiones de gases y monitoreo de lixiviados, que afectan al aire, a la salud y seguridad de las personas. Estos controles son necesarios para determinar si se encuentran dentro de los límites admisibles dictados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, durante las fases de operación y mantenimiento (Tabla 110).

Finalmente, para el subplan de control de vectores y malos olores se adoptaron medidas de: restricción de la entrada de vectores (moscas, roedores, entre otros), y, el control de malos olores que se producen a causa del proceso de compostaje. Estos vectores son transmisores de enfermedades (Tabla 111).

Tabla 104: Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS (PPMI)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PPMI-M1	Disminución del impacto visual	Prevención y mitigación	Construcción	Minimizar el impacto paisajístico que genera la excavación de tierras y la construcción de la infraestructura	Impacto paisajístico	Aprovechar como barrera visual a los árboles y arbustos que se encuentren alrededor del área constructiva.	Inventario florístico Registro fotográfico de la implementación	Propietario o proponente	Existencia o empleo flora abundante alrededor del área del proyecto	50	1 mes
PPMI-M2	Control de la emisión de ruido	Prevención y mitigación	Construcción	Disminuir la emanación de ruido hacia la atmósfera	Impacto al recurso aire	Aprovechar como barrera acústica a los flora presente a las afueras del área constructiva.	Inventario florístico Registro fotográfico de la implementación	Propietario o proponente	Existencia o empleo flora abundante alrededor del área del proyecto	50	1 mes
PPMI-M3	Minimización de emisión de humo o polvo	Mitigación	Operación	Reducir la emisión de humo o polvo que produce el proceso de compostaje	Impacto al recurso aire	Implementar sistemas de ventilación, biofiltros, barreras biológicas, dentro del área del proceso de compostaje	Facturas de adquisición del insumo o producto Registro fotográfico de la implementación Registros de mantenimiento del sistema empleado	Propietario o proponente	Ubicación óptima y cantidad de sistemas empleados	7000	2 meses
PPMI-M4	Reducción en la emisión de gases	Mitigación	Operación	Minimizar la cantidad de emisión de gases a la atmósfera a causa del proceso de compostaje	Impacto al recurso aire	Implementar de extractores de aire, filtros de carbón activo de gases y sistemas de ventilación dentro del área del proceso de compostaje	Facturas de adquisición del insumo o producto Fotos de la implementación Registros de mantenimiento del sistema empleado	Propietario o proponente	Ubicación óptima y cantidad de sistemas empleados	5000	2 meses

Elaborado por: Autores

Tabla 105: Plan de contingencias

PLAN DE CONTINGENCIAS (PC)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PC-M1	Disminución de afectaciones a la salud humana e infraestructura	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Prevenir las afectaciones tanto del personal como de la infraestructura a causa de posibles incendios	Salud humana y pérdida de infraestructura	Dotar de sistemas de contingencia, emergencia (extintores y mangueras) y sistemas de detección de incendios para prevenir posibles afectaciones a la salud e infraestructura	Facturas de compra de los equipos Manual de contingencia Registros de mantenimiento de extintores Registro fotográfico de la implementación	Propietario o proponente	Ubicación óptima y cantidad de sistemas de emergencia empleados	1500	3 meses
PC-M2	Minimización de riesgos laborales	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Disminuir los riesgos laborales a causa de los insumos químicos utilizados para equipos y maquinaria del COAT	Salud humana	Prevenir o mitigar riesgos laborales durante la manipulación de productos químicos mediante la dotación de equipos de protección personal	Hojas de seguridad de productos químicos utilizados Manual de primeros auxilios Registro diario del uso de equipos de seguridad industrial	Propietario o proponente	Dotar de equipos de protección personal (EPP) Botiquines de primeros auxilios	2000	Cada 6 meses
PC-M3	Señalización	Prevención y mitigación	Construcción, operación y mantenimiento	Información sobre los posibles riesgos o peligros presentes en cada área del COAT con el objetivo de prevenir accidentes laborales	Afección al ambiente laboral	Emplear señaléticas de los riesgos, prohibiciones y advertencias de cada área del COAT	Facturas de adquisición de la señalética Registro fotográfico de la implementación	Propietario o proponente	Cantidad de señalética	500	2 meses

Elaborado por: Autores

Tabla 106: Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN (PCA)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PCA-M1	Capacitación al personal del COAT	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Capacitar al personal sobre temas de prevención, medioambiente, riesgos y seguridad	Salud y seguridad laboral	Realizar capacitaciones sobre prevención, control ambiental y seguridad al personal relacionado con los procesos operativos del COAT	Registro de asistencia Registro fotográfico	Propietario o proponente	Número de capacitaciones	400	Anualmente
PCA-M2	Charlas de educación ambiental a la población aledaña	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Capacitar a la población aledaña al COAT en temas relacionados al manejo de los desechos domésticos	Social	Realizar capacitaciones sobre manejo adecuado de desechos a la población aledaña al área del proyecto	Registro de asistencia Registro fotográfico	Propietario o proponente	Número de capacitaciones	1000	Anualmente
PCA-M3	Capacitación en centros educativos	Prevención y mitigación	Construcción, operación y mantenimiento	Capacitar a los centros educativos sobre temas de reciclaje	Social, Cultural	Realizar capacitaciones a los estudiantes de los diferentes centros educativos aledaños al proyecto sobre temas de reciclaje de residuos	Registro de asistencia Registro fotográfico	Propietario o proponente	Número de capacitaciones	2500	Semestralmente

Elaborado por: Autores

Tabla 107: Plan de manejo de desechos

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS (PMD)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PMD-M1	Recolección de los insumos químicos	Prevención	Operación y mantenimiento	Recolectar adecuadamente los insumos químicos utilizados por los equipos y maquinarias del COAT	Recurso aire y salud humana	Implementar recipientes debidamente etiquetados para recolectar y sellar los insumos químicos restantes para posteriormente entregarlos a un gestor ambiental autorizado	Facturas de la compra de recipientes Registro fotográfico de la implementación Registro de cantidades entregadas al gestor	Propietario o proponente	Ubicación idónea de los recipientes adquiridos	500	1 mes
PMD-M2	Recolección de desechos sólidos	Prevención	Operación y mantenimiento	Recolectar adecuadamente los residuos sólidos generados en las áreas administrativas del COAT	Ambiente laboral	Adquirir recipientes con su respectivo etiquetado de orgánicos e inorgánicos en las áreas administrativas y posteriormente enviarlos los procesos operativos del COAT	Facturas de la compra de recipientes Registro fotográfico de la implementación Registro de cantidades generadas	Propietario o proponente	Ubicación idónea de los recipientes adquiridos	200	1 mes
PMD-M3	Recolección de lixiviados	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Almacenar temporalmente los lixiviados producidos en el proceso de compostaje	Recurso aire y salud humana	Almacenamiento temporal de los lixiviados en recipientes con su debida etiqueta y sellado para su posterior entrega a un gestor ambiental calificado	Facturas de la compra de recipientes Registro fotográfico de la implementación Registro de cantidades generadas	Propietario o proponente	Zona de almacenamiento temporal	200	2 meses

Elaborado por: Autores

Tabla 108: Plan de relaciones comunitarias

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS (PRC)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PRC-M1	Socialización y participación del proyecto a la población de influencia directa	Prevención	Construcción, operación, mantenimiento y cierre	Informar a la población cercana de los procesos de cada fase del posible proyecto a implementar	Social, económico, cultural	Hacer partícipe a la población aledaña en la toma de decisiones e informarles sobre los procesos, impactos positivos y negativos de cada fase del proyecto	Registro de asistencia Registro fotográfico Facturas de volantes informativos	Propietario o proponente	Número de reuniones, charlas, etc	3500	Anualmente
PRC-M2	Generación de empleo para la población aledaña	Compensación	Construcción, operación, mantenimiento y cierre	Mejorar la calidad de vida mediante la generación de empleo a la población que se encuentra dentro del área de influencias	Social, económico	Generación de empleo para mejorar la calidad de vida de la población aledaña al COAT	Registro de datos personales de los operarios del COAT	Propietario o proponente	Número de operarios	10000	Durante todo el proyecto

Elaborado por: Autores

Tabla 109: Programa de cierre y abandono

PLAN DE CIERRE Y ABANDONO (PCYA)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PCYA-M1	Manejo adecuado de escombros	Prevención y mitigación	Cierre y abandono	Desmantelar el área del proyecto y manejar correctamente los pasivos ambientales	Social, Paisajístico	Mantener limpio el área después del desmantelamiento de la infraestructura y pasivos ambientales que posteriormente serán entregados a gestores ambientales calificados	Registro fotográfico Registro de las cantidades entregadas a los gestores ambientales	Propietario o proponente	Cantidad entregada a los gestores	1000	Al final del proyecto
PCYA-M2	Rehabilitación de las áreas intervenidas	Prevención y mitigación	Cierre y abandono	Rehabilitar las áreas empleadas durante el proyecto para posteriores fines	Suelo, Social	Rehabilitación del suelo mediante técnicas de reforestación y/o mejoramiento para posteriores usos que la población aledaña disponga	Facturas de compra de especies florísticas Registro de cantidades de especie y abundancia	Propietario o proponente	Cantidad de especies florísticas	5000	Al final del proyecto

Elaborado por: Autores

Tabla 110: Plan de monitoreo y seguimiento

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO (PMYS)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PMYS-M1	Monitoreo y control de emisiones de ruido	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Control de emisión de ruido (dB) para determinar si cumple o no con la normativa ambiental (TULSMA)	Aire, Salud y seguridad laboral	Empleo de sonómetro para el monitoreo del ruido en el COAT	Registro de los monitoreos realizados y planificados  Informe del monitoreo  Registro de mantenimiento del equipo	Propietario o proponente	Número de monitoreos	5000	Cada 6 meses
PMYS-M2	Monitoreo y control de gases	Prevención y mitigación	Operación y mantenimiento	Control de emisión de gases para determinar si cumple o no con la normativa ambiental (TULSMA)	Aire, Salud y seguridad laboral	Implementación de una estación de monitoreo de la calidad del aire en el COAT	Registro de los monitoreos realizados  Informe del monitoreo  Registro de mantenimiento del equipo	Propietario o proponente	Número de monitoreos	15000	3 meses y mantenimiento cada 6 meses
PMYS-M3	Monitoreo de lixiviado	Prevención	Operación y mantenimiento	Caracterizar física, química y microbiológicamente los lixiviados para determinar su composición	Aire Suelo Salud y seguridad laboral	Toma de muestras de lixiviados para su posterior análisis	Registro de la toma de muestras  Informe del análisis  Facturas del análisis	Propietario o proponente	Número de monitoreos	1500	Cada 2 meses

Elaborado por: Autores

Tabla 111: Subplan de control de vectores y malos olores

SUBPLAN DE CONTROL DE VECTORES Y MALOS OLORES (PCVYMO)											
Código	Nombre de la medida	Tipo de medida	Fase	Objetivo de la medida	Impacto al que se dirige	Descripción y procedimiento de la medida	Medio de verificación (Control y monitoreo de la medida)	Responsable de ejecutar la medida	Indicadores de la verificación	Costo de la medida (\$)	Plazo para implementarla
PCVYMO-M1	Restricción de la entrada de vectores (moscas, roedores)	Prevención y mitigación	Operación	Restringir o disminuir la entrada de vectores dentro del COAT	Impacto a la fauna	Implementar barreras biológicas (árboles, arbustos, plantas) alrededor del COAT que restringen la entrada de los vectores	Facturas de la adquisición de las especies florísticas	Propietario o proponente	Ubicar estas especies en todo el perímetro del COAT	5000	3 meses
PCVYM-M2	Control de vectores y malos olores (moscas, roedores)	Prevención y mitigación	Operación	Minimizar la proliferación de vectores transmisores de enfermedades en las plantas de compostaje	Salud humana	Adquirir sistemas de fumigación para el control de vectores	Facturas de la adquisición de los fungicidas  Registro de las dosis empleadas  Registros fotográficos	Propietario o proponente	Número de equipos de fumigación	1500	Diariamente

Elaborado por: Autores

## CONCLUSIONES

- En la provincia del Azuay solo el 46.67% de los cantones dispone de procesos, mecanismos o sistemas de tratamiento o aprovechamiento de RSU, mientras que el 53.33% no dispone de éstos. El 46.67% representa a los cantones de Cuenca, Santa Isabel, Girón, San Fernando, Nabón, Sevilla de Oro y Guachapala, destacando que este aprovechamiento no es del 100% y es bastante limitado. Los cuales presentan los siguientes procesos:

El cantón Cuenca aprovecha los RO provenientes de plazas de mercados y servicios municipales para la elaboración de compost, y aprovechamiento del biogás generado de los RO para la generación de electricidad. Esta generación va directo al sistema nacional interconectado del Ecuador aportando anualmente con aproximadamente 2MW de electricidad y reduciendo la emisión de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 46000 ton al año. Para los RDI se realiza la clasificación desde la fuente y se reciclan los materiales.

Los cantones de Santa Isabel, Girón, San Fernando y Nabón disponen de una planta de separación y clasificación de RDI junto al RESAN de Huascachaca. Esta planta tiene como objetivo la clasificación y recuperación de materiales para su posterior venta a los gestores correspondientes. Los ingresos obtenidos son relativamente bajos, y se destinan para la operación y mantenimiento de la planta.

El cantón Sevilla de Oro dispone de procesos menores de aprovechamiento de RO para la elaboración de compostaje para su posterior venta o utilización en zonas municipales; y a su vez se realiza reciclaje informal para los RIR, específicamente de botellas plásticas. El cantón Guachapala para este mismo tipo de residuos, cuenta con un proceso menor de reciclaje informal, realizado por una persona particular ajena al GAD municipal.

- Para la disposición final de los RDSU, los cantones de Cuenca y Paute poseen sus propios RESAN, los cantones de Girón, San Fernando, Nabón y Santa Isabel trabajan con un RESAN mancomunado manejado por la EMMAICJ – EP. Los cantones Gualaceo, Sígsig, Chordeleg, El Pan, Sevilla de Oro y Guachapala pagan un rubro para disponer sus RDSU en el RESAN de Pichacay, mientras que los cantones como Oña y Camilo Ponce Enríquez disponen sus residuos en botaderos locales. Finalmente, el cantón Pucará es el único que dispone sus RDSU fuera de la provincia del Azuay, específicamente en el RESAN de Bijaoyacu ubicado en el cantón Pasaje de la provincia de El Oro. Cabe destacar que hasta el año pasado (2019) los cantones de Sevilla de Oro y de Oña, también disponían sus residuos fuera de la provincia.

Esto hace que exista cantones que tengan que recorrer largas distancias para disponer sus residuos y desechos sólidos, elevando los costos en el transporte de los RDSU. Adicionalmente, estos traslados provocan que los vehículos sufran mayor desgaste y depreciación al no estar diseñados para recorrer largas distancias.

- Para el sistema vial que recorren los vehículos recolectores, se observa que la gran mayoría de cantones transitan sobre vías de muy buenas condiciones, con excepciones como los cantones de Pucará y Gualaceo. El cantón Pucará presenta un tramo de 21.40 km en camino de lastre y en buenas condiciones, y a su vez el cantón

Gualaceo también presenta condiciones similares en la ruta que recorre por Zhidmad hacia el RESAN de Pichacay.

Las rutas hacia la disposición final de los RDSU en la provincia del Azuay, están compuestas en mayor proporción de hormigón y asfalto. Esto demuestra que los vehículos que transportan sus residuos y desechos fuera de sus jurisdicciones no tienen complicaciones en su traslado. Las vías presentan condiciones cómodas y se carece de rutas que entorpezcan el tránsito vial, ya que no lo realizan en horas de alto tráfico conocidas como “horas pico”. Para los cantones como Paute, Cuenca y Santa Isabel sus rutas presentan cierto grado de tránsito hasta salir de las áreas urbanas. Sin embargo, las rutas de larga distancia generan un mayor desgaste y consumo de combustible.

Los materiales de las rutas están compuestos por hormigón, asfalto, lastre, y combinadas con hormigón y asfalto, en diferentes condiciones como son excelentes, muy buenas, buenas y regulares. De esta manera, todas las vías de hormigón (73.94 km) están en excelentes condiciones, las vías combinadas de hormigón y asfalto presentan condiciones excelentes y muy buenas con valores de 16.68 km y 63.74 km respectivamente. Para el asfalto se cuenta con tres tipos de condiciones, las cuales, son excelentes, muy buenas y buenas, con valores de 142.65 km, 54.43 km y 3.22 km según corresponda. Finalmente, las condiciones para las vías de lastre son: muy buenas, buenas y regulares, y presentan valores de 2.5 km, 53.53 km y 13.9 km respectivamente. Por lo tanto, para el transporte de RDSU, se aprecia el uso de 418.86 km de vías de la provincia del Azuay.

- Para el MCDA se utilizaron los siguientes criterios: distancia a recursos hídricos, distancia a áreas ambientales sensibles, distancia a zonas urbanas y de expansión, uso actual del suelo, distancia a centros educativos, distancia a centros de salud, distancia a sitios turísticos, disponibilidad de servicios básicos, distancia a centros de gravedad, tipo de suelo (geología), distancia a redes eléctricas y pendientes. En base a los resultados del MCDA, se seleccionó tres sitios con un rango del 40-80% de factibilidad de ubicación para los COATs, denominados como SEGEPPA, SIGCHOGUA y ONA.

El COAT – SEGEPPA ubicado en el cantón Paute, recibirá los RDSU de los cantones de Sevilla de Oro, Guachapala, El Pan y Paute. El COAT-SIGCHOGUA ubicado en el cantón Sígsig, recibirá los RDSU de los cantones de Sígsig, Chordeleg y Gualaceo. Finalmente, el COAT-ONA ubicado en el cantón Nabón, recibirá los cantones de Oña y Nabón.

El RESAN de Paute se adecua o transforma en el COAT – SEGEPPA. Este sitio fue seleccionado por la alta intervención antropogénica y a su vez no necesita de grandes recursos técnicos, económicos, sociales y ambientales a la hora de emplazar estas infraestructuras, y posee una factibilidad del 40% de acuerdo a los resultados del MCDA. Por otro lado, para los COATs SIGCHOGUA y ONA se posee una factibilidad de ubicación entre los rangos del 50-60%, y del 70-80%, respectivamente.

El COAT – SEGEPPA realizará el aprovechamiento del 65% del total de los RO que recibirá diariamente (16.10 ton), es decir, 10.47 ton, mediante la elaboración de compost. El 35% (5.64 ton) de RO junto con el total de los RDI (12.14 ton), serán descargados en vehículos de transferencia para el transporte hacia su disposición final

en el RESAN de Pichacay. Se requerirá de 3 vehículos de transferencia tipo camión rígido C3 con una capacidad de 26 ton cada uno. La ruta para el transporte será por la E40, hasta el puente Europa donde toma la vía E35, y sigue la vía al Valle para llegar al RESAN de Pichacay del cantón Cuenca.

El COAT – SIGCHOGUA realizará el aprovechamiento del 36% del total de los RO que recibirá diariamente (54.55 ton), es decir, 19.64 ton, mediante la elaboración de compost. Para los RDI recibidos diariamente (34.80 ton), se cuenta con una planta de separación y clasificación, cuyo aprovechamiento es del 58.13 % (20.23 ton), distribuidos entre papel y cartón, metal, plásticos, caucho, vidrio, madera textiles y tetra packs, el restante son de tipo rechazable. Los RO y RDI (49.48 ton) no aprovechados son descargados en vehículos de transferencia para el transporte hacia su disposición final en el RESAN de Pichacay. Se requerirá de 3 vehículos de transferencia, uno de tipo camión rígido C3 con una capacidad de 26 ton, y 2 de tipo tracto camión C3S3 con una capacidad de 34 ton. La ruta para el transporte de los RDSU será la vía principal E594 para los tres cantones del COAT, posteriormente el vehículo de transferencia saldrá por la vía a San Bartolomé hasta llegar al valle, para entrar al RESAN de Pichacay del cantón Cuenca.

El COAT – ONA realizará el aprovechamiento del 75% del total de los RO que recibirá diariamente (4.81 ton), es decir, 3.60 ton, mediante la elaboración de compost. El 25% (1.20 ton) de RO junto con el total de los RDI (3.79 ton), serán descargados en vehículos de transferencia para el transporte hacia su disposición final en el RESAN de Huascachaca. Se requerirá de 2 vehículos de transferencia tipo camión rígido C3 con una capacidad de 26 ton cada uno. La ruta para el transporte de los RDSU será por la vía Cuenca-Loja (E35) hasta el COAT, posteriormente el vehículo de transferencia recorrerá por San Vicente, Portetillo y tomará la vía Santa Isabel-Susudel para salir a la vía E59 y dirigirse hacia el relleno de Huascachaca ubicado en el cantón de Santa Isabel.

- En la comparativa de la viabilidad técnica del transporte entre el sistema actual y la propuesta del proyecto se analizaron parámetros de distancias recorridas y costos de consumo de combustibles. En la propuesta del proyecto se evidencia un ahorro de distancias recorridas de los vehículos recolectores del 61.19 %, esto representa un total de 3417.52 km menos que el sistema actual. De igual manera, si se suman las distancias que recorren los vehículos de transferencia (1343.32 km), se presenta un ahorro total de 2074.2 km, es decir, 37.14%. Al considerar las distancias tanto del sistema actual como de la propuesta, se manifiesta un ahorro del costo de consumo de combustibles del 47.94% anual con la implementación de COATs, es decir, un ahorro de \$17358.14 dólares anuales distribuidos entre los 9 cantones.

De igual manera, para la viabilidad técnica del aprovechamiento se compararon parámetros cantidad y costos (por tonelada) de RDSU destinados a la disposición final. La cantidad de RDSU destinados al RESAN del sistema actual considerando los 9 cantones que conforman los COATs es de 126.19 ton/día, frente a las 72.26 ton/día de la propuesta, lo cual evidencia una reducción del 42.74% (53.93 ton) de los RDSU destinados a los RESAN, a favor de la propuesta. Esta disminución evidencia un ahorro en los costos anuales de disposición final del 41.81%, es decir, un total de \$338495.26 dólares anuales. Otra ventaja de la propuesta son los ingresos

económicos producto de la venta del compost y materiales reciclables, con un total de \$1861529.76 dólares anuales.

- Para la viabilidad ambiental se utilizó la EvIA de los COATs. El COAT – SEGEPPA manifiesta la existencia de 44 impactos positivos y 180 impactos negativos. La interacción entre las actividades realizadas en cada fase del COAT con el medioambiente, en cuestión de los impactos positivos, presenta valores de 15 y 26 interacciones categorizados como altos y medios, respectivamente. Estas categorías se encuentran dentro de un rango de beneficio de 25 a 75%. En el caso de los impactos negativos se presentan valores de 88 y 77 interacciones, categorizados como impactos moderados y compatibles, respectivamente. Estas categorías se encuentran dentro de un rango de afectación negativo entre 0 a 50%, manifestando una infraestructura con poca afectación o destrucción hacia el medioambiente. Para la regularización ambiental, es obligatorio la elaboración de planes de manejo ambiental, puesto que, es un requerimiento dentro de los procesos legalmente constituidos y estipulados en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) y Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).

En el COAT – SIGCHOGUA se identifican 54 impactos positivos y 214 impactos negativos. De los impactos positivos se destacan valores de 31 y 17 interacciones beneficiarias, categorizadas como alta y media, respectivamente. En cuanto a los impactos negativos destacan las categorías moderado y compatible, con valores de interacción de 109 y 73, respectivamente. Estas categorías se encuentran dentro de un rango de afectación negativo entre 0 a 50%, Esto permite que la infraestructura no sea de riesgo para el medio ambiente, sin embargo, también se manifiesta impactos severos (6) y críticos (26) a ser considerados. Es por ello, que se necesita minimizar estos impactos mediante la implementación de planes de manejo ambiental para su regularización ambiental.

En el COAT – ONA se identifican 44 impactos positivos y 180 impactos negativos. La interacción, en cuestión de los impactos positivos, presenta valores de 32 y 9 interacciones categorizados como medios y altos, respectivamente. Estas categorizaciones se encuentran dentro de un rango de beneficio de 25 a 75%. En el caso de los impactos negativos, se presentan valores de 104 y 61 interacciones, categorizados como impactos compatibles y moderados, respectivamente. Estas categorías se encuentran dentro de un rango de afectación negativo entre 0 a 50%, manifestando una infraestructura con muy poca afectación o destrucción hacia el medioambiente. Para la regularización ambiental, es obligatorio la elaboración de planes de manejo ambiental, puesto que, es un requerimiento dentro de los procesos legalmente constituidos y estipulados en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) y Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).

Finalmente, se determina que existe una viabilidad técnica y ambiental del sistema de transporte y aprovechamiento de la propuesta, debido a la reducción de distancias recorridas, costos representativos tanto de transporte como de implementación de las infraestructuras, disminución de los RDSU que se desplazan a los RESAN, y la rentabilidad adquirida por la venta del compost y RIR, frente al sistema actual.

## RECOMENDACIONES

- Fomentar estudios actualizados en temas de: caracterización de RDSU y de transporte en variables como: rendimientos, consumo de combustible y costos económicos en general, de los cantones que no presentan estudios periódicos de estas variables.
- Brindar mayores facilidades para la entrega de información a las instituciones dedicadas a la investigación científica, con el objetivo de conseguir estudios multidisciplinarios más cercanos a la realidad, dando eficiencia y beneficio mutuo a las partes involucradas.
- Elaborar estudios en mayor profundidad en temas económicos, estructurales, instalaciones eléctricas y fontanería, seguridad y salud ocupacional, planes de manejo ambiental, y, socialización y participación ciudadana.
- Implementar ordenanzas y campañas de socialización y concientización sobre la separación de los RDSU desde la fuente de origen, para el funcionamiento de los COATs.
- Incentivar la conformación de asociaciones entre los diferentes COATs, con la finalidad de apoyarse mutuamente en situaciones adversas o contratiempos no planificados.
- Implementar la utilización de técnicas biológicas de aceleración en el proceso de compostaje, con el objetivo de aumentar el porcentaje de aprovechamiento RO, dando lugar al aumento de la capacidad operativa y vida útil de la planta, y reduciendo significativamente la cantidad de RDSU destinados a los RESAN.
- Realizar estudios de factibilidad para el sitio ubicado en el sector Burazhún de la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo ubicado alrededor de las coordenadas geográficas UTM WGS 84 zona 17S: 734150E y 9678050N sobre un área de 5,8 ha. Ya que éste podría cumplir como RESAN según Lucero (2010), lo cual, beneficiaría sustancialmente en el aspecto económico al COAT-SIGCHOGUA, minimizando sus rubros en la disposición final.
- Realizar el análisis respectivo para los sitios ubicados a la redonda de las coordenadas geográficas UTM WGS 84 zona 17S : 750155.44E y 9696767.65N, &, 756967.85E y 9699858.47N. En caso de no desear transformar al RESAN de Paute en COAT. Estos sitios tienen similares recorridos y cumplen con las condiciones de factibilidad para ubicación de COATs de acuerdo al MCDA.
- Enviar los RDI procedentes del COAT – SEGEPPA hacia la planta de separación y clasificación del COAT – SIGCHOGUA. Debido a la capacidad operativa que esta última posee, generaría beneficios mutuos para los COATs.
- Llevar un control de calidad y cantidad de los productos aprovechados en los COATs, y un control de la cantidad de los RDSU destinados a los RESAN. Efectuar el mantenimiento o revisiones periódicas de los vehículos, equipos y maquinarias, con el propósito de mantener la eficacia operativa de los COATs.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Residuos de Cataluña. (2016). *Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*.
- Amigo, V. (2017). *Planta de compostaje en Autol*. Universidad de La Rioja.
- André, F., & Cerdá, E. (2006). *Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas*.
- Andrés, P., & Rodríguez, R. (2008). *Evaluación y prevención de riesgos ambientales en Centroamérica. Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos*.
- Arellano, J., & Guzmán, J. (2011). *Ingeniería ambiental*. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. <http://www.alfaomega.com.mx>
- Arenas, C. (2017). *Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Arroyo, J., Aguerrebere, R., & Torres, G. (2012). *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2012*.
- Assamoi, B., & Lawryshyn, Y. (2012). The environmental comparison of landfilling vs incineration of MSW accounting for waste diversion. *Waste Management*, 32(5), 1019–1030. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.10.023>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (1997). *Guía para evaluación de impacto ambiental para proyectos de residuos sólidos municipales*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Barbero, J., Lea, A., Santalla, E., Puliafito, E., Vázquez, G., & Guthmann, Y. (2012). *Evaluación de necesidades tecnológicas para la mitigación y adaptación al cambio Climático en la Argentina*. <https://tech-action.unepdtu.org/wp-content/uploads/sites/2/2013/12/informeent-mitigacion-argentina-13.pdf>
- Blanco, G., Santalla, E., Córdoba, V., & Levy, Alberto. (2017). Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico. In *Banco Interamericano de Desarrollo*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Generación-de-electricidad-a-partir-de-biogás-capturado-de-residuos-sólidos-urbanos-Un-análisis-teórico-práctico.pdf>
- Bleda, S. (2017). *Estudio de alternativas de tratamiento y eliminación de residuos sólidos urbanos. Aplicación a un plan zonal de gestión de la Comunidad Valenciana*. Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
- Bosompem, C., Stern, E., & Fei-Baffoe, B. (2016). Multi-criteria GIS-based siting of transfer station for municipal solid waste: The case of Kumasi Metropolitan Area, Ghana. *Waste Management and Research*, 34(10), 1054–1063. <https://doi.org/10.1177/0734242X16658363>
- Bosque, J. (1992). *Sistemas de información geográfica*. Ediciones RIALP.
- Cajamarca, E., Bueno, W., & Jimbo, J. (2019). De cero a dinero: La basura como fuente principal para un negocio inclusivo de reciclaje en Cuenca – Ecuador. *Retos*, 9(17), 71–87. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.05>

- Cajamarca, T. (2015). *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la mancomunidad de aseo integral de la cuenca del río Paute*. Universidad Católica de Cuenca.
- Cebriá, A. (2017). *Estudio de impacto ambiental de una estación de transferencia de residuos de papel y cartón*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Centro de control y pesaje del RS de Pichacay. (2019a). *Informe noviembre 2019*.
- Centro de control y pesaje del RS de Pichacay. (2019b). *Informe Octubre 2019*.
- Centro de control y pesaje del RS de Pichacay. (2020). *Informe Diciembre Enero 2019*.
- Chang, N. Bin, & Lin, Y. T. (1997). Optimal siting of transfer station locations in a metropolitan solid waste management system. *Spectroscopy Letters*, 30(3), 601–623. <https://doi.org/10.1080/00387019708006686>
- Cobos, S., Solano, J., Almache, L., Guamán, J., Peña, S., Guamán, B., Guartasaca, D., Pozo, G., Román, M., Mendieta, W., Delgado, X., Quezada, P., Ayala, D., Vera, A., & Serpa, S. (2019). *Sistema mancomunado de transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos para la provincia del Azuay*.
- Cobos, S., Solano, J., Vera, A., & Monge, J. (2017). Análisis multicriterio basado en GIS para identificar potenciales áreas de emplazamiento de un relleno sanitario mancomunado en la provincia del Azuay. *Confibsig*, 12. <http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/48>
- Collazos, H., & Duque, R. (1993). *Residuos sólidos* (FUNPIRS).
- Colomer, F., & Gallardo, A. (2007). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos* (U. P. de Valencia (ed.)). Limusa 2007.
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe de las Naciones Unidas. (1997). *Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos* (Comisión E). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/30966>
- Conesa, V. (2000). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (Ediciones).
- Consoni, Á. (2000). Selección de sitios y gestión de residuos sólidos municipales. In *Aspectos Geológicos de Protección Ambiental* (pp. 197–208). <http://www.ingenieroambiental.com/4014/sitios.pdf>
- Contreras, E. (2005). *Evaluación social de proyectos. Evaluación multicriterio*. <https://studylib.es/doc/5145135/evaluación-multicriterio>
- Correa, A., Cogollo, J., & Salazar, J. (2010). Evaluación del efecto de la conducción eficiente en el consumo de combustible en vehículos de transporte de carga pesada usando diseño de experimentos. *Producción + Limpia*, 5(1).
- De Medina, L., Castillo, E., Giraldi, M., & Guzmán, V. (2017). Analysis of economical and environmental costs for the selection of municipal solid waste treatment and disposal scenarios through multicriteria analysis (ELECTRE method). *Sustainability (Switzerland)*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/su9111758>
- Empresa Municipal de Aseo de Cuenca. (2006). *Documentos técnicos para la implementación de una estación de transferencia de residuos para la ciudad de Cuenca*. Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC-EP).
- Empresa Municipal de Aseo de Cuenca. (2016a). *EMAC CUENCA*. Planta de Biogás. <https://www.emac.gob.ec/?q=content/planta-de-biogas>

- Empresa Municipal de Aseo de Cuenca. (2016b). *Proyección de la demanda de volúmenes de desechos sólidos y material de cobertura para el relleno sanitario de Pichacay*.
- Empresa Municipal de Aseo de Cuenca. (2017). *Rendición de cuentas 2017*. [http://www.emac.gob.ec/sites/default/files/EMAC\\_rendicion de cuentas\\_ 2017.pdf](http://www.emac.gob.ec/sites/default/files/EMAC_rendicion_de_cuentas_2017.pdf)
- Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones. (2016a). *Estudio de caracterización de residuos sólidos de Santa Isabel*.
- Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones. (2016b). *Estudio de caracterización de residuos sólidos del cantón Girón*.
- Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones. (2018). *Caracterización de residuos sólidos en el cantón Nabón*.
- Enciso, D., Hiram, P., Robles, F., Durán, E., & Castro, D. (2019). Sistema de información geográfica para optimizar el transporte de residuos a sitios de disposición final en el estado de México, México. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35(Special Issue 2), 55–67. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.esp02.06>
- EPRODESA ONG. (2017). *Manual de procesos en la planta de compostaje*. Universidad ICESI.
- Erazo, J., & Villaroel, H. (2015). *Ubicación y determinación de los parámetros de diseño de las estaciones de transferencia de residuos sólidos para la mancomunidad Mundo Verde en las provincias de Guayas, Los Ríos y Bolívar* [Universidad Central del Ecuador]. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo - BID / Centro de Estudios para el Desarrollo - CED.
- Esse, C., Valdivia, P., Encina, F., Aguayo, C., Guerrero, M., & Figueroa, D. (2014). Modelo de análisis espacial multicriterio (AEMC) para el mapeo de servicios ecosistémicos en cuencas forestales del sur de Chile. *Bosque*, 35(3), 289–299. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000300004>
- Farah, A. (2018). *Noticias ONU*. La Gestión de Residuos En El Contexto de La Economía Circular y El Cambio Climático. <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>
- Fuentealba, J. (2018). *Plan de negocio planta de tratamiento mecánico biológico de residuos sólidos urbanos*. Universidad de Chile.
- GAD del cantón Cuenca. (2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Cuenca*. [http://www.cuenca.gob.ec/?q=system/files/PDOT\\_2016 editado\\_0.pdf](http://www.cuenca.gob.ec/?q=system/files/PDOT_2016_editado_0.pdf)
- GAD del cantón Girón. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Girón*. <https://www.giron.gob.ec/2019/04/08/rendicion-de-cuentas-2018/>
- GAD del cantón San Fernando. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón San Fernando*.
- GAD del cantón Santa Isabel. (2016). *Actualización del plan de ordenamiento territorial del cantón Santa Isabel*.
- GAD del cantón Sígsig. (2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Sígsig*. <https://www.sigsig.gob.ec/pdot/>
- GAD Municipal de Chordeleg. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Chordeleg - Actualización 2015*. <http://chordeleg.gob.ec/pdot/>

- GAD Municipal de El Pan. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón El Pan*.
- GAD Municipal de Guachapala. (2014). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. <https://guachapala.gob.ec/wp-content/uploads/2017/11/PDOT-2017-GAD.pdf>
- GAD municipal de Nabón. (2014). *Plan de ordenamiento territorial del cantón Nabón*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0160001080001\\_P DOST NABON 2014\\_15-03-2015\\_09-37-55.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160001080001_P DOST NABON 2014_15-03-2015_09-37-55.pdf)
- GAD Municipal de Oña. (2014). *Plan de ordenamiento territorial del cantón Oña*.
- GAD Municipal de Paute. (2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Paute*. <https://www.paute.gob.ec/wp-content/uploads/2019/12/pdyot.pdf>
- GAD Municipal de Pucará. (2014). *Plan de ordenamiento territorial del cantón Pucará*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNÓSTICOGAD\\_14-11-2014.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNÓSTICOGAD_14-11-2014.pdf)
- GAD Municipal de Sevilla de Oro. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Sevilla de Oro*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0160002130001\\_P DyOT SEVILLA DE ORO\\_15-03-2015\\_19-48-33.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160002130001_P DyOT SEVILLA DE ORO_15-03-2015_19-48-33.pdf)
- GAD Municipal del cantón Camilo Ponce Enríquez. (2018). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Camilo Ponce Enríquez*.
- GAD Municipal del Cantón Gualaceo. (2015). *Actualización de plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Gualaceo*.
- GAD Municipal del Cantón Paute. (2018). *Estudios y diseños definitivos para la gestión integral de desechos sólidos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Paute - Provincia del Azuay*.
- GAD Parroquial de Guarainag. (2015). *Plan de desarrollo ordenamiento territorial de la parroquia Guarainag perteneciente al cantón Paute, provincia del Azuay*. <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-PARROQUIA-GUARAINAG-2015-2019.pdf>
- Gaggero, E., & Ordoñez, M. (2010). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos. Documento destinado a docentes de Educación Primaria*.
- Garay, H. (2011). *Instalación de una planta de separación y clasificación de residuos sólidos urbanos en una estación de transferencia* [Universidad Privada: Instituto Tecnológico de Buenos Aires]. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.530>
- García, M. (2008). *Plantas o estaciones de transferencia*. <https://static.eoi.es/savia/documents/componente45914.pdf>.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Paute. (2012). *Estudios y diseños definitivos para la gestión integral de desechos sólidos del gobierno autónomo descentralizado municipal de Paute - Diseños para el cierre técnico del botadero ubicado en el sector San Ignacio - Provincia del Azuay - Evaluación económica*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sevilla de Oro. (2018). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia Sevilla de Oro*.

- González, G. (2010). *Tratamiento y disposición final de residuos sólidos en Argentina. Tratamiento y disposición final. Situación actual y alternativas futuros*. <http://www.igc.org.ar/megaciudad/N3/Residuos Solidos Urbanos CAMARCO.pdf>
- González, J. (2012). *Implementación de un plan de manejo integral de los residuos sólidos del cantón Pucará provincia del Azuay*. Universidad Técnica de Machala.
- Graziani, P. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina. In CAF (Ed.), *CAF* (Vol. 66).
- Hernández, M. (2016). *Diseño de una planta de biometanización de residuos domésticos*. <http://oa.upm.es/42792/>
- Hernández, M., Aguilar, Q., Toboada, P., Lima, R., Eljaiek, M., Márquez, L., & Buenrostro, O. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y El Caribe. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(1), 11–22. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.02>
- Hernández, M., & Rodríguez, J. (2016). *Identificación de áreas potenciales para el emplazamiento de estaciones de transferencia de residuos sólidos ordinarios para la zona urbana de la ciudad de Bogotá D.C, por medio del análisis y correlación de variables influyentes, en un sistema de informac* [Universidad de la Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/363/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/363/)
- Hussain, F., Nawaz, M., & Adila, S. (2014). Assessment of key parameters in municipal solid waste management: A prerequisite for sustainability. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 21(6), 519–525. <https://doi.org/10.1080/13504509.2014.971452>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *NTE INEN 2841: Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Preinversión. (2013). *Términos de referencia de estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral y aprovechamiento de los desechos sólidos generados por la Mancomunidad Mundo Verde o del Buen Vivir O Sumak Kawsay*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/ESTUDIOS-DE-PREFACTIBILIDAD-FACTIBILIDAD-Y-DISEÑOS-DEFINITIVOS-PARA-LA-GESTIÓN-INTEGRAL.pdf>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2006). *Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Jaiswal, A., & Bharat, A. (2016). Exploring criteria to locate solid waste Transfer station in an urban area. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 42(1), 58–65. <https://doi.org/10.5276/JSWTM.2016.58>
- Jara, J., & Loor, C. (2017). *Propuesta de un plan de diversificación de actividades para turismo de aventura, caso Cerro Cabeza de Perro, cantón Paute, Azuay, Ecuador* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30476>
- Jerves, R. (2013). *Estudios y diseños definitivos para la gestión integral de desechos sólidos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Paute - Diseños para el cierre técnico del botadero ubicado en el sector San Ignacio, provincia del Azuay*.

- Jiménez, R. (2013). *Comparación de alternativas para el manejo de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de México* [Universidad Nacional Autónoma de México]. [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5009/TE\\_SIS.pdf?sequence=1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5009/TE_SIS.pdf?sequence=1)
- Kaifer, M. (2006). *Tratamientos físico-químicos de residuos*. EOI. [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45774/componente45772.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45774/componente45772.pdf)
- Lalvay, E., & Vidal, J. (2013). *Estudio técnico – económico de una planta de generación eléctrica a base de biogás*. [Universidad de Cuenca]. [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4386/3/TE\\_SIS.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4386/3/TE_SIS.pdf)
- Leite, G., & Penido, J. (2006). *Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América Latina y el Caribe*.
- León, V., & Plaza, A. (2017). *Análisis de la gestión de los residuos sólidos en el cantón Balzar - provincia del Guayas* [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7969/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-374.pdf>
- Li, Y., & Huang, G. (2010). Modeling municipal solid waste management system under uncertainty. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 60(4), 439–453. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.4.439>
- Linnenberg, C. (2015). Biodigestión de residuos sólidos urbanos y de aguas residuales municipales. *Foro Internacional 2015 Valorización Energética de Residuos Urbanos*.
- Loarte, M., León, F., Depaz, K., & Tuya, B. (2016). Propuesta de implementación de estación de transferencia de residuos sólidos en la zona urbana del distrito de Huaraz. *Aporte Santiaguino*, 9(1), 15–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32911/as.2016.v9.n1.209>
- López, M. (2017). *Manual de recogida y transporte de residuos urbanos o municipales* (Editorial CEP (ed.)).
- Lucero, F. (2010). *Diseños preliminares para la construcción del relleno sanitario y obras civiles del ecoparque para la gestión de residuos sólidos de la Empresa Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Río Paute “EMMAI-CP-EP”, ubicado en la parroquia Zhidma*.
- Massukado, L. M. (2004). *Sistema de Apoio à Decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares* [Universidad Federal de Sao Carlos]. [http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde\\_busca/processaArquivo.php?codArquivo=301](http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/processaArquivo.php?codArquivo=301)
- Medina, A. (2009). *Diseño de estaciones de transferencia de residuos sólidos para los municipios de Atoyac de Álvarez, Benito Juárez y Tecpan de Galeana, Guerrero* [Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/3371>
- Mendoza, M. (2017). *La valoración de la prueba en el código orgánico integral penal del Ecuador*. Universidad Regional Autónoma de los Andes “UNIANDES.”
- Merchán, A., & Pomavilla, M. (2019). *Diagnóstico ambiental de disposición final de desechos sólidos comunes y sanitarios de Camilo Ponce Enríquez y diseño del relleno sanitario*. Universidad Técnica de Machala.
- Ministerio de Desarrollo Humano de Bolivia. (1996). *Norma Boliviana NB 742-760: Normas de residuos sólidos*. IBNORCA.

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Volumen N° 6: Conservación vial. Norma ecuatoria vial.*
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013a). *Volumen N° 1: Procedimientos para proyectos viales. Norma ecuatoriana vial.* [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_1.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_1.pdf)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013b). *Volumen N° 2 - Libro A: Norma para estudios y diseños viales. Norma ecuatoriana vial.* [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_2A.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf)
- Ministerio del Ambiente de Guatemala. (2016). *Reglamento para el manejo integral de residuos sólidos.* <https://globalrec.org/wp-content/uploads/2014/03/Gautemala-Regulation-on-the-Intergral-Management-of-Municipal-Solid-Wastes-2003.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2010). *Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.*
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Acuerdo N° 061: Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.*
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente.* <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.*
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2017). *Reglamento del decreto legislativo N°1278: Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos.*
- Montenegro, D. (2011). *Proyecto de instauración de una planta de incineración de residuos peligrosos en el Distrito Metropolitano de Quito* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3110/T-PUCE-3488.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, F. (2012). *Perfil del plan cantonal de agua potable y saneamiento del cantón Pucará.* <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/05AM14-0106-an.pdf>
- Muñoz, E., & Solano, J. (2019). *Propuesta para el mejoramiento de la gestión de residuos sólidos a partir de un sistema de clasificación a nivel domiciliario en el cantón Cuenca.* Universidad Católica de Cuenca.
- Nippon Koei Lac. (2017). *Manual de recolección y transporte de residuos sólidos.* 1. [http://www.emvarias.com.co/SitePages/IPVO\\_Recolección\\_y\\_Transporte.aspx](http://www.emvarias.com.co/SitePages/IPVO_Recolección_y_Transporte.aspx)
- Ormaza, L. (2015). *Diseño de una planta clasificadora de residuos sólidos urbanos para la Empresa Pública Municipal Mancomunada del Pueblo Cañari de los cantones: Cañar, Biblián, El Tambo y Suscal en el año 2014.* Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Orta, T., Yáñez, I., Monje, I., Rojas, M., Toscano, L., Rentería, J., Velázquez, K., García, E., Hernández, N., & Hernández, L. (2009). *Estudio de evaluación de tecnologías alternativas o complementarias para el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos.*
- Ortega, Y., & Torres, S. (2016). *Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos municipales para poblaciones pequeñas.* Universidad Nacional del Centro del Perú.

- Osorio, J., & Orejuela, J. (2008). El proceso de análisis jerárquico y la toma de decisiones multicriterio. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, XIV(39), 247–252. <https://doi.org/84920503044>
- Penadés, V., García, T., Yepes, V., & Martí, J. (2017). Estudio de la aplicación de los métodos de decisión multicriterio al ciclo de vida de los puentes. *VII Congreso de ACHE*.
- Perdomo, J., & Ramirez, J. (2011). Análisis económico sobre el tamaño óptimo del mercado y ubicación de estaciones de transferencia para el manejo de residuos sólidos en Colombia. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, 2116, 143–162. [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/37719/MPRA Paper No. 37719](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/37719/MPRA_Paper_No._37719), posted 29. March 2012 18:56 UTC
- Pineda, N., & Loera, E. (2007). Bien recolectada pero mal tratada. El manejo municipal de la basura en Ciudad Obregón, Hermosillo y Nogales, Sonora. *Estudios Sociales: Revista de Investigación Científica*, 15(30), 167–194.
- Pinto, S. (2007). Valoración de impactos ambientales. In *Dirección de División de Medio Ambiente*. [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf)
- Pon, J. (2017). *La gestión de residuos en el contexto de la economía circular y el cambio climático*. <http://ledslac.org/wp-content/uploads/2017/11/PPT-ONU-Medio-Ambiente-webinar-CAF.pdf>
- Pon, J. (2019). Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe*, 102. [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion\\_de\\_residuos\\_-\\_jordi\\_pon.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion_de_residuos_-_jordi_pon.pdf)
- Posada, J., Sarmiento, I., & Correa, A. (2014). Consumo de combustible para camiones según peso del vehículo y otras variables. *Conference: XVIII Panamerican Conference on Traffic and Transportation Engineering, June*. [http://www.panam2014.unican.es/index.php?option=com\\_remository&Itemid=562&func=fileinfo&id=332&lang=es](http://www.panam2014.unican.es/index.php?option=com_remository&Itemid=562&func=fileinfo&id=332&lang=es)
- Presidencia de la República de El Salvador. (2002). *Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos*. 13. [http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=120:p-p&id=7&Itemid=255](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=120:p-p&id=7&Itemid=255)
- Presidencia de la República de Nicaragua. (2002). *Norma técnica para el control ambiental de los rellenos sanitarios para desechos sólidos no peligrosos*.
- Prieto, B. (2015). Optimización de la gestión de los residuos sólidos urbanos en la mancomunidad de San Markos mediante herramientas multicriterio. In U. I. de Andalucía (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Quispe, J. (2019). *Propuesta de implementación de una planta de compostaje a partir de residuos orgánicos generados en el distrito de Catache, provincia de Santa Cruz-Cajamarca; para el cultivo de granadilla orgánica*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

- Ramos, J. (2016). Evaluación del uso de biogas en rellenos sanitarios: El caso de Mallasa. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 9(27), 26. [https://www.researchgate.net/publication/317356057\\_EVALUACION\\_DEL\\_USO\\_DE\\_BIOGAS\\_EN\\_RELLENOS\\_SANITARIOS\\_EL\\_CASO\\_DE\\_MALLASA](https://www.researchgate.net/publication/317356057_EVALUACION_DEL_USO_DE_BIOGAS_EN_RELLENOS_SANITARIOS_EL_CASO_DE_MALLASA)
- Rathore, P., & Sarmah, S. (2019). Modeling transfer station locations considering source separation of solid waste in urban centers: A case study of Bilaspur city, India. *Journal of Cleaner Production*, 211, 44–60. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.100>
- República de Costa Rica. (2014). *Decreto Ejecutivo N° 38928-S: Reglamento sobre rellenos sanitarios*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cos148805.pdf>
- Reyes, E. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 24, 60–81. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i24.5552>
- Ribas, G. (2019). *Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Gálvez*. Universidad Tecnológica Nacional.
- Rico, J. (2015). *Características y valorización de los residuos de origen urbano* [Escuela Politécnica Superior de Orihuela]. [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2027/1/TFM\\_Rico\\_Barrachina,\\_Javier.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2027/1/TFM_Rico_Barrachina,_Javier.pdf)
- Röben, E. (2002). Manual de compostaje para municipios. *Ilustre Municipio de Loja*, 68. [www.ded.org.ec](http://www.ded.org.ec)
- Roé, A., Rojas, M., & Torres, C. (2014). Localización De Un Sitio Para Construir Un Centro De Aprovechamiento De Residuos Sólidos Urbanos a Través De Tres Métodos. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, 7(2), 141–153. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2014.7.2.46796>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. In *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Romero, A. (2013). Incineración de residuos sólidos urbanos. *Dpto. de Ingeniería Química. Facultad de CC. Químicas. Universidad Complutense de Madrid*. [http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio\\_Sostenible/dokumentuak/20100902171833440\\_C2-327.pdf?hash=56474cdad621171e19f5cee6055f9399](http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio_Sostenible/dokumentuak/20100902171833440_C2-327.pdf?hash=56474cdad621171e19f5cee6055f9399)
- Romero, S. (2012). *Estudio de factibilidad de implementación de una planta municipal de compostaje para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en UNE Cundinamarca*. Universidad Santo Tomás.
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. In *Manuales de la CEPAL*. Ministerio de Desarrollo Social / CEPAL. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55578516/S1500804\\_es.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DManuales\\_de\\_Cepal.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190929%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_re](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55578516/S1500804_es.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DManuales_de_Cepal.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190929%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_re)
- Ruberto, A. (2006). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (Issue Ediciones Mundi-Prensa). <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/46>
- Rubio, L. (2018). *Diseño básico de una planta de reciclaje de residuos sólidos urbanos con una capacidad de 50000 Tm/año*. Universidad de Sevilla.

- Saavedra, O., & Nogales, O. (2016). *Nuevo emplazamiento del relleno sanitario para el municipio de Cochabamba*.
- San Millán, A. (2018). *Estudio técnico sobre biodigestores anaeróbicos, aplicado al tratamiento de la fracción orgánica de los residuos municipales*. Universidad de Cantabria.
- Sánchez, E. (2016). *Optimización en la generación de matrices para la evaluación de impacto ambiental por el método de Conesa-Vitora e Hydro-Quebec* [Universidad Autónoma de Chiapas]. <http://www.cecodes.net/files/OPTIMIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE MATRICES PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL POR EL MÉTODO CONESA-VITORA E HYDRO-QUEBEC.pdf?fbclid=IwAR0eB4ixDgD7KJbsAzyCDJLFF4MyiWEKkQ9RO2ZDpw1fj6xoh8bBNJ6kFcU>
- Sánchez, J., & Estrada, R. (1996). Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas. In *Instituto Nacional de Ecología*. <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/121?show=full>
- Secretaría de Desarrollo Social. (2001). *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Criterios para la ubicación, operación y cierre de infraestructura ambiental para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/comunicacion-y-difusion>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2010). *Proyecciones referenciales de población a nivel cantonal - provincial período 2010 - 2030*.
- Seguí, L., Medina, R., & Guerrero, H. (2018). *Gestión de residuos y economía circular*.
- Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional. (2014). *Estudios de gestión integral de residuos sólidos de la Mancomunidad Sumak Kawsay. Análisis de la ubicación para las estaciones de transferencia*.
- Solano, J. (2015). *Sistema de seguridad y auditoría ambiental para el manejo de residuos peligrosos y hospitalarios de la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral de la Cuenca del Jubones "EMMAICJ-EP"* [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12535/1/T-ESPE-049789.pdf>
- Steinvorth, A. (2014). Tratamientos mecánico-biológicos y su aporte al manejo integral de residuos sólidos municipales. *CEGESTI*, 257, 1–4. [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_257\\_120514\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_257_120514_es.pdf)
- Sztern, D., & Pravia, M. (1999). *Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos*.
- Taboada, P., Aguilar, Q., & Ojeda, S. (2011). Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 2(1), 9–20.
- Tapia, J. (2008). *Metodología para el diseño de una estación de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas* [Universidad Internacional SEK]. <http://repositorio.uisek.edu.ec/123456789/437>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración* (Macgraw Hill (ed.)). Mérida-CIDINT-1982.

- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. MacGraw Hill.
- Tello, P., Martínez, E., Daza, D., Soulier, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010*.
- Thampi, A., & Rao, B. (2015). Application of multi-criteria decision making tools for technology choice in treatment and disposal of municipal solid waste for local self government bodies - A case study of Kerala, India. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 41(1), 84–95. <https://doi.org/10.5276/JSWTM.2015.84>
- Unidad de Mantenimiento de la EMAC-EP. (2020). *Informe de la flota de vehículos de la EMAC-EP 2020*.
- Urriago, N. (2018). *Estudio de pre-factibilidad de implementación de una estación de transferencia con recuperación de residuos sólidos urbanos en la UPZ-39 Quiroga, localidad 18 Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Bogotá*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD.
- Varón, K., Orejuela, J., & Manyoma, P. (2015). Modelo matemático para la ubicación de estaciones de transferencia de residuos sólidos urbanos. *Revista EIA*, 12(23), 61–70. <https://doi.org/10.24050/reia.v12i23.721>
- Vásquez, Ó. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 1(Septiembre), 27–52. <http://www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2012/03/modelosimulaciongestionresiduos.pdf>
- Veitia, E., Montalvan, A., & Martínez, Y. (2014). Elección de indicadores sistémicos para la sostenibilidad ambiental del suelo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4), 43–50.
- World Bank. (2012). *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management*. <https://doi.org/10.1201/9781315593173-4>
- Yadav, V., Karmakar, S., Dikshit, A. K., & Vanjari, S. (2016). A feasibility study for the locations of waste transfer stations in urban centers: A case study on the city of Nashik, India. *Journal of Cleaner Production*, 126, 191–205. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.017>
- Yong, T., Tung, L., & Tan, K. (2009). Integrated solid waste management. In *Clean, green and blue: Singapore's Journey Towards Environmental and Water Sustainability*. ISEAS.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P., & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo / Organización Panamericana.
- Agüero, A., Carral, M., Sauad, J., & Yazlle, L. (2005). Aplicación del método de valoración contingente en la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta, Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica (REVIBEC)*, 2(2), 37–44.
- Amutio, C. (2019). *Diseño de una planta de valorización de residuos urbanos para el área de gestión A6 de la Comunitat Valenciana*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Andersson, C. (2013). Sistema de gestión medioambiental para la planta de tratamiento de RSU de la ciudad de Apostoles, Misiones. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, & Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2016). *Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos*.
- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. (2018). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos* (P. Tello, D. Campani, & D. Rosalba (eds.)). Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). <http://www.aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/GESTION-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-LIBRO-AIDIS.pdf>
- Asociación Nacional de Empresarios. (2018). *Manual básico de gestión de transporte de carga por carretera - Estructura de costos y modelos colaborativos* (Asociación Nacional de Empresarios (ANDI) (ed.)). <http://www.andi.com.co/Uploads/Desarrollo de Herramientas Gerenciales para la optimización del Transpor....pdf>
- Avendaño, E. (2015). *Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos. Análisis del caso Bogotá D.C. Programa basura cero*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *Informe sobre sostenibilidad de 2014*.
- Barradas, A. (2009). Gestión integral de residuos sólidos municipales. In *Instituto Tecnológico de Minatitlán*. [http://oa.upm.es/1922/1/Barradas\\_MONO\\_2009\\_01.pdf](http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf)
- Barrera, D. (2015). *Elaborar el plan de manejo ambiental de los residuos sólidos del cantón Sevilla de Oro* [Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE)]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13743/5/T-ESPE-057806.pdf%0Ahttp://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10846/1/T-ESPE-049674.pdf>
- Barrera, P., & Otacoma, L. (2017). *Pruebas piloto para una planta de separación y recuperación de materiales a partir de residuos sólidos indiferenciados del cantón Cuenca, provincia del Azuay*. Universidad del Azuay.
- Buenrostro, O., Cram, S., Bernache, G., & Bocco, G. (2000). La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos sólidos orgánicos generados en los mercados municipales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 16(1), 19–26.
- Buenrostro, O., & Israde, I. (2003). La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19(4), 161–169. <https://doi.org/0188-4999>

- Cabrera, V., & Rossi, M. (2016). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251>
- Cajamarca, E., Bueno, W., & Jimbo, J. (2019). De cero a dinero: La basura como fuente principal para un negocio inclusivo de reciclaje en Cuenca – Ecuador. *Retos*, 9(17), 71–87. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.05>
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (Ecoe Edici). Biblioteca Nacional de Colombia.
- Casas, E. (2002). *Análisis de costos de transporte en la disposición final de residuos sólidos domiciliarios para empresas de servicios públicos domiciliarios*.
- Castellanos, R. (2005). *Factibilidad para la creación de una comercializadora de material reciclable inorgánico en la comuna cuatro del municipio de Floridablanca*. Universidad Industrial de Santander.
- Cedeño, G., & Chávez, J. (2018). *Plan de manejo integral de residuos sólidos en la comunidad Puerto Ébano del cantón Sucre*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Consultora Advance. (2015). *Reciclaje inclusivo y recicladores de base en el Ecuador*.
- Corte Constitucional del Ecuador. (2017). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*.
- Cruz, P. (2016). *Propuesta para la gestión integral de residuos sólidos en la parroquia Santiago, cantón Loja* [Universidad Internacional del Ecuador]. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1057>
- Cruz, S., & Ojeda, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 7–8.
- Cuéllar, R. (2017). *Regionalización de las actividades de transporte, transferencia y aprovechamiento mediante el uso de líneas ferreas para la gestión integral de residuos sólidos en Cundinamarca* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2018). *Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA*. [https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/13.11.2018-ECAS-Lineamientos\\_V2-ajustado-3.pdf](https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/13.11.2018-ECAS-Lineamientos_V2-ajustado-3.pdf)
- Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (2017). *Informe de gestión 2017: Gerencia General*.
- FICHTNER LKS. (2005). *Plan director de residuos sólidos de Montevideo y área metropolitana - Anexo: Tecnologías de manejo de residuos sólidos*. [http://www.ciu.com.uy/innovaportal/file/36639/1/res\\_10\\_pdrs\\_anexo\\_tecnologias\\_de\\_manejo\\_de\\_residuos.pdf](http://www.ciu.com.uy/innovaportal/file/36639/1/res_10_pdrs_anexo_tecnologias_de_manejo_de_residuos.pdf)
- Franco, J. (2016). *Diseño de planta de tratamiento de desechos sólido para la ciudad de Babahoyo*. Universidad de Guayaquil.
- Freiles, N. (2016). Manejo y separación de residuos sólidos urbanos. Análisis comparativo entre Madrid (España) y el distrito especial industrial y portuario de Barranquillas (Colombia). *Observatorio Medioambiental*, 19(1), 197–211. <https://doi.org/10.5209/OBMD.54168>

- GAD provincial del Pichincha. (2018). *Presupuesto referencial*.
- GAD Pucará. (2014). *Estudio de impacto ambiental de la gestión integral de desechos sólidos del cantón Pucará*.
- Gavilanes, A. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta de compostaje para el aprovechamiento de residuos sólidos del camal de la ciudad de Riobamba*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7843>
- Grupo Alite. (2016). *Semirremolque S3NA integral de aluminio Alite con piso móvil hidráulico estanco Alite Leak Proof*.
- Hernández, E. (2014). Sustentabilidad y calidad de vida urbana. *Revista de Comunicación de La SEECI*, 0(35E), 159. <https://doi.org/10.15198/seeci.2014.35e.159-169>
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2006). *Diagnóstico ambiental parcial de las 21 parroquias rurales del cantón Cuenca*.
- Jaramillo, J. (2010). *Estudio de impacto ambiental ex-post (diagnóstico ambiental categoría III) y plan de manejo ambiental del proyecto: operación y mantenimiento del camal municipal del cantón Gualaceo*.
- Jiménez, N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17, 29–56. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1419>
- Khan, A. (1987). Solid-waste disposal with intermediate transfer stations: An application of the fixed-charge location problem. *Journal of the Operational Research Society*, 38(1), 31–37. <https://doi.org/10.1057/jors.1987.4>
- Lella, J., Mandla, V. R., & Zhu, X. (2017). Solid waste collection/transport optimization and vegetation land cover estimation using Geographic Information System (GIS): A case study of a proposed smart-city. *Sustainable Cities and Society*, 35(April), 336–349. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.023>
- Lituma, M. (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos del cantón Gualaceo*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Maldonado, D. (2015). *Manejo mancomunado de residuos sólidos como una alternativa sostenible para su disposición final. Caso de estudio GADs municipales El Guabo y Camilo Ponce Enríquez*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Maldonado, L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Revista Ingeniería*, 10(1), 59–68. <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen10/reduccion.pdf>
- Mariño, C. (2011). *Implementación y seguimiento al plan de manejo ambiental de la estación de transferencia de residuos sólidos no peligrosos del sur (ETSUR) período: Noviembre 2009 - Mayor 2010*. Universidad de las Américas (UDLA).
- Medina, J., & Jiménez, I. (2001). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. [http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=344&id\\_tema=&dir=Consultas%3E%3Cimg src=](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=344&id_tema=&dir=Consultas%3E%3Cimg src=)
- Medina, M., & Cerda, J. (2008). Modelo de localización óptima de actividades no deseadas aplicado a los residuos sólidos en la región metropolitana. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería*, 16(2), 211–219. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052008000100011>
- Metler - Toledo AG. (2013). *Guía de básculas para camiones*.

- Minga, M., & Zhiminaycela, Y. (2019). *Optimización de las rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del centro cantonal Sígsig*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, A. y P. (2014). *Actualización del presupuesto para mantenimiento de oficinas MAGAP - Carchi*.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2007). *Proyección de la población 2007 por provincias, cantones y parroquias según grupos programáticos*. [https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=politicas-sistemas-y-servicios-de-salud&alias=49-proyeccion-de-la-poblacion-por-provincias-cantones-y-parroquias-segun-grupos-programaticos&Itemid=599](https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=politicas-sistemas-y-servicios-de-salud&alias=49-proyeccion-de-la-poblacion-por-provincias-cantones-y-parroquias-segun-grupos-programaticos&Itemid=599)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2010). *Presupuesto referencial del proyecto de rehabilitación de la carretera: Puerto Baquerizo Moreno - Progreso - Puerto Chino*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Acuerdo N° 061: Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos - PNGIDS Ecuador*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2019). *Decreto ejecutivo 3516: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2014). Decreto N°40: Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental. In *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Mora, J. (2017). *Auditoría ambiental por la operación de la disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Milagro*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Morales, V. (2017). *Diseño y modelado de una planta de reciclaje, recuperación y transformación de residuos sólidos reutilizables con aplicación de tecnologías limpias para la ciudad de Duitama - Boyacá*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD.
- Muñoz, B., & Romana, M. (2016). Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. *Pensamiento Matemático*, 6(2), 27–45.
- Muñoz, F., & Ulloa, C. (2017). *Diseño de redes de alcantarillado sanitario y evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales existentes de la comunidad de Tasqui, parroquia San Sebastián de Sígsig, cantón Sígsig, provincia del Azuay*. Universidad del Azuay (UDA).
- NOVACERO. (2018). *Construcción de paneles, cubiertas y paredes*.
- Orbe, S. (2012). *Diseño de un proyecto de gestión integral de residuos sólidos domésticos para la parroquia de Guayllabamba*. Universidad Central del Ecuador.
- Organización Mundial de la Salud. (2002). *Informe sobre la salud en el mundo 2002: Reducir los riesgos y promover una vida sana*. Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Informe sobre los resultados de la OMS: presupuesto por programas 2016-2017. In *71.ª Asamblea Mundial De La Salud*. [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA71/A71\\_28-sp.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA71/A71_28-sp.pdf)
- Pajares, I. (2016). *Planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.

- Perdomo, J., & Ramírez, J. (2010). Estrategia sobre ubicación y funcionamiento de estaciones de transferencia para el manejo de residuos sólidos en Colombia (Strategy for location and operating of the solid waste transfer station in Colombia). *SSRN Electronic Journal*, January 2010.
- Pozo, M. (2016). *Análisis de los beneficios de una adecuada gestión de manejo de residuos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12628/Tesis Mauricio Pozo.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12628/Tesis%20Mauricio%20Pozo.pdf?sequence=1)
- Presidencia de la República de El Salvador. (2002). *Decreto N° 42: Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos*.
- Puerto, G. (2017). *Determinación del sobreechanco requerido para vías con bajas velocidades de diseño en Colombia* [Universidad Santo Tomás]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Quito, L. (2018). *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios generados en la parroquia Febres Cordero, Sector Av. Portete de Tarquí, entre las calles 20ava y 29ava*. Universidad de Guayaquil.
- Ramírez, H. (2018). *Aplicación de la herramienta de análisis multicriterio para la toma de decisiones en la construcción de infraestructura civil en granjas fotovoltaicas* [Pontificia Universidad Javierana Cali]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Río, J., Savério, E., & Trinca, D. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León.
- Rodríguez, D. (2009). *Evaluación de planta mecanizada separadora de residuos sólidos*. Universidad de Chile.
- Romero, C. (1996). *Análisis de las decisiones multicriterio*. Publicaciones de Ingeniería de Sistemas. <https://es.slideshare.net/JacquelineSalvatierra1/analisis-de-las-decisiones-multicriterio-carlos-romero>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121–135. <https://doi.org/10.5860/choice.44-1347>
- Sanjeevi, V., & Shahabudeen, P. (2016). Optimal routing for efficient municipal solid waste transportation by using ArcGIS application in Chennai. *Waste Management and Research*, 34(1), 11–21. <https://doi.org/10.1177/0734242X15607430>
- Simon, B. (2010). *Modelo para el manejo de los residuos sólidos generados por el recinto Chiriboga y sus alrededores* [Universidad Internacional SEK]. <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=JpAzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=Universidad+internacional+sek&ots=b1fiWfTN1M&sig=1ApNXkS4mgrpAW0EiYaNRSz6ixso>
- Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos Sureste. (2017). *Manual de operación. Estación de transferencia intermunicipal de residuos sólidos*.
- Tapia, J., Del Moral, M., Tapia, C., Martínez, M., & Amor, R. (2012). Un problema de consenso para problemas de toma de decisiones multicriterio en grupo mediante relaciones de preferencia intervalares difusas lingüísticas. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 14, 36–53. <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=61>

- Tipán, P. (2016). Diseño de una planta para el procesamiento de compostaje a partir de residuos orgánicos urbanos para la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral Patate - Pelileo. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. In *Facultad de Ciencias*. <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/6519/1/96T00373.pdf>
- Tobón, W. (2013). Análisis multicriterio. Taller: Información sobre la biodiversidad para la conservación medioambiental. *Conabio*, 16.
- Torres, J. (2014). *Implementación de una alternativa en producción de compostaje a partir de residuos sólidos desechados en el Municipio de Ipiales, Departamento de Nariño*. Universidad de Nariño.
- Tribunal Constitucional de la República del Ecuador. (2014). *Registro oficial N° 379: Acuerdo interministeriales: Ministerio de Defensa Nacional y Ministerio del Ambiente*.
- Uzcha, J. (2018). *Informe de rendición de cuentas GAD municipal de Girón a la ciudadanía período enero - diciembre 2018*.
- Varnero, M. (2011). Manual del biogás. In *Proyecto CHI/00/G32*. FAO / MINENERGIA / PNUD / GEF. <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Vásquez, Ó. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 1(Septiembre), 27–52. <http://www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2012/03/modelosimulaciongestionresiduos.pdf>
- Wilhelmy, G., López, G., Villanueva, C., González, J., & Morales, E. (1997). *Evaluación social del proyecto de estaciones de transferencia de residuos sólidos en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua*.
- Xu, Y., Liu, X., Hu, X., Huang, G., & Meng, N. (2019). A genetic-algorithm-aided fuzzy chance-constrained programming model for municipal solid waste management. *Engineering Optimization*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/0305215X.2019.1608979>

## ANEXOS

### Sección marco legal

#### - CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008)

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

4. 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:

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. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

**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.

#### - CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL (COIP, 2014, ÚLTIMA MODIFICACIÓN 2018)

**Art. 254.-** Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas.- La persona que, contraviniendo lo establecido en la normativa vigente, desarrolle, produzca, tenga, disponga, queme, comercialice, introduzca, importe, transporte, almacene, deposite o use, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

Será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años cuando se trate de:

1. Armas químicas, biológicas o nucleares.
2. Químicos y Agroquímicos prohibidos, contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos y sustancias radioactivas.
3. Diseminación de enfermedades o plagas.
4. Tecnologías, agentes biológicos experimentales u organismos genéticamente modificados nocivos y perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la biodiversidad y recursos naturales.

Si como consecuencia de estos delitos se produce la muerte, se sancionará con pena privativa de libertad de dieciséis a diecinueve años.

**Art. 255.-** Falsedad u ocultamiento de información ambiental. - La persona que emita o proporcione información falsa u oculte información que sea de sustento para la emisión y otorgamiento de permisos ambientales, estudios de impactos ambientales, auditorías y diagnósticos ambientales, permisos o licencias de aprovechamiento forestal, que provoquen el cometimiento de un error por parte de la autoridad ambiental, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

Se impondrá el máximo de la pena si la o el servidor público, con motivo de sus funciones o aprovechándose de su calidad de servidor o sus responsabilidades de realizar el control, tramite, emita o apruebe con información falsa permisos ambientales y los demás establecidos en el presente artículo.

**Art. 392.-** Contravenciones de tránsito de séptima clase. - Será sancionado con multa equivalente al cinco por ciento de un salario básico unificado del trabajador general y reducción de uno punto cinco puntos en su licencia de conducir:

7. La o el conductor de un vehículo de transporte público o comercial que no ponga a disposición de los pasajeros recipientes o fundas para recolección de basura o desechos.

10. La persona que desde el interior de un vehículo arroje a la vía pública desechos que contaminen el ambiente.

#### - **CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA, 2017)**

**Artículo 3.- Fines.** Son fines de este Código:

7. Prevenir, minimizar, evitar y controlar los impactos ambientales, así como establecer las medidas de reparación y restauración de los espacios naturales degradados

**Artículo 9.- Principios ambientales.** En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente.

Los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública, así como en las providencias judiciales en el ámbito jurisdiccional. Estos principios son:

**2. Mejor tecnología disponible y mejores prácticas ambientales.** El Estado deberá promover en los sectores público y privado, el desarrollo y uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, que minimicen en todas las fases de una actividad productiva, los riesgos de daños sobre el ambiente, y los costos del tratamiento y disposición de sus desechos. Deberá también promover la implementación de mejores prácticas en el diseño, producción, intercambio y consumo sostenible de bienes y servicios, con el fin de evitar o reducir la contaminación y optimizar el uso del recurso natural.

**Artículo 10.- De la responsabilidad ambiental.** El Estado, las personas naturales y jurídicas, así como las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, tendrán la obligación jurídica de responder por los daños o impactos ambientales que hayan causado, de conformidad con las normas y los principios ambientales establecidos en este Código.

**Artículo 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental.** En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

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

**Artículo 190.- De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas.** Las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección y conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, o que impida su restauración.

**Artículo 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos.** Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:

5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación;

9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

**Artículo 226.- Principio de jerarquización.** La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:

1. Prevención;
2. Minimización de la generación en la fuente;
3. Aprovechamiento o valorización;
4. Eliminación; y,
5. Disposición final.

La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio.

**Artículo 231.- Obligaciones y responsabilidades.** Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados:

2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías. Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases.

4. Los gestores de residuos no peligrosos que prestan el servicio para su gestión en cualquiera de sus fases, serán responsables del correcto manejo, para lo cual deberán enmarcar sus acciones en los parámetros que defina la política nacional en el cuidado ambiental y de la salud pública, procurando maximizar el aprovechamiento de materiales.

**Artículo 233.- Aplicación de la Responsabilidad extendida Productor sobre la gestión de residuos y desechos no peligrosos, peligrosos y especiales.** Los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida del mismo. Esta responsabilidad incluye los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción y el uso del producto, así como lo relativo al tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierte en residuo o desecho luego de su vida útil o por otras circunstancias.

La Autoridad Ambiental Nacional, a través de la normativa técnica correspondiente, determinará los productos sujetos a REP, las metas y los lineamientos para la presentación del programa de gestión integral (PGI) de los residuos y desechos originados a partir del uso o consumo de los productos regulados. Estos programas serán aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional, quien realizará la regulación y control de la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor.

- **CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD, 2017)**

**Art. 55.-** Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;

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. - De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio 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 a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**Art. 146.-** Ejercicio de las competencias de promoción de la organización ciudadana y vigilancia de la ejecución de obras y calidad de los servicios públicos.- Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales, promoverán la organización de recintos, comunidades, comités barriales, organizaciones ciudadanas y demás asentamientos rurales en todos los ejes temáticos de interés comunitario; y establecerán niveles de coordinación con las juntas administradoras de agua potable, de riego, cabildos y comunas.

Promoverán la participación ciudadana en los procesos de consulta vinculados a estudios y evaluaciones de impacto ambiental; en la toma de decisiones y en la vigilancia sobre la gestión de los recursos naturales que puedan tener incidencia en las condiciones de salud de la población y de los ecosistemas de su respectiva circunscripción territorial.

Le corresponde al gobierno parroquial rural vigilar, supervisar y exigir que los planes, proyectos, obras y prestación de servicios a la comunidad que realicen organismos públicos y privados dentro de su circunscripción territorial, cumplan con las especificaciones técnicas de calidad y cantidad, así como el cumplimiento de los plazos establecidos en los respectivos convenios y contratos. El ejercicio de la vigilancia será implementado con la participación organizada de los usuarios y beneficiarios de los servicios.

Si por el ejercicio de la vigilancia el gobierno autónomo descentralizado parroquial rural emitiera un informe negativo, la autoridad máxima de la institución observada, deberá resolver la situación inmediatamente.

**Art. 418.-** Bienes afectados al servicio público. - Son aquellos que se han adscrito administrativamente a un servicio público de competencia del gobierno autónomo descentralizado o que se han adquirido o construido para tal efecto.

Estos bienes, en cuanto tengan precio o sean susceptibles de avalúo, figurarán en el activo del balance del gobierno autónomo descentralizado o de la respectiva empresa responsable del servicio.

Constituyen bienes afectados al servicio público:

e) Los activos destinados a servicios públicos como el de recolección, procesamiento y disposición final de desechos sólidos.

**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.

Si se produjeran actividades contaminantes por parte de actores públicos o privados, el gobierno autónomo descentralizado impondrá los correctivos y sanciones a los infractores sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal a que hubiere lugar y pondrán en conocimiento de la autoridad competente el particular, a fin de exigir el derecho de la naturaleza contemplado en la Constitución.

- **LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO (LOOTUGS, 2016)**

**Art. 4.- Glosario.** - Para efectos de la aplicación de esta Ley, se utilizarán las siguientes definiciones constantes en este artículo:

**13. Sistemas públicos de soporte.** Son las infraestructuras para la dotación de servicios básicos y los equipamientos sociales y de servicio requeridos para el buen funcionamiento de los asentamientos humanos. Estos son al menos: las redes viales y de transporte en todas sus modalidades, las redes e instalaciones de comunicación, energía, agua, alcantarillado y manejo de desechos sólidos, el espacio público, áreas verdes, así como los equipamientos sociales y de servicios. Su capacidad de utilización máxima es condicionante para la determinación del aprovechamiento del suelo.

**17. Vivienda adecuada y digna.** Aquella que cuenta simultáneamente con los servicios de agua segura y saneamiento adecuado; electricidad de la red pública; gestión integral de desechos; condiciones materiales adecuadas; con espacio suficiente; ubicadas en zonas seguras; con accesibilidad; seguridad en la tenencia; asequible; y, adecuada a la realidad cultural.

**Art. 73.- Pago.** - Los pagos por concepto de concesión onerosa de derechos al Gobierno Autónomo Descentralizado municipal o metropolitano se realizarán en dinero o en especie como: suelo urbanizado, vivienda de interés social, equipamientos comunitarios o infraestructura. Los pagos en especie no suplen el cumplimiento de las cesiones ni de las obligaciones urbanísticas, ni pueden confundirse con estas.

Los recursos generados a través de la concesión onerosa de derechos solo se utilizarán para la ejecución de infraestructura, construcción de vivienda adecuada y digna de interés social, equipamiento, sistemas públicos de soporte necesarios, en particular, servicio de agua segura, saneamiento adecuado y gestión integral de desechos, u otras actuaciones para la habilitación del suelo y la garantía del derecho a la ciudad.

**Art. 76.- Declaratoria de regularización prioritaria.** Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales o metropolitanos, en el plan de uso y gestión de suelo, determinarán zonas que deban ser objeto de un proceso de regularización física y legal de forma prioritaria, en cumplimiento de la función social y ambiental de la propiedad. Para ello, se contará previamente con un diagnóstico integral que establezca la identificación de los beneficiarios, la capacidad de integración urbana del asentamiento humano, la ausencia de riesgos para la población y el respeto al patrimonio natural y cultural, de conformidad con la legislación vigente. Esta declaratoria se realizará en el componente urbanístico del plan de uso y gestión de suelo. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

- **LEY ORGÁNICA DE SALUD (REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO 423, ÚLTIMA MODIFICACIÓN 2012)**

**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. 100.-** La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

**Art. 103.-** Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

Los desechos infecciosos, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país.

Para la eliminación de desechos domésticos se cumplirán las disposiciones establecidas para el efecto.

Las autoridades de salud, en coordinación con los municipios, serán responsables de hacer cumplir estas disposiciones.

**Art. 259.-** Para efectos de esta Ley, se entiende por:

**Acreditación de servicios de salud.-** Es el proceso voluntario realizado con regularidad y periodicidad, de carácter reservado, a través del cual un servicio de salud, independientemente de su nivel es evaluado por un organismo técnico calificado, de acuerdo a un conjunto de normas que describe las actividades y estructuras que contribuyen en forma directa a los resultados deseados para los pacientes-usuarios, el cumplimiento de estas normas busca alcanzar un óptimo nivel de calidad de atención teniendo en cuenta los recursos disponibles.

**Desechos.** - Son los residuos o desperdicios en cualquier estado de la materia, producto de actividades industriales, comerciales y de la comunidad; se clasifican en comunes, infecciosos y especiales o peligrosos.

**Desechos comunes.** - Son aquellos que no representan riesgo para la salud humana, animal o el ambiente.

- **REGLAMENTO DEL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (2019)**

En este apartado se incluye solamente ciertos artículos del total (Art. 560 – Art 611), debido a la extensión del capítulo sobre residuos en este reglamento. Para su revisión total refiérase al documento oficial.

**Art. 560. Ámbito.** - Se hallan sujetos al cumplimiento y aplicación de las disposiciones del presente Título, todas las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o mixtas, nacionales y extranjeras, que participen en la generación y gestión integral de residuos o desechos, sus fases y actividades afines.

**Art. 569. Vigencia y renovación del Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios.** - El Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios tendrá un plazo de vigencia de dos (2) años a partir de su aprobación, el cual deberá ser renovado.

La renovación del Plan deberá ser presentada ante la Autoridad Nacional durante el último trimestre de su vigencia.

**Art. 580. Viabilidad técnica.** - Para los proyectos de cierre técnico de botaderos y proyectos para la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos o cualquiera de sus fases, los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deberán presentar a la Autoridad Ambiental Nacional, los estudios de diagnóstico, factibilidad y diseños definitivos. Una vez presentados los estudios, la Autoridad Ambiental Nacional determinará su viabilidad técnica, mediante informe motivado y según la normativa y lineamientos que se expida para el efecto.

Independientemente del modelo de gestión adoptado, para estos proyectos los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deberán obtener la viabilidad técnica como requisito previo a la obtención de la autorización administrativa ambiental.

**Art. 591. Transporte.** – El transporte es el movimiento de residuos y desechos a través de cualquier medio de transporte conforme a lo dispuesto en la normativa aplicable.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales deberán realizar el traslado de los residuos y desechos sólidos no peligrosos desde el lugar de su almacenamiento temporal hasta un centro de acopio de residuos sólidos no peligrosos, estación de transferencia o sitio de disposición final.

Para el transporte de residuos y desechos por vía marítima o fluvial los gobiernos autónomos descentralizados deberán implementar los mecanismos más idóneos y apropiados a medio, y podrán adoptar modelos mancomunados o los demás que estableciera la Ley.

**Art. 592. Acopio y transferencia.** - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos, podrán instalar centros de acopio o estaciones de transferencia de residuos y desechos sólidos no peligrosos, de acuerdo a las necesidades del cantón.

La estación de transferencia es el lugar físico que cumple condiciones técnicas, dotado de la infraestructura y equipos, en el cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos y desechos sólidos no peligrosos para posteriormente ser transportados a otro lugar para su valoración o disposición final, con o sin agrupamiento previo.

**Art. 593. Aprovechamiento.** - El aprovechamiento es el conjunto de acciones y procesos mediante los cuales, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se incorporan al ciclo económico y productivo por medio de la reutilización, reciclaje, generación de energía o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios

sanitarios, sociales, ambientales y económicos. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**Art. 611. Fortalecimiento del reciclaje inclusivo.** – Los gobiernos autónomos descentralizados municipales fomentarán una cultura de trabajo digno en las distintas fases de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y en la cadena de valor de los mismos, y fortalecerán las capacidades técnicas y de emprendimiento de los recicladores de base, promoviendo negocios e iniciativas inclusivas.

- **NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, LIBRO VI ANEXO 6 (2010)**

## **2.26 Estación de transferencia**

Es el lugar físico dotado de las instalaciones necesarias, técnicamente establecido, en el cual se descargan y almacenan los desechos sólidos para posteriormente transportarlos a otro lugar para su valorización o disposición final, con o sin agrupamiento previo.

## **2.34 Reuso**

Acción de usar un desecho sólido, sin previo tratamiento.

## **2.36 Tratamiento**

Proceso de transformación física, química o biológica de los desechos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y en el cual se puede generar un nuevo desecho sólido, de características diferentes.

## **4.2 De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos**

En este apartado se cuenta con 22 ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrarán los 4 primeros. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**4.2.1.** Se prohíbe limpiar en la vía pública o espacios públicos, vehículos livianos, de transporte pesado, hormigoneras, buses y otros, siendo responsables de esta disposición el propietario del vehículo y el conductor, estando ambos obligados a limpiar la parte del espacio público afectado y a reparar los daños causados.

**4.2.2.** Se prohíbe arrojar o depositar desechos sólidos fuera de los contenedores de almacenamiento.

**4.2.3** Se prohíbe la localización de contenedores de almacenamiento de desechos sólidos en áreas públicas. Sin embargo, la entidad de aseo podrá permitir su localización en tales áreas, cuando las necesidades del servicio lo hagan conveniente, o cuando un evento o situación específica lo exija.

**4.2.4** Se prohíbe la colocación de animales muertos, cuyo peso sea mayor a 40 Kg y de desechos sólidos de carácter especial, en contenedores de almacenamiento de uso público o privado en el servicio ordinario

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

En este apartado se cuenta con varios ítems que contienen sub ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrarán los 2 primeros. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**4.3.1** Los desechos sólidos de acuerdo a su origen se clasifican:

- 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.

**4.3.2** El manejo de desechos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades:

- j) Almacenamiento.
- k) Entrega.
- l) Barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- m) Recolección y Transporte.
- n) Transferencia.
- o) Tratamiento.
- p) Disposición final.
- q) Recuperación.

#### **4.4 Normas generales para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos**

En este apartado se cuenta con 23 ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrarán los 2 primeros. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**4.4.1** Los usuarios del servicio ordinario de aseo tendrán las siguientes obligaciones, en cuanto al almacenamiento de desechos sólidos y su presentación para la recolección.

a) Los ciudadanos deben cuidar, mantener y precautelar todos los implementos de aseo de la ciudad, como: papeleras, contenedores, tachos, señalizaciones y otros que sean utilizados para el servicio, tanto en las labores habituales como en actos públicos o manifestaciones.

b) Los usuarios deben depositar los desechos sólidos dentro de los contenedores o recipientes públicos, prohibiéndose el abandono de desechos en las vías públicas, calles o en terrenos baldíos.

c) Se debe almacenar en forma sanitaria los desechos sólidos generados de conformidad con lo establecido en la presente Norma.

d) No deberá depositarse sustancias líquidas, excretas, o desechos sólidos de las contempladas para el servicio especial y desechos peligrosos en recipientes destinados para recolección en el servicio ordinario.

e) Se deben colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido por la entidad de aseo.

f) Se debe cerrar o tapar los recipientes o fundas plásticas que contengan los desperdicios, para su entrega al servicio de recolección, evitando así que se produzcan derrames o vertidos de su contenido. Si como consecuencia de un deficiente almacenamiento se produjere acumulación de desechos sólidos en la vía pública el usuario causante será responsable de este hecho y deberá realizar la limpieza del área ensuciada.

g) Nadie debe dedicarse a la recolección o aprovechamiento de los desechos sólidos domiciliarios o de cualquier tipo, sin previa autorización de la entidad de aseo.

h) Deberá cumplirse con las demás ordenanzas que se establezcan para los usuarios del servicio.

**4.4.2** Los recipientes para almacenamiento de desechos sólidos en el servicio ordinario deben ser de tal forma que se evite el contacto de éstos con el medio y los recipientes podrán ser retornables o no retornables. En ningún caso se autoriza el uso de cajas, saquillos, recipientes o fundas plásticas no homologadas y envolturas de papel.

#### **4.7 Normas generales para la recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos**

En este apartado se cuenta con 15 ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrarán los 2 primeros. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**4.7.1** Los usuarios deben sacar a la vía sus recipientes o fundas con los desechos sólidos, sólo en el momento en que pase el vehículo recolector, salvo el caso de que se posea cestas metálicas donde colocar las fundas.

Las cestas deben estar ubicadas a una altura suficiente, de tal manera que se impida el acceso a ellas de los niños y de animales domésticos.

**4.7.2** La recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos debe ser efectuada por los operarios designados por la entidad de aseo, de acuerdo con las rutas y las frecuencias establecidas para tal fin.

#### **4.8 Normas generales para la transferencia de desechos sólidos no peligrosos**

En este apartado se cuenta con 6 ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrarán los 2 primeros. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**4.8.1** Las entidades encargadas del servicio de aseo podrán disponer de estaciones de transferencia, cuando las necesidades del servicio lo requieran, de ser éste el caso, se prohíbe la transferencia de desecho sólidos en sitios diferentes a las estaciones de transferencia.

**4.8.2** El diseño y construcción o instalación de estaciones de transferencia de desechos sólidos, deberá sujetarse a las normas de planeación urbana, para su aprobación el Municipio respectivo exigirá una autorización previa a la Entidad Ambiental de Control

#### **4.9 Normas generales para el tratamiento de desechos sólidos no peligrosos**

En este apartado se cuenta con 5 ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrará el primero. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

Las presentes disposiciones se refieren a procesos convencionales a los que deben someterse los desechos sólidos, cuando a consideración de las Municipalidades o de las entidades pertinentes así se considere necesario.

**4.9.1** Los desechos sólidos cuando luego del análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental no puedan ser reciclados o reutilizados, deberán ser tratados por el generador de los desechos, con la finalidad de mejorar sus condiciones para su disposición final o eliminación, por ello los fines del tratamiento son:

- a) Reducción del volumen.
- b) Reducción del peso.
- c) Homogeneización de componentes.
- d) Reducción del tamaño.
- e) Uniformización del tamaño.

#### **4.13 Normas generales para la recuperación de desechos sólidos no peligrosos**

En este apartado se cuenta con 15 ítems, por lo que debido a su extensión solo se nombrará los 2 primeros. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

El reuso y reciclaje de desechos sólidos tiene dos propósitos fundamentales:

- a) Recuperación de valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en el proceso primario de elaboración de productos.
- b) Reducción de la cantidad de desechos sólidos producidos, para su disposición final sanitaria.

**4.13.1** La entidad de aseo deberá propiciar el reuso y reciclaje de desechos sólidos no peligrosos, mediante campañas educativas dirigidas a la comunidad con tal fin. Impulsando la reducción de la producción, mediante la aplicación de técnicas de producción más limpia.

**4.13.2** Los municipios deberán realizar estudios que indiquen la factibilidad técnico económica y ambiental de la implementación de un sistema de reciclaje.

- **ACUERDO NO. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA, 2015)**

En este apartado se cuenta con varias definiciones, por lo que debido a su extensión solo se nombrará 2 referentes a residuos no peligrosos. (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**Art. 3 Glosario.** - Los términos establecidos en este Libro tienen la categoría de definición.

**Almacenamiento de residuos/desechos no peligrosos.** - Toda operación conducente al depósito transitorio de los desechos y/o residuos sólidos, en condiciones que aseguren la protección al ambiente y a la salud humana. Acumulación de los desechos y/o residuos sólidos en los lugares de generación de los mismos o en lugares aledaños a estos, donde se mantienen hasta su posterior recolección.

**Aprovechamiento de residuos no peligrosos.** - Conjunto de acciones o procesos asociados mediante los cuales, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, se procura dar valor a los desechos y/o residuos reincorporando a los materiales recuperados a un nuevo ciclo económico y productivo en forma eficiente, ya sea por medio de la reutilización, el reciclaje, el tratamiento térmico con fines de generación de energía y obtención de subproductos o por medio del compostaje en el caso de residuos orgánicos o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

**Art. 7 Competencia de evaluación de impacto ambiental.** - Le corresponde a la Autoridad Ambiental Nacional el proceso de evaluación de impacto ambiental, el cual podrá ser delegado a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, metropolitanos y/o municipales a través de un proceso de acreditación conforme a lo establecido en este Libro.

El resultado del proceso de evaluación de impactos ambientales es una autorización administrativa ambiental cuyo alcance y naturaleza depende de la herramienta de gestión utilizada según el caso.

Tanto la autorización ambiental como las herramientas de evaluación de impactos ambientales se encuentran descritas en este Libro.

**Art. 49 Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.** - Se establecen como políticas generales para la gestión integral de estos residuos y/o desechos y son de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras, las siguientes: (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**Art. 55 De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.** - La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final. Está dirigida a la implementación de las fases de manejo de los residuos sólidos que son la minimización de su generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

Una gestión apropiada de residuos contribuye a la disminución de los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas de manejo de éstos.

**Art. 57 Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.** - Garantizarán el manejo integral de residuos y/o desechos sólidos generados en el área de su competencia, ya sea por administración o mediante contratos con empresas públicas o privadas; promoviendo la minimización en la generación de residuos y/o desechos sólidos, la separación en la fuente, procedimientos adecuados para barrido y recolección, transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y/o transferencia; fomentar su aprovechamiento, dar adecuado tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente a un ciclo de vida productivo; además dar seguimiento para que los residuos peligrosos y/o especiales sean dispuestos, luego de su tratamiento, bajo parámetros que garanticen la sanidad y preservación del ambiente.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán: (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**Art. 58 Viabilidad técnica-** Además de la regularización ambiental, la Autoridad Ambiental Nacional otorgará a los Gobiernos Autónomos Descentralizados la viabilidad técnica a los estudios de factibilidad y diseños definitivos de los proyectos para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, en cualquiera de sus fases. Las etapas a cumplirse en la elaboración de los estudios de factibilidad y diseño definitivo de un proyecto para la gestión integral de residuos sólidos y/o desechos no peligrosos son: (La continuación del artículo refiérase al documento oficial)

**Art. 59 Fases de manejo de desechos y/o residuos sólidos no peligrosos.** - El manejo de los residuos sólidos corresponde al conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos que incluye: minimización en la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

Considerar los Parágrafos del I al VIII. la extensión de estos comprende los artículos desde el Art 60 al Art 77. A continuación solo se hará referencia al Art. 60. (La continuación de los artículos refiérase al documento oficial)

**Art. 60 Del Generador.** - Todo generador de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos debe:

a) Tener la responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección y depositados en sitios autorizados que determine la autoridad competente.

b) Tomar medidas con el fin de reducir, minimizar y/o eliminar su generación en la fuente, mediante la optimización de los procesos generadores de residuos.

c) Realizar separación y clasificación en la fuente conforme lo establecido en las normas específicas

d) Almacenar temporalmente los residuos en condiciones técnicas establecidas en la normativa emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

e) Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios deben disponer de instalaciones adecuadas y técnicamente construidas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos, con fácil accesibilidad para realizar el traslado de los mismos.

f) Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios, deberán llevar un registro mensual del tipo y cantidad o peso de los residuos generados.

g) Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios deberán entregar los residuos sólidos no peligrosos ya clasificados a gestores ambientales autorizados por la Autoridad Ambiental Nacional o de Aplicación Responsable acreditada para su aprobación, para garantizar su aprovechamiento y /o correcta disposición final, según sea el caso.

h) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán realizar una declaración anual de la generación y manejo de residuos y/o desechos no peligrosos ante la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable para su aprobación.

i) Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido.

**Sección A**

Tabla 112: Proyección poblacional del cantón Cuenca

r 0.0176	Cantón Cuenca																					Total	
	Parroquias																						
Año	Cuenca	Baños	Cum-be	Chau-cha	Checa Jidcay	Chiquintad	Llacao	Molle turo	Nulti	Octavio Cordero Palacios	Pac-cha	Quin-geo	Ricaur-te	San Joaquin	Santa Ana	Sayau-sí	Sidcay	Sinin-cay	Tarqui	Turi	Valle	Victoria del portete	
2010	332758	17714	6409	2160	3603	5689	6204	8029	5186	3133	7329	8312	20224	8317	6228	9254	4826	16721	11352	9826	25176	6113	524563
2020	396914	21129	7645	2576	4298	6786	7400	9577	6186	3737	8742	9915	24123	9921	7429	11038	5756	19945	13541	11720	30030	7292	625700
2021	403974	21505	7781	2622	4374	6907	7532	9747	6296	3804	8898	10091	24552	10097	7561	11235	5859	20300	13782	11929	30564	7421	636829
2022	411160	21888	7919	2669	4452	7029	7666	9921	6408	3871	9056	10270	24989	10277	7695	11434	5963	20661	14027	12141	31108	7553	648156
2023	418473	22277	8060	2716	4531	7154	7802	10097	6522	3940	9217	10453	25433	10459	7832	11638	6069	21028	14276	12357	31661	7688	659685
2024	425916	22673	8203	2765	4612	7282	7941	10277	6638	4010	9381	10639	25886	10645	7972	11845	6177	21402	14530	12577	32224	7824	671419
2025	433492	23076	8349	2814	4694	7411	8082	10460	6756	4081	9548	10828	26346	10835	8113	12055	6287	21783	14789	12801	32797	7964	683361
2026	441202	23487	8498	2864	4777	7543	8226	10646	6876	4154	9717	11021	26815	11027	8258	12270	6399	22170	15052	13028	33381	8105	695516
2027	449050	23905	8649	2915	4862	7677	8372	10835	6998	4228	9890	11217	27292	11224	8405	12488	6513	22565	15319	13260	33974	8249	707887
2028	457037	24330	8803	2967	4949	7814	8521	11028	7123	4303	10066	11416	27777	11423	8554	12710	6628	22966	15592	13496	34579	8396	720478
2029	465166	24763	8959	3019	5037	7953	8673	11224	7250	4380	10245	11619	28271	11626	8706	12936	6746	23374	15869	13736	35194	8545	733293
2030	473440	25203	9119	3073	5126	8094	8827	11423	7379	4458	10428	11826	28774	11833	8861	13166	6866	23790	16151	13980	35820	8697	746336
2031	481861	25651	9281	3128	5217	8238	8984	11627	7510	4537	10613	12036	29286	12044	9019	13401	6988	24213	16439	14229	36457	8852	759611
2032	490432	26108	9446	3183	5310	8385	9144	11833	7643	4618	10802	12251	29807	12258	9179	13639	7113	24644	16731	14482	37105	9010	773122
2033	499155	26572	9614	3240	5405	8534	9306	12044	7779	4700	10994	12468	30337	12476	9342	13882	7239	25082	17029	14740	37765	9170	786873
2034	508034	27045	9785	3298	5501	8686	9472	12258	7918	4783	11189	12690	30877	12698	9509	14128	7368	25529	17332	15002	38437	9333	800869
2035	517070	27526	9959	3356	5599	8840	9640	12476	8058	4868	11388	12916	31426	12924	9678	14380	7499	25983	17640	15269	39121	9499	815114
2036	526267	28015	10136	3416	5698	8997	9812	12698	8202	4955	11591	13146	31985	13154	9850	14635	7632	26445	17954	15540	39817	9668	829613
2037	535628	28514	10316	3477	5800	9157	9986	12924	8348	5043	11797	13380	32554	13388	10025	14896	7768	26915	18273	15817	40525	9840	844369
2038	545155	29021	10500	3539	5903	9320	10164	13154	8496	5133	12007	13617	33133	13626	10203	15161	7906	27394	18598	16098	41246	10015	859388
2039	554852	29537	10687	3602	6008	9486	10345	13388	8647	5224	12221	13860	33722	13868	10385	15430	8047	27881	18929	16384	41979	10193	874673
2040	564721	30062	10877	3666	6115	9655	10529	13626	8801	5317	12438	14106	34322	14115	10569	15705	8190	28377	19265	16676	42726	10374	890231
2041	574765	30597	11070	3731	6223	9826	10716	13868	8958	5412	12659	14357	34932	14366	10757	15984	8336	28882	19608	16972	43486	10559	906066
2042	584988	31141	11267	3797	6334	10001	10907	14115	9117	5508	12884	14612	35554	14621	10949	16269	8484	29396	19957	17274	44259	10747	922182
2043	595394	31695	11467	3865	6447	10179	11101	14366	9279	5606	13114	14872	36186	14881	11144	16558	8635	29918	20312	17581	45047	10938	938584
2044	605984	32259	11671	3934	6561	10360	11298	14622	9444	5705	13347	15137	36830	15146	11342	16852	8789	30451	20673	17894	45848	11132	955279
2045	616762	32833	11879	4004	6678	10544	11499	14882	9612	5807	13584	15406	37485	15415	11544	17152	8945	30992	21041	18212	46663	11330	972270
AI	70.59	326.71	70.84	313.31	62.81	92.90	17.84	976.70	31.08	20.52	25.71	116.59	14.00	189.17	44.47	365.75	17.08	24.66	137.87	26.82	43.05	202.07	3190.54
ASI	75.72	326.94	70.40	312.98	62.71	93.01	17.08	977.07	27.07	20.73	25.59	117.57	13.93	189.17	43.05	365.50	16.73	24.65	137.39	26.67	43.21	202.96	3190.13
Dpob	8145	100	169	13	106	113	673	15	355	280	531	131	2691	81	268	47	535	1257	153	683	1080	56	305

Elaborado por: Autores

AI = Área según INEC (km²)

ASI= Área según el SIG (km²)

r= índice de crecimiento

Dpob=densidad poblacional al año 2045

Tabla 113. Proyección poblacional del cantón Gualaceo.

r 0.008086	Cantón Gualaceo									
	Parroquias									
Año	Gualaceo	Daniel Córdova Toral	Jadán	Mariano Moreno	Remigio Crespo Toral	San Juan	Zhid mad	Luis Cordero Vega	Simón bolívar	Total
2010	21643	1899	4524	2813	1611	5503	2942	2227	1325	44487
2020	23466	2059	4905	3050	1747	5966	3190	2415	1437	48234
2021	23656	2076	4945	3075	1761	6015	3216	2434	1448	48625
2022	23848	2093	4985	3100	1775	6064	3242	2454	1460	49020
2023	24042	2109	5025	3125	1790	6113	3268	2474	1472	49418
2024	24237	2127	5066	3150	1804	6163	3295	2494	1484	49819
2025	24434	2144	5107	3176	1819	6213	3321	2514	1496	50224
2026	24632	2161	5149	3202	1834	6263	3348	2535	1508	50632
2027	24832	2179	5191	3228	1848	6314	3376	2555	1520	51043
2028	25034	2197	5233	3254	1863	6365	3403	2576	1533	51457
2029	25237	2214	5275	3280	1879	6417	3431	2597	1545	51875
2030	25442	2232	5318	3307	1894	6469	3458	2618	1558	52296
2031	25649	2250	5361	3334	1909	6521	3487	2639	1570	52721
2032	25857	2269	5405	3361	1925	6574	3515	2661	1583	53149
2033	26067	2287	5449	3388	1940	6628	3543	2682	1596	53580
2034	26278	2306	5493	3415	1956	6682	3572	2704	1609	54015
2035	26492	2324	5538	3443	1972	6736	3601	2726	1622	54454
2036	26707	2343	5582	3471	1988	6791	3630	2748	1635	54896
2037	26924	2362	5628	3499	2004	6846	3660	2770	1648	55341
2038	27142	2382	5674	3528	2020	6901	3690	2793	1662	55791
2039	27363	2401	5720	3556	2037	6957	3719	2816	1675	56244
2040	27585	2420	5766	3585	2053	7014	3750	2838	1689	56700
2041	27809	2440	5813	3614	2070	7071	3780	2861	1702	57161
2042	28035	2460	5860	3644	2087	7128	3811	2885	1716	57625
2043	28262	2480	5908	3673	2104	7186	3842	2908	1730	58093
2044	28492	2500	5956	3703	2121	7244	3873	2932	1744	58564
2045	28723	2520	6004	3733	2138	7303	3904	2956	1758	59040
AI	41.57	21.23	52.18	33.80	29.69	34.69	43.30	80.44	12.88	349.78
ASI	42.64	21.22	52.09	33.98	29.80	34.70	43.33	79.34	12.91	350.01
Dpob	674	119	115	110	72	210	90	37	136	169

Elaborado por: Autores

Tabla 114. Proyección poblacional del cantón Chordeleg.

r 0.01312057	Cantón Chordeleg					
	Parroquias					
Año	Chorde leg	Princi pal	La Unión	Luis Galarza Orellana	San Martín del Puzhio	Total
2010	6888	1430	1995	1593	1168	13074
2020	7854	1630	2275	1816	1332	14907
2021	7957	1652	2305	1840	1349	15104
2022	8063	1674	2335	1865	1367	15303
2023	8169	1696	2366	1889	1385	15505
2024	8277	1718	2397	1914	1404	15710
2025	8386	1741	2429	1939	1422	15918
2026	8497	1764	2461	1965	1441	16128
2027	8609	1787	2494	1991	1460	16341
2028	8723	1811	2526	2017	1479	16557
2029	8838	1835	2560	2044	1499	16775
2030	8955	1859	2594	2071	1518	16997
2031	9073	1884	2628	2098	1539	17221
2032	9193	1909	2663	2126	1559	17449
2033	9314	1934	2698	2154	1579	17679
2034	9437	1959	2733	2183	1600	17913
2035	9562	1985	2769	2211	1621	18149
2036	9688	2011	2806	2241	1643	18389
2037	9816	2038	2843	2270	1665	18632
2038	9946	2065	2881	2300	1687	18878
2039	10077	2092	2919	2331	1709	19127
2040	10210	2120	2957	2361	1731	19380
2041	10345	2148	2996	2393	1754	19636
2042	10482	2176	3036	2424	1777	19895
2043	10620	2205	3076	2456	1801	20158
2044	10760	2234	3117	2489	1825	20424
2045	10903	2263	3158	2521	1849	20694
AI	16.28	30.10	14.24	29.91	14.45	104.98
ASI	42.64	30.19	14.33	29.95	14.46	131.57
Dpob	256	75	220	84	128	157

Elaborado por: Autores

Tabla 115. Proyección poblacional del cantón Guachapala.

Índice de crecimiento 0.00648446	Cantón Guachapala	
	Parroquias	
Año	Guachapala	Total
2010	3553	3553
2020	3791	3791
2021	3816	3816
2022	3841	3841
2023	3865	3865
2024	3891	3891
2025	3916	3916
2026	3941	3941
2027	3967	3967
2028	3993	3993
2029	4019	4019
2030	4045	4045
2031	4071	4071
2032	4098	4098
2033	4124	4124
2034	4151	4151
2035	4178	4178
2036	4205	4205
2037	4233	4233
2038	4260	4260
2039	4288	4288
2040	4316	4316
2041	4344	4344
2042	4372	4372
2043	4401	4401
2044	4429	4429
2045	4458	4458
AI	39.59	39.59
ASI	39.96	39.96
Dpob	112	112

Elaborado por: Autores

Tabla 116. Proyección poblacional del cantón Sigsig.

Índice de crecimiento 0.006626	Cantón Sigsig							Total
	Parroquias							
Año	Sigsig	Cuchil	Gima	Guel	Ludo	San Bartolomé	San José de Raranga	Total
2010	11335	1850	3048	1510	3528	4263	2513	28047
2020	12111	1977	3257	1613	3770	4555	2685	29968
2021	12192	1990	3278	1624	3795	4585	2703	30167
2022	12273	2003	3300	1635	3820	4616	2721	30368
2023	12355	2016	3322	1646	3845	4646	2739	30570
2024	12437	2030	3344	1657	3871	4677	2757	30773
2025	12519	2043	3366	1668	3897	4708	2776	30978
2026	12603	2057	3389	1679	3923	4740	2794	31184
2027	12686	2071	3411	1690	3949	4771	2813	31391
2028	12771	2084	3434	1701	3975	4803	2831	31599
2029	12856	2098	3457	1713	4001	4835	2850	31810
2030	12941	2112	3480	1724	4028	4867	2869	32021
2031	13027	2126	3503	1735	4055	4899	2888	32234
2032	13114	2140	3526	1747	4082	4932	2907	32448
2033	13201	2155	3550	1759	4109	4965	2927	32664
2034	13289	2169	3573	1770	4136	4998	2946	32881
2035	13377	2183	3597	1782	4164	5031	2966	33100
2036	13466	2198	3621	1794	4191	5064	2985	33320
2037	13555	2212	3645	1806	4219	5098	3005	33541
2038	13645	2227	3669	1818	4247	5132	3025	33764
2039	13736	2242	3694	1830	4275	5166	3045	33988
2040	13828	2257	3718	1842	4304	5200	3066	34214
2041	13919	2272	3743	1854	4332	5235	3086	34442
2042	14012	2287	3768	1867	4361	5270	3106	34671
2043	14105	2302	3793	1879	4390	5305	3127	34901
2044	14199	2317	3818	1892	4419	5340	3148	35133
2045	14293	2333	3843	1904	4449	5376	3169	35367
AI	147.13	137.38	192.50	14.46	77.56	38.08	51.92	659.03
ASI	147.32	154.54	192.49	14.37	77.53	37.91	51.94	676.10
Dpob	97	15	20	133	57	142	61	52

Elaborado por: Autores

Tabla 117. Proyección poblacional del cantón El Pan

Índice de crecimiento -0.004592797	Cantón El Pan		Total
	Parroquias		
Año	El Pan	San Vicente	Total
2010	1266	1913	3179
2020	1.209	1.827	3.036
2021	1.204	1.819	3.022
2022	1.198	1.810	3.009
2023	1.193	1.802	2.995
2024	1.187	1.794	2.981
2025	1.182	1.786	2.967
2026	1.176	1.777	2.954
2027	1.171	1.769	2.940
2028	1.166	1.761	2.927
2029	1160	1753	2913
2030	1155	1745	2900
2031	1150	1737	2887
2032	1144	1729	2873
2033	1139	1721	2860
2034	1134	1713	2847
2035	1129	1705	2834
2036	1124	1698	2821
2037	1118	1690	2808
2038	1113	1682	2795
2039	1108	1674	2783
2040	1103	1667	2770
2041	1098	1659	2757
2042	1093	1652	2744
2043	1088	1644	2732
2044	1083	1636	2719
2045	1078	1629	2707
AI	16.83	115.46	132.29
ASI	17.30	115.33	132.63
Dpob	62	14	20

Elaborado por: Autores

Tabla 118. Proyección poblacional del cantón Sevilla de Oro

Índice de crecimiento 0.00990509	Cantón Sevilla de Oro			Total
	Parroquias			
Año	Sevilla de Oro	Amaluza	Palmas	Total
2010	2326	1503	2301	6130
2020	2568	1659	2541	6768
2021	2594	1676	2566	6836
2022	2620	1693	2591	6904
2023	2646	1710	2617	6972
2024	2672	1727	2643	7042
2025	2699	1744	2670	7112
2026	2725	1761	2696	7183
2027	2753	1779	2723	7254
2028	2780	1796	2750	7326
2029	2808	1814	2777	7399
2030	2836	1832	2805	7473
2031	2864	1851	2833	7547
2032	2892	1869	2861	7623
2033	2921	1888	2890	7698
2034	2950	1906	2918	7775
2035	2980	1925	2948	7852
2036	3009	1944	2977	7931
2037	3039	1964	3007	8010
2038	3069	1983	3036	8089
2039	3100	2003	3067	8170
2040	3131	2023	3097	8251
2041	3162	2043	3128	8333
2042	3193	2064	3159	8416
2043	3225	2084	3191	8500
2044	3257	2105	3222	8585
2045	3290	2126	3254	8670
AI	64.31	180.36	70.18	314.85
ASI	64.50	180.34	70.14	314.98
Dpob	51	12	46	28

Elaborado por: Autores

Tabla 119. Proyección poblacional del cantón Girón

Índice de crecimiento -0.0029709	Cantón Girón			Total
	Parroquias			
Año	Girón	Asunción	San Gerardo	Total
2010	8632	3246	1314	13192
2020	8379	3151	1276	12806
2021	8354	3142	1272	12768
2022	8330	3132	1268	12730
2023	8305	3123	1264	12692
2024	8280	3114	1260	12655
2025	8256	3105	1257	12617
2026	8231	3095	1253	12580
2027	8207	3086	1249	12542
2028	8183	3077	1246	12505
2029	8158	3068	1242	12468
2030	8134	3059	1238	12431
2031	8110	3050	1235	12394
2032	8086	3041	1231	12357
2033	8062	3032	1227	12321
2034	8038	3023	1224	12284
2035	8014	3014	1220	12248
2036	7990	3005	1216	12211
2037	7967	2996	1213	12175
2038	7943	2987	1209	12139
2039	7919	2978	1206	12103
2040	7896	2969	1202	12067
2041	7873	2960	1198	12031
2042	7849	2952	1195	11996
2043	7826	2943	1191	11960
2044	7803	2934	1188	11925
2045	7780	2925	1184	11889
AI	239.24	58.16	56.35	353.75
ASI	240.27	58.16	51.89	350.32
Dpob	32	50	23	34

Elaborado por: Autores

Tabla 120. Proyección poblacional del cantón Nabón

Índice de crecimiento 0.00233997	Cantón Nabón				Total
	Parroquias				
Año	Nabón	Cochapata	El Progreso	Las Nieves (Chayas)	Total
2010	9702	3247	2187	1457	16593
2020	9932	3324	2239	1491	16986
2021	9955	3332	2244	1495	17026
2022	9978	3339	2249	1498	17066
2023	10002	3347	2255	1502	17106
2024	10025	3355	2260	1506	17146
2025	10049	3363	2265	1509	17186
2026	10072	3371	2270	1513	17226
2027	10096	3379	2276	1516	17266
2028	10119	3387	2281	1520	17307
2029	10143	3395	2286	1523	17347
2030	10167	3403	2292	1527	17388
2031	10191	3411	2297	1530	17429
2032	10215	3419	2303	1534	17470
2033	10238	3427	2308	1538	17510
2034	10262	3435	2313	1541	17552
2035	10286	3443	2319	1545	17593
2036	10311	3451	2324	1548	17634
2037	10335	3459	2330	1552	17675
2038	10359	3467	2335	1556	17717
2039	10383	3475	2341	1559	17758
2040	10408	3483	2346	1563	17800
2041	10432	3491	2352	1567	17841
2042	10456	3499	2357	1570	17883
2043	10481	3508	2363	1574	17925
2044	10505	3516	2368	1578	17967
2045	10530	3524	2374	1581	18009
AI	230.01	121.83	157.97	123.12	632.93
ASI	230.51	121.16	158.01	122.72	632.40
Dpob	46	29	15	13	28

Elaborado por: Autores

Tabla 121. Proyección poblacional del cantón San Fernando

Índice de crecimiento -0.0022901	Cantón San Fernando		Total
	Parroquias		
Año	San Fernando	Chumblín	Total
2010	3337	840	4177
2020	3261	821	4082
2021	3254	819	4073
2022	3247	817	4064
2023	3239	815	4054
2024	3232	813	4045
2025	3224	812	4036
2026	3217	810	4027
2027	3210	808	4018
2028	3202	806	4008
2029	3195	804	3999
2030	3188	802	3990
2031	3180	801	3981
2032	3173	799	3972
2033	3166	797	3963
2034	3159	795	3954
2035	3151	793	3945
2036	3144	791	3936
2037	3137	790	3927
2038	3130	788	3918
2039	3123	786	3909
2040	3115	784	3900
2041	3108	782	3891
2042	3101	781	3882
2043	3094	779	3873
2044	3087	777	3864
2045	3080	775	3855
AI	118.20	20.42	138.62
ASI	118.42	23.55	141.97
Dpob	26	33	27

Elaborado por: Autores

Tabla 122. Proyección poblacional del cantón Santa Isabel

Índice de crecimiento 0.00703333	Cantón Santa Isabel			Total
	Parroquias			
Año	Santa Isabel	Abdón Calderón	Zhaglli	Total
2010	11866	4889	2412	19167
2020	12731	5245	2588	20564
2021	12820	5282	2606	20709
2022	12911	5320	2624	20855
2023	13002	5357	2643	21002
2024	13094	5395	2662	21150
2025	13186	5433	2680	21300
2026	13279	5471	2699	21450
2027	13373	5510	2718	21601
2028	13467	5549	2738	21754
2029	13563	5588	2757	21907
2030	13658	5627	2776	22062
2031	13755	5667	2796	22218
2032	13852	5707	2816	22375
2033	13950	5747	2836	22532
2034	14048	5788	2856	22691
2035	14147	5829	2876	22852
2036	14247	5870	2896	23013
2037	14348	5911	2916	23175
2038	14449	5953	2937	23339
2039	14551	5995	2958	23504
2040	14653	6037	2979	23670
2041	14757	6080	3000	23837
2042	14861	6123	3021	24005
2043	14966	6166	3042	24174
2044	15072	6210	3064	24345
2045	15178	6254	3085	24517
AI	285.73	59.75	259.13	604.61
ASI	285.50	59.95	258.81	604.26
Dpob	53	104	12	41

Elaborado por: Autores

Tabla 123. Proyección poblacional del cantón Paute

Índice de crecimiento 0.0077374	Cantón Paute								
	Parroquias								
Año	Paute	Bulán	Chicán	El Cabo	Guarainag	San Cristóbal	Tome bamba	Dug Dug	Total
2010	9984	2306	3777	3453	979	2545	1479	2036	26559
2020	10787	2492	4081	3731	1058	2750	1598	2200	28696
2021	10871	2511	4113	3760	1066	2771	1610	2217	28918
2022	10955	2530	4144	3789	1074	2793	1623	2234	29143
2023	11040	2550	4177	3818	1083	2814	1636	2251	29369
2024	11126	2570	4209	3848	1091	2836	1648	2269	29598
2025	11213	2590	4242	3878	1099	2858	1661	2287	29827
2026	11300	2610	4275	3908	1108	2880	1674	2304	30059
2027	11388	2630	4308	3938	1117	2903	1687	2322	30293
2028	11476	2651	4341	3969	1125	2925	1700	2340	30528
2029	11565	2671	4375	4000	1134	2948	1713	2358	30765
2030	11655	2692	4409	4031	1143	2971	1727	2377	31004
2031	11745	2713	4443	4062	1152	2994	1740	2395	31245
2032	11837	2734	4478	4094	1161	3017	1753	2414	31488
2033	11929	2755	4513	4126	1170	3041	1767	2433	31732
2034	12021	2777	4548	4158	1179	3064	1781	2451	31979
2035	12115	2798	4583	4190	1188	3088	1795	2471	32227
2036	12209	2820	4619	4222	1197	3112	1809	2490	32477
2037	12304	2842	4655	4255	1206	3136	1823	2509	32730
2038	12399	2864	4691	4288	1216	3161	1837	2529	32984
2039	12495	2886	4727	4322	1225	3185	1851	2548	33240
2040	12593	2908	4764	4355	1235	3210	1865	2568	33498
2041	12690	2931	4801	4389	1244	3235	1880	2588	33758
2042	12789	2954	4838	4423	1254	3260	1895	2608	34021
2043	12888	2977	4876	4457	1264	3285	1909	2628	34285
2044	12988	3000	4914	4492	1274	3311	1924	2649	34551
2045	13089	3023	4952	4527	1283	3337	1939	2669	34819
AI	49.80	39.24	29.24	22.31	35.67	17.17	38.94	38.42	270.79
ASI	51.25	38.81	27.17	22.46	36.29	17.16	38.74	37.62	269.50
Dpob	255	78	182	202	35	194	50	71	129

Elaborado por: Autores

Tabla 124. Proyección poblacional del cantón Pucará

Índice de crecimiento -0.00108689	Cantón Pucará		
	Parroquias		
Año	Pucará	San Rafael de Sharug	Total
2010	8445	2065	10510
2020	8354	2043	10396
2021	8345	2040	10385
2022	8336	2038	10374
2023	8327	2036	10363
2024	8317	2034	10351
2025	8308	2032	10340
2026	8299	2029	10329
2027	8290	2027	10318
2028	8281	2025	10306
2029	8272	2023	10295
2030	8263	2021	10284
2031	8254	2018	10273
2032	8245	2016	10262
2033	8237	2014	10251
2034	8228	2012	10239
2035	8219	2010	10228
2036	8210	2007	10217
2037	8201	2005	10206
2038	8192	2003	10195
2039	8183	2001	10184
2040	8174	1999	10173
2041	8165	1997	10162
2042	8156	1994	10151
2043	8147	1992	10140
2044	8139	1990	10129
2045	8130	1988	10118
AI	516.37	69.09	585.46
ASI	515.86	69.23	585.09
Dpob	16	29	17

Elaborado por: Autores

Tabla 125. Proyección poblacional del cantón Oña

Índice de crecimiento 0.00830115	Cantón Oña		Total
	Parroquias		
AÑO	Oña	Susudel	Total
2010	2470	1262	3732
2020	2684	1371	4055
2021	2706	1383	4089
2022	2729	1394	4123
2023	2751	1406	4157
2024	2774	1418	4192
2025	2798	1429	4227
2026	2821	1441	4262
2027	2844	1453	4298
2028	2868	1465	4333
2029	2892	1478	4370
2030	2916	1490	4406
2031	2940	1502	4443
2032	2965	1515	4480
2033	2990	1527	4517
2034	3015	1540	4555
2035	3040	1553	4593
2036	3065	1566	4631
2037	3091	1579	4670
2038	3116	1592	4709
2039	3142	1605	4748
2040	3168	1619	4787
2041	3195	1632	4827
2042	3222	1646	4868
2043	3248	1660	4908
2044	3275	1674	4949
2045	3303	1687	4990
AI	220.51	72.57	293.08
ASI	221.42	72.49	293.91
Dpob	15	23	17

Elaborado por: Autores

Tabla 126. Proyección poblacional del cantón Camilo Ponce Enríquez

Índice de crecimiento 0.04612434	Cantón Camilo Ponce Enríquez		Total
	Parroquias		
AÑO	Camilo Ponce Enríquez	El Carmen de Pijilí	Total
2010	17684	4873	22557
2020	28048	7729	35776
2021	29372	8094	37465
2022	30758	8476	39234
2023	32210	8876	41086
2024	33730	9295	43025
2025	35323	9734	45056
2026	36990	10193	47183
2027	38736	10674	49410
2028	40565	11178	51743
2029	42480	11706	54185
2030	44485	12258	56743
2031	46585	12837	59422
2032	48784	13443	62227
2033	51086	14077	65164
2034	53498	14742	68240
2035	56023	15438	71461
2036	58668	16167	74834
2037	61437	16930	78367
2038	64337	17729	82066
2039	67374	18566	85940
2040	70555	19442	89997
2041	73885	20360	94245
2042	77373	21321	98694
2043	81025	22327	103353
2044	84850	23381	108232
2045	88856	24485	113341
AI	268.76	370.52	639.28
ASI	268.83	370.53	639.36
Dpob	331	66	177

Elaborado por: Autores

## Sección B

Tabla 127: Centro de gravedad poblacional del cantón Gualaceo

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Gualaceo	0.09	674	740993.673278822	9675477.2902628	62.01	45946097.83	599938221.07
2	Gualaceo	0.03	674	741537.683596107	9675489.17405505	20.04	14861652.33	193912945.27
↓								
539	Simón Bolívar	0.26	136	745092.714899999	9673754.36009624	35.22	26243368.92	340725254.00
540	Simón Bolívar	0.44	136	745698.024896955	9673965.71527463	59.52	44386106.39	575822460.52
<b>Sumatoria</b>						59050.54	43986652156.78	571507915663.39
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Gualaceo</b>							744898.4327	9678284.884

Elaborado por: Autores

Tabla 128. Centro de gravedad poblacional del cantón Chordeleg

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Chordeleg	0.07	670	747809.869683453	9671479.81942826	43.67	32658897.98	422379919.70
2	Chordeleg	0.29	670	747121.768300134	9672301.38017802	192.38	143729534.61	1860734668.61
↓								
184	San Martín de Puzhio	0.44	128	752908.141367581	9671751.68086788	56.19	42309092.22	543496624.99
185	San Martín de Puzhio	0.31	128	753667.380811961	9671797.83976711	39.83	30020579.50	385253473.01
<b>Sumatoria</b>						20685.07	15502254086.59	200075958726.88
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Chordeleg</b>							749441.7137	9672481.727

Elaborado por: Autores

Tabla 129. Centro de gravedad poblacional del cantón Guachapala

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Guachapala	0.46	112	752985.782008997	9689265.96224046	51.61	38864298.75	500097792.09
2	Guachapala	0.51	112	753823.282573201	9689254.16070798	57.26	43163226.99	554797770.76
↓								
64	Guachapala	0.17	112	761169.539008018	9698697.05067569	19.04	14489583.81	184623893.35
65	Guachapala	0.29	112	761729.266182715	9698747.27818157	32.15	24492031.41	311845735.07
<b>Sumatoria</b>						4475.92	3381752981.16	43386061849.54
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Guachapala</b>							755543.8907	9693219.509

Elaborado por: Autores

Tabla 130. Centro de gravedad poblacional del cantón Sígsig

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Sígsig	0.00	97	748382.923187865	9654512.39763038	0.16	116629.96	1504584.56
2	Sígsig	0.61	97	748967.821441324	9654173.71231967	58.91	44120710.56	568714692.27
↓								
904	San José de Raranga	0.42	61	728707.232261275	9656880.2619829	25.92	18888605.90	250313153.82
905	San José de Raranga	0.00	61	728765.90865982	9657541.96140196	0.05	39305.44	520872.26
<b>Sumatoria</b>						35338.59	26203715879.05	341320638921.97
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Sígsig</b>							741504.3378	9658581.84

Elaborado por: Autores

Tabla 131. Centro de gravedad poblacional del cantón El Pan

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	EL Pan	0.01	62	756357.959384181	9688447.15513767	0.74	561855.46	7196998.33
2	EL Pan	0.01	62	756447.633124407	9688490.34326824	0.64	485355.51	6216375.02
↓								
185	San Vicente	0.38	14	758977.16771079	9689737.66037742	5.38	4086699.19	52174221.80
186	San Vicente	0.37	14	759760.542001008	9689781.69175499	5.12	3890894.82	49623426.53
<b>Sumatoria</b>						2687.11	2042744658.10	26028713755.96
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón El Pan</b>							760202.4077	9686521.90

Elaborado por: Autores

Tabla 132. Centro de gravedad poblacional del cantón Sevilla de Oro

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Sevilla de Oro	0.24	51	768104.741914593	9684350.06420456	12.27	9424505.17	118825209.94
2	Sevilla de Oro	0.32	51	768749.811841579	9684324.31551941	16.23	12478887.33	157202759.82
↓								
412	Palmas	0.16	46	765163.391232514	9708782.74937125	7.31	5592691.14	70962913.16
413	Palmas	0.02	46	765485.317967836	9708578.60165545	0.81	623497.48	7907760.20
<b>Sumatoria</b>						8679.80	6664261187.71	84187983865.06
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Sevilla de Oro</b>							767789.621	9699298.752

Elaborado por: Autores

Tabla 133. Centro de gravedad poblacional del cantón Girón

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Girón	0.01	32	699054.913021108	9640509.37414731	0.28	194253.16	2678901.66
2	Girón	0.00	32	701372.835886223	9640521.523692	0.04	29210.21	401500.73
↓								
460	San Gerardo	0.43	23	696804.627058867	9660780.41942844	9.88	6885172.52	95458809.11
461	San Gerardo	0.02	23	697506.55272918	9660569.74275508	0.41	288614.15	3997349.04
<b>Sumatoria</b>						11789.84	8299044728.56	113744236574.47
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Girón</b>							703915.2333	9647652.645

Elaborado por: Autores

Tabla 134. Centro de gravedad poblacional del cantón Nabón.

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Cochapata	0.18	29	715180.662303032	9617346.23508543	5.19	3714693.38	49953101.77
1	Cochapata	0.32	29	715797.564163791	9617311.45326328	9.26	6630356.59	89084131.56
↓								
819	Nabón	0.59	46	719939.587382142	9646846.14061485	26.99	19428834.32	260337087.54
820	Nabón	0.17	46	720594.118968987	9646730.4406442	7.87	5673553.96	75952945.28
<b>Sumatoria</b>						18082.89	12892621083.48	174195062311.85
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Nabón</b>							712973.3496	9633141.023

Elaborado por: Autores

Tabla 135. Centro de gravedad poblacional del cantón San Fernando

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	San Fernando	0.45	26	696981.89117149	9643284.27689239	11.58	8073363.65	111701238.93
2	San Fernando	0.40	26	697683.117892927	9643161.83578448	10.34	7216180.73	99739834.30
↓								
198	Chumblin	0.06	33	694161.390482278	9662594.6187293	2.13	1476481.29	20552338.93
199	Chumblin	0.01	33	694482.294199043	9662568.70669029	0.44	308092.62	4286597.60
<b>Sumatoria</b>						3855.86	2670475043.03	37223525534.38
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón San Fernando</b>							692576.3953	9653763.738

Elaborado por: Autores

Tabla 136. Centro de gravedad poblacional del cantón Santa Isabel

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Santa Isabel	0.04	53	688914.009769224	9627475.31660756	2.19	1507703.07	21069935.96
2	Santa Isabel	0.01	53	688378.793900794	9628350.69461754	0.50	344353.49	4816470.55
↓								
750	Zhaglli (Shaglli)	0.00	12	673410.777414403	9668533.28629072	0.00	562.11	8070.52
751	Zhaglli (Shaglli)	0.48	12	671810.466250231	9669978.68238015	5.71	3834998.39	55200617.70
<b>Sumatoria</b>						24471.87	16749511636.15	235921599172.42
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Santa Isabel</b>							684439.5048	9640523.618

Elaborado por: Autores

Tabla 137. Centro de gravedad poblacional del cantón Paute

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Paute	0.16	255	744105.98544548	9687412.84153808	40.28	29973889.75	390225922.32
2	Paute	0.41	255	744868.299456587	9687318.20534417	103.84	77345168.72	1005905690.37
↓								
414	Dug Dug	0.28	71	755151.5747	9702746.38540084	20.03	15122351.03	194303159.41
415	Dug Dug	0.08	71	755460.750163984	9702893.92947169	5.68	4289735.12	55095972.68
<b>Sumatoria</b>						34800.94	26029176424.24	337293721311.17
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Paute</b>							747944.6963	9692087.288

Elaborado por: Autores

Tabla 138. Centro de gravedad poblacional del cantón Pucará

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Pucará	0.04	16	649300.345413128	9632444.18167549	0.62	405386.08	6013948.40
2	Pucará	0.20	16	649864.482585258	9632423.62090261	3.25	2109395.04	31265882.60
↓								
698	San Rafael de Sharug	0.35	29	664824.135563442	9642721.71802683	10.24	6810369.91	98778757.09
699	San Rafael de Sharug	0.05	29	665520.797342559	9642619.06797254	1.32	877856.52	12719115.76
<b>Sumatoria</b>						10261.40	6808381262.06	98984025075.05
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Pucará</b>							663494.308	9646248.453

Elaborado por: Autores

Tabla 139. Centro de gravedad poblacional del cantón Oña

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	San Felipe de Oña	0.02	15	710360.566275517	9599416.85412568	0.37	264321.97	3571899.86
2	San Felipe de Oña	0.79	15	710854.610537349	9599109.16393917	11.90	8461980.92	114267358.49
↓								
369	Susudel	0.40	23	700894.530067855	9627731.41759272	9.16	6422807.40	88225919.82
370	Susudel	0.04	23	701478.873218542	9627661.94846725	1.01	709968.25	9744177.07
<b>Sumatoria</b>						4988.51	3525493086.80	47964660635.01
<b>Coordenadas centro de gravedad poblacional del cantón Oña</b>							706722.9971	9615031.964

Elaborado por: Autores

Tabla 140. Centro de gravedad poblacional del cantón Camilo Ponce Enríquez

Celda	Parroquia	Ac	Vi	Ca_x	Ca_y	Ac * Vi	hcax	hcay
1	Camilo Ponce Enriquez	0.02	331	651241.531086507	9653494.46311129	7.99	5205890.63	77168045.97
2	Camilo Ponce Enriquez	0.32	331	651887.023781116	9653366.38276237	107.19	69878284.07	1034781570.57
↓								
754	El Carne de Pijilí	0.15	66	660920.650137219	9691607.13117677	9.92	6557381.04	96156113.24
755	El Carne de Pijilí	0.00	66	661423.899065578	9691574.77911555	0.29	189331.49	2774197.15
<b>Sumatoria</b>						113436.83	73943457196.85	1096441910582.41
<b>Centro de gravedad poblacional del cantón Camilo Ponce Enríquez</b>							651846.9989	9665660.708

Elaborado por: Autores

Tabla 141. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Gualaceo

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Gualaceo	741900.652890944	9676050.64684771	0.96	0.81	0.78	575071.574	7500224.799
2	Gualaceo	743916.689494906	9676126.96948801	0.81	0.81	0.65	484705.9665	6304572.194
↓								
194	Simón Bolívar (Cab en Gañanzol)	745092.714899999	9673754.36009624	0.26	0.81	0.21	155916.486	2024308.862
195	Simón Bolívar (Cab en Gañanzol)	745698.024896955	9673965.71527463	0.44	0.81	0.35	263705.6909	3421062.854
<b>Sumatoria</b>						118.05	87809917.95	1142422095.76
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Gualaceo</b>							743832.2021	9677384.549

Elaborado por: Autores

Tabla 142. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Chordeleg

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	San Martín de Puzhio	752908.141367581	9671751.68086788	0.44	0.70	0.31	231377.848	2972247.168
2	Chordeleg	747906.182776426	9672036.79307395	0.99	0.70	0.69	517175.858	6688197.052
↓								
32	San Martín de Puzhio	749901.284054414	9670031.89957855	1.00	0.70	0.70	524617.392	6764979.639
33	San Martín de Puzhio	748901.574700003	9671031.6066	1.00	0.70	0.70	524231.102	6769722.125
<b>Sumatoria</b>						16.85	12616703.61	162998805.40
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Chordeleg</b>							748676.537	9672366.483

Elaborado por: Autores

Tabla 143. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Guachapala

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Guachapala	752941.254849329	9690037.02205155	0.92	0.12	0.11	83826.4575	1078811.22
2	Guachapala	753901.574700002	9690031.6066	1.00	0.12	0.12	91222.0905	1172493.82
↓								
14	Guachapala	754854.003883649	9693987.19386765	0.88	0.60	0.53	400263.921	5140269.91
15	Guachapala	755901.574699999	9693837.17988427	0.72	0.60	0.44	330321.135	4236106.14
<b>Sumatoria</b>						3.73	2816119.38	36160986.04
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Guachapala</b>							754903.584	9693501.67

Elaborado por: Autores

Tabla 144. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Sígsig

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Sígsig	742901.574700001	9661031.6066	1.00	0.83	0.83	618094.11	8037978.297
2	Sígsig	745901.574700001	9661031.6066	1.00	0.83	0.83	620590.11	8037978.297
↓								
119	San José de Raranga	730901.574700002	9654031.6066	1.00	0.83	0.83	608110.11	8032154.297
120	San José de Raranga	728898.828222955	9656028.73144622	0.99	0.83	0.83	602766.6	7985102.155
<b>Sumatoria</b>						89.61	65992299.60	865366148.48
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Sígsig</b>							736458.01	9657275.7

Elaborado por: Autores

Tabla 145. Centro de gravedad por generación percápita del cantón El Pan

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	EL Pan	758901.574700001	9691031.6066	1.00	0.54	0.54	412083.56	5262230.162
2	EL Pan	758901.574700001	9692031.6066	1.00	0.54	0.54	412083.56	5262773.162
↓								
21	San Vicente	759901.574700001	9688031.6066	1.00	0.54	0.54	412626.56	5260601.162
22	San Vicente	758901.574700001	9689031.6066	1.00	0.54	0.54	412083.56	5261144.162
<b>Sumatoria</b>						10.75	8177191.27	104135347.39
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón El Pan</b>							760632.65	9686546.73

Elaborado por: Autores

Tabla 146. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Sevilla de Oro

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Sevilla de Oro	760908.306312515	9693035.62790848	0.99	0.86	0.85	645382.922	8221384.367
2	Sevilla de Oro	761901.574700001	9694031.6066	1.00	0.86	0.86	655235.354	8336867.182
↓								
29	Palmas	763085.781960438	9699908.7702407	0.53	0.88	0.47	359033.774	4563831.396
30	Palmas	763901.574700001	9700031.6066	1.00	0.88	0.88	672233.386	8536027.814
<b>Sumatoria</b>						19.27	14763163.65	186941101.23
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Sevilla de Oro</b>							766232.643	9702552.749

Elaborado por: Autores

Tabla 147. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Girón

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Girón	715139.67936711	9641399.8187314	0.15	0.30	0.05	33053.5667	445622.9472
2	Girón	714961.251112593	9642081.41671568	0.85	0.30	0.26	183603.557	2476106.839
↓								
123	San Gerardo	698901.574700002	9656031.6066	1.00	0.30	0.30	211068.276	2916121.545
124	San Gerardo	696935.810094567	9657046.11591425	0.93	0.30	0.28	195398.6	2707528.106
<b>Sumatoria</b>						34.31	24108730.30	331000403.92
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Girón</b>							702725.584	9648058.994

Elaborado por: Autores

Tabla 148. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Nabón

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Cochapata	709901.5747	9622031.6066	1.00	0.34	0.34	239946.732	3252246.683
2	Cochapata	712901.574700002	9622031.6066	1.00	0.34	0.34	240960.732	3252246.683
↓								
136	Nabón	718901.574700002	9642031.6066	1.00	0.34	0.34	242988.732	3259006.683
137	Nabón	720901.574700001	9644031.6066	1.00	0.34	0.34	243664.732	3259682.683
<b>Sumatoria</b>						44.30	31416021.00	426648253.32
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Nabón</b>							709163.501	9630862.191

Elaborado por: Autores

Tabla 149. Centro de gravedad por generación percápita del cantón San Fernando

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	San Fernando	696901.639220713	9644031.67115415	1.00	0.39	0.39	268968.94	3722110.56
2	San Fernando	696901.574700002	9645031.6066	1.00	0.39	0.39	269004.01	3722982.2
↓								
26	Chumblin	694952.347075008	9654068.59320861	0.88	0.41	0.36	251463.76	3493258.72
27	Chumblin	695829.533241093	9654082.57043272	0.83	0.41	0.34	235542.12	3267959.99
<b>Sumatoria</b>						10.10	7017496.13	97444007.31
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón San Fernando</b>							695070.45	9651654.82

Elaborado por: Autores

Tabla 150. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Santa Isabel

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Santa Isabel (Chaguarurco)	686987.416673223	9629409.54327204	0.21	0.74	0.16	108217.162	1516865.292
2	Santa Isabel (Chaguarurco)	679950.556776468	9630182.62279662	0.68	0.74	0.50	338510.665	4794347.9
↓								
132	Zhaglli (Shaglli)	672901.5747	9663031.6066	1.00	0.74	0.74	495255.559	7111991.262
133	Zhaglli (Shaglli)	672901.5747	9664031.6066	1.00	0.74	0.74	495255.559	7112727.262
<b>Sumatoria</b>						90.45	61902081.77	872031565.51
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Santa Isabel</b>							684411.674	9641494.549

Elaborado por: Autores

Tabla 151. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Paute

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Paute	742994.395622851	9688149.31706005	0.68	0.57	0.38	285834.563	3727091.269
2	Paute	744901.574700001	9688031.6066	1.00	0.57	0.57	422359.193	5493113.921
↓								
96	El Cabo	747526.769262324	9683965.80081457	0.23	0.69	0.16	116974.209	1515362.769
97	El Cabo	746901.5747	9685031.6066	1.00	0.69	0.69	513868.283	6663301.745
<b>Sumatoria</b>						48.96	36624198.98	474551018.93
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Paute</b>							747971.297	9691694.314

Elaborado por: Autores

Tabla 152. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Pucará

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Pucará	649901.574700001	9633031.6066	1.00	0.53	0.53	345097.736	5115139.783
2	Pucará	653901.5747	9633031.6066	1.00	0.53	0.53	347221.736	5115139.783
↓								
47	San Rafael de Sharug	661901.574700002	9638031.6066	1.00	0.62	0.62	407731.37	5937027.47
48	San Rafael de Sharug	662901.574700002	9639031.6066	1.00	0.62	0.62	408347.37	5937643.47
<b>Sumatoria</b>						24.95	16612156.00	240551834.55
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Pucará</b>							665781.635	9640831.303

Elaborado por: Autores

Tabla 153. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Oña

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	San Felipe de Oña	710901.5747	9611031.6066	1.00	0.58	0.58	411612.012	5564787.3
2	San Felipe de Oña	705901.574700001	9613031.6066	1.00	0.58	0.58	408717.012	5565945.3
↓								
40	Susudel	703901.574700001	9626031.6066	1.00	0.58	0.58	407559.012	5573472.3
41	Susudel	704961.180021016	9626865.46464143	0.63	0.58	0.37	258946.743	3536145.724
<b>Sumatoria</b>						22.57	15935719.20	217046055.02
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Oña</b>							706210.544	9618656.725

Elaborado por: Autores

Tabla 154. Centro de gravedad por generación percápita del cantón Camilo Ponce Enríquez

Celda	Parroquias	Ca_x	Ca_y	Ac	gpd	Agpd	Pcax	Pcay
1	Camilo Ponce Enriquez	643901.574700002	9659031.6066	1.00	0.74	0.74	473911.559	7109047.262
2	Camilo Ponce Enriquez	643901.574700002	9660031.6066	1.00	0.74	0.74	473911.559	7109783.262
↓								
33	El Carme de Pijilí	664885.998697535	9680042.61713127	0.97	0.74	0.71	473249.617	6890017.949
34	El Carme de Pijilí	652923.502812888	9685055.48807722	0.94	0.74	0.69	453645.671	6729093.808
<b>Sumatoria</b>						22.61	14732424.38	218628048.17
<b>Centro de gravedad por generación percápita del cantón Camilo Ponce Enríquez</b>							651535.509	9668736.998

Elaborado por: Autores

Tabla 155. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Gualaceo

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Gualaceo	0.09	673.6	740993.673278822	9675477.2902628	98	0.808	49.07	36360366.443	474773149.176
2	Gualaceo	0.03	673.6	741537.683596107	9675489.17405505	98	0.808	15.86	11761066.777	153456900.155
↓										
539	Simón Bolívar (Cab en Gañanzol)	0.26	136.2	745092.714899999	9673754.36009624	78	0.808	22.23	16563943.801	215054476.262
540	Simón Bolívar (Cab en Gañanzol)	0.44	136.2	745698.024896955	9673965.71527463	78	0.808	37.57	28015037.782	363440033.322
<b>Sumatoria</b>								41971	31263602662.600	406217574013.792
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Gualaceo</b>									744880.002	9678454.232

Elaborado por: Autores

Tabla 156. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Chordeleg

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Chordeleg	0.07	670.1	747809.869683453	9671479.81942826	98	0.7	29.96	22407347.893	289795871.573
2	Chordeleg	0.29	670.1	747121.768300134	9672301.38017802	98	0.7	131.99	98613176.928	1276654499.680
↓										
184	San Martín de Puzhio	0.44	127.9	752908.141367581	9671751.68086788	78	0.7	30.66	23082716.878	296517321.968
185	San Martín de Puzhio	0.31	127.9	753667.380811961	9671797.83976711	78	0.7	21.73	16378430.753	210184061.578
<b>Sumatoria</b>								12827.22	9609781698.059	124074402045.031
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Chordeleg</b>									749171.111	9672743.931

Elaborado por: Autores

Tabla 157. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Guachapala

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Guachapala	0.46	111.6	752985.782008997	9689265.96224046	90	0.121	5.60	4217206.698	54266147.239
2	Guachapala	0.51	111.6	753823.282573201	9689254.16070798	90	0.121	6.21	4683688.007	60201700.531
↓										
64	Guachapala	0.17	111.6	761169.539008018	9698697.05067569	90	0.121	2.07	1572280.264	20033736.478
65	Guachapala	0.29	111.6	761729.266182715	9698747.27818157	90	0.121	3.49	2657656.569	33838714.833
<b>Sumatoria</b>								905.69	683778560.128	8779141403.646
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Guachapala</b>									754982.581	9693341.121

Elaborado por: Autores

Tabla 158. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Sígsig

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Sígsig	0.00	97	748382.923187865	9654512.39763038	98	0.83	0.13	95095.404	1226778.063
2	Sígsig	0.61	97	748967.821441324	9654173.71231967	98	0.83	48.03	35974262.565	463707211.488
↓										
904	San José de Raranga	0.42	61	728707.232261275	9656880.2619829	90	0.83	19.41	14143788.100	187434489.580
905	San José de Raranga	0.00	61	728765.90865982	9657541.96140196	90	0.83	0.04	29431.914	390029.151
<b>Sumatoria</b>								27436.43	20351288162.319	264999040535.717
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Sígsig</b>									741761.417	9658654.634

Elaborado por: Autores

Tabla 159. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón El Pan

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	EL Pan	0.01	62.3	756357.959384181	9688447.15513767	98	0.543	0.40	300432.472	3848342.032
2	EL Pan	0.01	62.3	756447.633124407	9688490.34326824	98	0.543	0.34	259526.809	3323988.167
↓										
185	San Vicente	0.38	14.1	758977.16771079	9689737.66037742	85	0.543	2.50	1899688.984	24253019.299
186	San Vicente	0.37	14.1	759760.542001008	9689781.69175499	85	0.543	2.38	1808669.953	23067290.318
<b>Sumatoria</b>								1324.03	1006439621.604	12825644492.957
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón El Pan</b>									760136.283	9686858.035

Elaborado por: Autores

Tabla 160. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Sevilla de Oro

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Sevilla de Oro	0.24	51.1	768104.741914593	9684350.06420456	100	0.88	10.82	8309826.438	104771216.480
2	Sevilla de Oro	0.32	51.1	768749.811841579	9684324.31551941	100	0.88	14.31	11002953.051	138609680.460
↓										
412	Palmas	0.16	46.4	765163.391232514	9708782.74937125	100	0.86	6.34	4851537.986	61558784.495
413	Palmas	0.02	46.4	765485.317967836	9708578.60165545	100	0.86	0.71	540870.513	6859810.067
<b>Sumatoria</b>								7532.72	5783013516.580	73061208200.119
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Sevilla de Oro</b>									767719.397	9699183.053

Elaborado por: Autores

Tabla 161. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Girón

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Girón	0.01	32.4	699054.913021108	9640509.37414731	98	0.302	0.08	58209.80346	802758.332
2	Girón	0.00	32.4	701372.835886223	9640521.523692	98	0.302	0.01	8753.118353	120313.5074
↓										
460	San Gerardo	0.43	22.8	696804.627058867	9660780.41942844	78	0.302	2.31	1607768.011	22290744.23
461	San Gerardo	0.02	22.8	697506.55272918	9660569.74275508	78	0.302	0.10	67394.76761	933427.5789
<b>Sumatoria</b>								3273.09	2305995219.354	31577994364.003
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Girón</b>									704532.163	9647770.514

Elaborado por: Autores

Tabla 162. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Nabón

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Cochapata	0.18	29.1	715180.662303032	9617346.23508543	78	0.338	1.37	982718.804	13215048.29
2	Cochapata	0.32	29.1	715797.564163791	9617311.45326328	78	0.338	2.45	1754054.89	23567127.13
↓										
819	Nabón	0.59	45.7	719939.587382142	9646846.14061485	100	0.338	9.06	6524118.09	87420062.1
820	Nabón	0.17	45.7	720594.118968987	9646730.4406442	100	0.338	2.64	1905154.75	25504668.79
<b>Sumatoria</b>								5532.44	3947984048	53297547468
<b>Coordenadas centro de gravedad por generación de residuos del cantón Nabón</b>									713605.828	9633635.802

Elaborado por: Autores

Tabla 163. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón San Fernando

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	San Fernando	0.45	26	696981.89117149	9643284.27689239	64.29	0.386	2.87	2003481.08	27719712.43
2	San Fernando	0.40	26	697683.117892927	9643161.83578448	64.29	0.386	2.57	1790763.08	24751377.44
↓										
198	Chumblin	0.06	32.9	694161.390482278	9662594.6187293	64.29	0.386	0.53	365292.4	5084800.775
199	Chumblin	0.01	32.9	694482.294199043	9662568.70669029	64.29	0.386	0.11	76224.3953	1060535.974
<b>Sumatoria</b>								1430.23	990235683	13806682332
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón San Fernando</b>									692362.309	9653486.153

Elaborado por: Autores

Tabla 164. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Santa Isabel

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Santa Isabel (Chaguarurco)	0.04	53.2	688914.009769224	9627475.31660756	98	0.736	1.58	1091579.752	15254671.8
2	Santa Isabel (Chaguarurco)	0.01	53.2	688378.793900794	9628350.69461754	98	0.736	0.36	249312.5524	3487133.405
↓										
750	Zhaglli (Shaglli)	0.00	11.9	673410.777414403	9668533.28629072	78	0.736	0.00	320.0066581	4594.513675
751	Zhaglli (Shaglli)	0.48	11.9	671810.466250231	9669978.68238015	78	0.736	3.25	2183249.245	31425490.85
<b>Sumatoria</b>								16312.85	11160955383	1.57258E+11
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Santa Isabel</b>									684181.809	9640100.468

Elaborado por: Autores

Tabla 165. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Paute

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Paute	0.16	255.4	744105.98544548	9687412.84153808	98	0.688	27.20	20241296.8	263518641
2	Paute	0.41	255.4	744868.299456587	9687318.20534417	98	0.688	70.12	52231009.2	679285730.1
↓										
414	Dug Dug	0.28	71.0	755151.5747	9702746.38540084	45.9	0.47	4.32	3262344.79	41917020.58
415	Dug Dug	0.08	71.0	755460.750163984	9702893.92947169	45.9	0.47	1.22	925424.557	11885854.19
<b>Sumatoria</b>								16378.46	1.2245E+10	1.5874E+11
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Paute</b>									747617.437	9692012.455

Elaborado por: Autores

Tabla 166. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Pucará

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Pucará	0.04	15.8	649300.345413128	9632444.18167549	100	0.616	0.38	246596.352	3658284.814
2	Pucará	0.20	15.8	649864.482585258	9632423.62090261	100	0.616	1.97	1283145	19019036.38
↓										
698	San Rafael de Sharug	0.35	28.7	664824.135563442	9642721.71802683	69.29	0.531	3.73	2479817.28	35967689.34
699	San Rafael de Sharug	0.05	28.7	665520.797342559	9642619.06797254	69.29	0.531	0.48	319648.391	4631331.857
<b>Sumatoria</b>								5766.02	3826325807	55624266570
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Pucará</b>									663599.314	9646911.158

Elaborado por: Autores

Tabla 167. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Oña

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	San Felipe de Oña	0.02	14.9	710360.566275517	9599416.85412568	85.9	0.48	0.15	108258.668	1462947.313
2	San Felipe de Oña	0.79	14.9	710854.610537349	9599109.16393917	85.9	0.48	4.88	3465783.68	46800619.14
↓										
369	Susudel	0.40	23.3	700894.530067855	9627731.41759272	56.29	0.579	3.03	2120619.72	29129571.24
370	Susudel	0.04	23.3	701478.873218542	9627661.94846725	56.29	0.579	0.33	234410.374	3217237.074
<b>Sumatoria</b>								2439.33	1726653435	23451750047
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Oña</b>									707837.994	9613996.284

Elaborado por: Autores

Tabla 168. Centro de gravedad por cantidad de RDSU generados del cantón Camilo Ponce Enríquez

Celda	Parroquia	Ac	Dn	Ca_x	Ca_y	Cb	gpd	Vi * Ac	Rsx	Rsy
1	Camilo Ponce Enríquez	0.02	330.5	651241.531086507	9653494.46311129	100	0.736	5.87	3825747.689	56709887.76
2	Camilo Ponce Enríquez	0.32	330.5	651887.023781116	9653366.38276237	100	0.736	78.78	51352727.62	760448783.9
↓										
754	El Carme de Pijilí	0.15	66.1	660920.650137219	9691607.13117677	78	0.736	5.70	3770165.038	55284939.83
755	El Carme de Pijilí	0.00	66.1	661423.899065578	9691574.77911555	78	0.736	0.16	108856.106	1595024.149
<b>Sumatoria</b>								79462.16	51764323966	7.68011E+11
<b>Centro de gravedad por generación de residuos del cantón Camilo Ponce Enríquez</b>									651433.6756	9665122.513

Elaborado por: Autores

## Sección C

Tabla 169: Matriz de pesos para las categorías

Puntuaciones					
	Ambiental	Técnico	Social	Económico	n*W
Ambiental	1.000	1.000	1.000	3.000	1.258
Técnico	1.000	1.000	3.000	3.000	1.617
Social	1.000	0.333	1.000	1.000	0.742
Económico	0.333	0.333	1.000	1.000	0.539
TOTAL	3.333	2.667	6.000	8.000	4.156

Validación		
CI	0.052	
RI	0.990	0.900
CR	0.052	0.058
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>	
	<b>... Consistente</b>	

Normalizada					
	Ambiental	Técnico	Social	Económico	W
Ambiental	0.300	0.375	0.167	0.375	0.30
Técnico	0.300	0.375	0.500	0.375	0.39
Social	0.300	0.125	0.167	0.125	0.18
Económico	0.100	0.125	0.167	0.125	0.13
TOTAL	1	1	1	1	1.00

W (%)
30
39
18
13
<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 170. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Ambiental

Puntuaciones				
	Distancia a recursos hídricos	Distancia a áreas ambientales sensibles	Distancia a zonas urbanas y expansión	n*W
Distancia a recursos hídricos	1.000	3.000	5.000	1.946
Distancia a áreas ambientales sensibles	0.333	1.000	3.000	0.790
Distancia a zonas urbanas y expansión	0.200	0.333	1.000	0.320
TOTAL	1.533	4.333	9.000	3.055

Validación		
CI	0.028	
RI	0.660	0.580
CR	0.042	0.048
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>	
	<b>... Consistente</b>	

Normalización				
	Distancia a recursos hídricos	Distancia a áreas ambientales sensibles	Distancia a zonas urbanas y expansión	W
Distancia a recursos hídricos	0.652	0.692	0.556	0.63
Distancia a áreas ambientales sensibles	0.217	0.231	0.333	0.26
Distancia a zonas urbanas y expansión	0.130	0.077	0.111	0.11
TOTAL	1.000	1.000	1.000	1.00

W (%)
63
26
11
<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 171. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Social

Puntuaciones					
	Uso actual del suelo	distancia a centros educativos	distancia a centros de salud	distancia a sitios turísticos	n*W
Uso actual del suelo	1.000	1.000	3.000	3.000	1.650
distancia a centros educativos	1.000	1.000	1.000	3.000	1.194
distancia a centros de salud	0.333	1.000	1.000	3.000	0.938
distancia a sitios turísticos	0.333	0.333	0.333	1.000	0.398
<b>TOTAL</b>	<b>2.667</b>	<b>3.333</b>	<b>5.333</b>	<b>10.000</b>	4.179

Validación	
CI	0.0597
RI	0.9900
CR	0.0603
CR < 0.10	CUMPLE
.. Consistente	

Normalización					
	Uso actual del suelo	distancia a centros educativos	distancia a centros de salud	distancia a sitios turísticos	W
Uso actual del suelo	0.375	0.300	0.563	0.300	0.38
distancia a centros educativos	0.375	0.300	0.188	0.300	0.29
distancia a centros de salud	0.125	0.300	0.188	0.300	0.23
distancia a sitios turísticos	0.125	0.100	0.063	0.100	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

W (%)
38
29
23
10
100

Elaborado por: Autores

Tabla 172. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Económica

Puntuaciones				
	Disponibilidad de servicios básicos	Distancia a vías de acceso	Distancia a centros de gravedad	n*W
Disponibilidad de servicios básicos	1.000	0.333	0.200	0.320
Distancia a vías de acceso	3.000	1.000	0.333	0.790
Distancia a centros de gravedad	5.000	3.000	1.000	1.946
<b>TOTAL</b>	<b>9.000</b>	<b>4.333</b>	<b>1.533</b>	3.055

Validación		
CI	0.028	
RI	0.660	0.580
CR	0.042	0.048
CR < 0.10	CUMPLE	
.. Consistente		

Normalización				
	Disponibilidad de servicios básicos	Distancia a vías de acceso	Distancia a centros de gravedad	W
Disponibilidad de servicios básicos	0.111	0.077	0.130	0.11
Distancia a vías de acceso	0.333	0.231	0.217	0.26
Distancia a centros de gravedad	0.556	0.692	0.652	0.63
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.00

W (%)
11
26
63
100

Elaborado por: Autores

Tabla 173. Matriz de pesos para los criterios de la Categoría Técnica.

Puntuaciones				
	Tipo de suelo - Geología	Distancia a redes eléctricas	pendientes	n*W
Tipo de suelo - Geología	1.000	3.000	1.000	1.230
Distancia a redes eléctricas	0.333	1.000	0.200	0.346
pendientes	1.000	5.000	1.000	1.460
<b>TOTAL</b>	<b>2.333</b>	<b>9.000</b>	<b>2.200</b>	<b>3.036</b>

Validación		
CI	0.018	
RI	0.660	0.580
CR	0.027	0.031
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>	
<b>∴ Consistente</b>		

Normalización				
	Tipo de suelo - Geología	Distancia a redes eléctricas	pendientes	W
Tipo de suelo - Geología	0.429	0.333	0.455	0.41
Distancia a redes eléctricas	0.143	0.111	0.091	0.11
pendientes	0.429	0.556	0.455	0.48
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.00</b>

W (%)	
	41
	11
	48
	<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 174. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Ambiental (Recursos hídricos).

Distancia a Cuerpos Hídricos					
Puntuaciones					
	> 2000 m	1500 - 2000 m	1000 - 1500 m	200 - 1000 m	n*W
> 2000 m	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356
1500 - 2000 m	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099
1000 - 1500 m	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492
200 - 1000 m	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>4.533</b>	<b>9.333</b>	<b>16.000</b>	<b>4.177</b>

Validación		
CI	0.0589	
RI	0.9900	
CR	0.0595	
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>	
<b>∴ Consistente</b>		

Normalización					
	> 2000 m	1500 - 2000 m	1000 - 1500 m	200 - 1000 m	W
> 2000 m	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56
1500 - 2000 m	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26
1000 - 1500 m	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12
200 - 1000 m	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

W (%)	
	56
	26
	12
	6
	<b>100</b>

**RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 200 METROS DE LOS RÍOS**

Elaborado por: Autores

Tabla 175. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Ambiental (Áreas Protegidas).

Distancia a Áreas Ambientalmente Sensibles						
Puntuaciones						
	> 1250 m	1000 - 1250 m	750 - 1000 m	500 - 750 m	n*W	
> 1250 m	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356	
1000 - 1250 m	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099	
750 - 1000 m	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492	
500 - 750 m	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230	
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>4.533</b>	<b>9.333</b>	<b>16.000</b>	<b>4.177</b>	
Normalización						
	> 1250 m	1000 - 1250 m	750 - 1000 m	500 - 750 m	W	W (%)
> 1250 m	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56	56
1000 - 1250 m	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26	26
750 - 1000 m	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12	12
500 - 750 m	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06	6
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100</b>
<b>RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 500 METROS DE LAS ÁREAS SENSIBLES</b>						

Elaborado por: Autores

Tabla 176. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Ambiental (Áreas urbanas).

Distancia a Zonas Urbanas y de Expansión						
Puntuaciones						
	>50 km	30 - 50 km	15 - 30 km	2.5 - 15 km	0.5 - 2.5 km	n*W
>50 km	1.00	0.33	0.11	0.14	0.20	0.18
30 - 50 km	3.00	1.00	0.11	0.14	0.20	0.29
15 - 30 km	9.00	9.00	1.00	3.00	3.00	2.59
2.5 - 15 km	7.00	7.00	0.33	1.00	1.00	1.24
0.5 - 2.5 km	5.00	5.00	0.33	1.00	1.00	1.05
<b>TOTAL</b>	<b>25.00</b>	<b>22.33</b>	<b>1.89</b>	<b>5.29</b>	<b>5.40</b>	<b>5.35</b>
Normalización						
	>50 km	30 - 50 km	15 - 30 km	2.5 - 15 km	0.5 - 2.5 km	W
>50 km	0.040	0.015	0.059	0.027	0.037	0.04
30 - 50 km	0.120	0.045	0.059	0.027	0.037	0.06
15 - 30 km	0.360	0.403	0.529	0.568	0.556	0.48
2.5 - 15 km	0.280	0.313	0.176	0.189	0.185	0.23
0.5 - 2.5 km	0.200	0.224	0.176	0.189	0.185	0.19
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 500 METROS DE LAS ZONAS URBANAS</b>						

Elaborado por: Autores

Tabla 177. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Centros Educativos).

Distancia a Centros Educativos					
Puntuaciones					
	> 12 km	8 - 12 km	5 - 8 km	0.5 - 3 km	n*W
> 12 km	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356
8 - 12 km	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099
5 - 8 km	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492
0.5 - 3 km	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>4.533</b>	<b>9.333</b>	<b>16.000</b>	<b>4.177</b>

Validación	
CI	0.0589
RI	0.9900
CR	0.0595
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>
	<b>... Consistente</b>

Normalización					
	> 12 km	8 - 12 km	5 - 8 km	0.5 - 3 km	W
> 12 km	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56
8 - 12 km	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26
5 - 8 km	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12
0.5 - 3 km	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

W (%)
56
26
12
6
<b>100</b>

**RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 500 METROS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS**

Elaborado por: Autores

Tabla 178. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Uso de Suelo).

Uso Actual del Suelo					
Puntuaciones					
	Sin información /Erial	Tierra agropecuaria /Otras coberturas	Bosques	Vegetación arbustiva y herbácea	n*W
Sin información /Erial	1.000	3.000	5.000	5.000	2.277
Tierra agropecuaria /Otras coberturas	0.333	1.000	3.000	3.000	1.017
Bosques	0.200	0.333	1.000	1.000	0.388
Vegetación arbustiva y herbácea	0.200	0.333	1.000	1.000	0.388
<b>TOTAL</b>	<b>1.733</b>	<b>4.667</b>	<b>10.00</b>	<b>10.000</b>	<b>4.07</b>

Validación	
CI	0.0234
RI	0.9900
CR	0.0237
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>
	<b>... Consistente</b>

Normalización					
	Sin información /Erial	Tierra agropecuaria /Otras coberturas	Bosques	Vegetación arbustiva y herbácea	W
Sin información /Erial	0.577	0.643	0.500	0.500	0.55
Tierra agropecuaria /Otras coberturas	0.192	0.214	0.300	0.300	0.25
Bosques	0.115	0.071	0.100	0.100	0.10
Vegetación arbustiva y herbácea	0.115	0.071	0.100	0.100	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.00</b>

W (%)
55
25
10
10
<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 179. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Centros de Salud).

Distancia a Centros de Salud					
Puntuaciones					
	> 12 km	8 - 12 km	5 - 8 km	0.5 - 3 km	n*W
> 12 km	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356
8 - 12 km	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099
5 - 8 km	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492
0.5 - 3 km	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230
TOTAL	1.676	4.533	9.333	16.000	4.177
Normalización					
	> 12 km	8 - 12 km	5 - 8 km	0.5 - 3 km	W
> 12 km	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56
8 - 12 km	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26
5 - 8 km	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12
0.5 - 3 km	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06
TOTAL	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Validación					
CI	0.0589				
RI	0.9900				
CR	0.0595				
CR < 0.10	CUMPLE				
∴ Consistente					
W (%)					
56					
26					
12					
6					
100					
<b>RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 500 METROS DE LOS CENTROS DE SALUD</b>					

Elaborado por: Autores

Tabla 180. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Social (Sitios Turísticos).

Distancia a Sitios Turísticos					
Puntuaciones					
	> 4 km	2.5 - 4 km	1.5 - 2.5 km	0.5 - 1.5 km	n*W
> 4 km	1.000	3.000	5.000	5.000	2.323
2.5 - 4 km	0.333	1.000	3.000	5.000	1.167
1.5 - 2.5 km	0.200	0.333	1.000	3.000	0.525
0.5 - 1.5	0.200	0.200	0.333	1.000	0.270
TOTAL	1.733	4.533	9.333	14.000	4.285
Normalización					
	> 4 km	2.5 - 4 km	1.5 - 2.5 km	0.5 - 1.5	W
> 4 km	0.577	0.662	0.536	0.357	0.53
2.5 - 4 km	0.192	0.221	0.321	0.357	0.27
1.5 - 2.5 km	0.115	0.074	0.107	0.214	0.13
0.5 - 1.5	0.115	0.044	0.036	0.071	0.07
TOTAL	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Validación					
CI	0.0949				
RI	0.9900				
CR	0.0959				
CR < 0.10	CUMPLE				
∴ Consistente					
W (%)					
53					
27					
13					
7					
100					
<b>RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 500 METROS DE LOS SITIOS TURÍSTICOS</b>					

Elaborado por: Autores

Tabla 181. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Económico (Servicio Básicos).

<b>Disponibilidad de Servicios Básicos</b>					
Puntuaciones					
	Alta	Media	Baja	Muy Baja	n*W
Alta	1.000	3.000	5.000	9.000	2.386
Media	0.333	1.000	3.000	5.000	1.053
Baja	0.200	0.333	1.000	3.000	0.470
Muy Baja	0.111	0.200	0.333	1.000	0.205
TOTAL	1.644	4.533	9.333	18.000	4.114
Validación					
CI	0.0381				
RI	0.9900				
CR	0.0385				
CR < 0.10	CUMPLE				
∴ Consistente					
Normalización					
	Alta	Media	Baja	Muy Baja	W
Alta	0.608	0.662	0.536	0.500	0.58
Media	0.203	0.221	0.321	0.278	0.26
Baja	0.122	0.074	0.107	0.167	0.12
Muy Baja	0.068	0.044	0.036	0.056	0.05
TOTAL	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
W (%)					
					58
					26
					12
					5
					100

Elaborado por: Autores

Tabla 182. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Económico (Vías de Acceso).

<b>Distancia a Vías de Acceso</b>					
Puntuaciones					
	0.2 - 1.5 km	1.5 - 3.5 km	3.5 - 5 km	> 5 km	n*W
0.2 - 1.5 km	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356
1.5 - 3.5 km	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099
3.5 - 5 km	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492
> 5 km	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230
TOTAL	1.676	4.533	9.333	16.000	4.177
Validación					
CI	0.0589				
RI	0.9900				
CR	0.0595				
CR < 0.10	CUMPLE				
∴ Consistente					
Normalización					
	0.2 - 1.5 km	1.5 - 3.5 km	3.5 - 5 km	> 5 km	W
0.2 - 1.5 km	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56
1.5 - 3.5 km	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26
3.5 - 5 km	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12
> 5 km	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06
TOTAL	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
W (%)					
					56
					26
					12
					6
					100
<b>RESTRINGIR / BORRAR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 200 METROS DE LAS VÍAS</b>					

Elaborado por: Autores

Tabla 183. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Económico (Centros de Gravedad).

<b>Distancia a Centros de Gravedad</b>					
<b>Puntuaciones</b>					
	<b>0 - 10 km</b>	<b>10 - 20 km</b>	<b>20 - 30 km</b>	<b>&gt; 30 km</b>	<b>n*W</b>
<b>0 - 10 km</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356
<b>10 - 20 km</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099
<b>20 - 30 km</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492
<b>&gt; 30 km</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>4.533</b>	<b>9.333</b>	<b>16.000</b>	<b>4.177</b>
<b>Normalización</b>					
	<b>0 - 10 km</b>	<b>10 - 20 km</b>	<b>20 - 30 km</b>	<b>&gt; 30 km</b>	<b>W</b>
<b>0 - 10 km</b>	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56
<b>10 - 20 km</b>	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26
<b>20 - 30 km</b>	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12
<b>&gt; 30 km</b>	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
<b>Validación</b>					
CI	0.0589				
RI	0.9900				
CR	0.0595				
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>				
	<b>∴ Consistente</b>				
<b>W (%)</b>					
	56				
	26				
	12				
	6				
	<b>100</b>				

Elaborado por: Autores

Tabla 184. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Técnico (Redes Eléctricas).

<b>Distancia a Redes Eléctricas</b>					
<b>Puntuaciones</b>					
	<b>0.1 - 1 km</b>	<b>1 - 2 km</b>	<b>2 - 4 km</b>	<b>&gt; 4 km</b>	<b>n*W</b>
<b>0.1 - 1 km</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356
<b>1 - 2 km</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099
<b>2 - 4 km</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492
<b>&gt; 4 km</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>4.533</b>	<b>9.333</b>	<b>16.000</b>	<b>4.177</b>
<b>Normalización</b>					
	<b>0.1 - 1 km</b>	<b>1 - 2 km</b>	<b>2 - 4 km</b>	<b>&gt; 4 km</b>	<b>W</b>
<b>0.1 - 1 km</b>	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56
<b>1 - 2 km</b>	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26
<b>2 - 4 km</b>	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12
<b>&gt; 4 km</b>	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
<b>Validación</b>					
CI	0.0589				
RI	0.9900				
CR	0.0595				
<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>				
	<b>∴ Consistente</b>				
<b>W (%)</b>					
	56				
	26				
	12				
	6				
	<b>##</b>				
<b>RESTRINGIR TODO AQUELLO QUE ESTE EN UN RADIO DE 100 METROS DE LAS REDES ELÉCTRICAS</b>					

Elaborado por: Autores

Tabla 185. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Técnico (Pendientes).

Pendientes							
<b>Puntuaciones</b>							
	0° - 10°	10° - 15°	15° - 20°	> 20°	n*W		
0° - 10°	1.000	3.000	5.000	7.000	2.356		
10° - 15°	0.333	1.000	3.000	5.000	1.099		
15° - 20°	0.200	0.333	1.000	3.000	0.492		
> 20°	0.143	0.200	0.333	1.000	0.230		
<b>TOTAL</b>	<b>1.676</b>	<b>4.533</b>	<b>9.333</b>	<b>16.000</b>	<b>4.177</b>		
<b>Normalización</b>							
	0° - 10°	10° - 15°	15° - 20°	> 20°	W		
0° - 10°	0.597	0.662	0.536	0.438	0.56		
10° - 15°	0.199	0.221	0.321	0.313	0.26		
15° - 20°	0.119	0.074	0.107	0.188	0.12		
> 20°	0.085	0.044	0.036	0.063	0.06		
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>		
						<b>Validación</b>	
						CI	0.0589
						RI	0.9900
						CR	0.0595
						<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>
							∴ Consistente
						<b>W (%)</b>	
							56
							26
							12
							6
							<b>100</b>

Elaborado por: Autores

Tabla 186. Matriz de pesos para los subcriterios del criterio Técnico (Tipo de Suelo).

Tipo de Suelo - Geología								
<b>Distancia a Áreas Sensibles</b>								
	Arcillo limosos / franco limosos	Arcillosos / franco arcillosos	Arenoso arcilloso / franco arenoso	Limosos	Sin suelo / otros / desconocidos	n*W		
Arcillo limosos / franco limosos	1.00	3.00	3.00	5.00	9.00	2.47		
Arcillosos / franco arcillosos	0.33	1.00	1.00	3.00	5.00	1.01		
Arenoso arcilloso / franco arenoso	0.33	1.00	1.00	3.00	9.00	1.19		
Limosos	0.20	0.33	0.33	1.00	1.00	0.35		
Sin suelo / otros / desconocidos	0.11	0.20	0.11	1.00	1.00	0.23		
<b>MMULT</b>	<b>1.98</b>	<b>5.53</b>	<b>5.44</b>	<b>13.00</b>	<b>25.00</b>	<b>5.25</b>		
<b>Normalización</b>								
	Arcillo limosos / franco limosos	Arcillosos / franco arcillosos	Arenoso arcilloso / franco arenoso	Limosos	Sin suelo / otros / desconocidos	W		
Arcillo limosos / franco limosos	0.506	0.542	0.551	0.385	0.360	0.47		
Arcillosos / franco arcillosos	0.169	0.181	0.184	0.231	0.200	0.19		
Arenoso arcilloso / franco arenoso	0.169	0.181	0.184	0.231	0.360	0.22		
Limosos	0.101	0.060	0.061	0.077	0.040	0.07		
Sin suelo / otros / desconocidos	0.056	0.036	0.020	0.077	0.040	0.05		
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
							<b>W (%)</b>	
							47	
							19	
							22	
							7	
							5	
							<b>100</b>	
							<b>Validación</b>	
							CI	0.0620
							RI	1.1880
							CR	0.0522
							<b>CR &lt; 0.10</b>	<b>CUMPLE</b>
								∴ Consistente

Elaborado por: Autores

## Sección D

Tabla 187: Generación diaria de RDSU del año 2020

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2020	SIGCHOGUA	Gualaceo	48234	98	52.54	0.6794	0.6794	24.65	58.70	14.47	29.52	10.18	51.24
		Sígsig	29968	96.4	90.00	0.6997	0.6997	19.41	56.62	10.99		8.42	
		Chordeleg	14907	95.54	66.54	0.5881	0.5881	7.17	56.60	4.06		3.11	
	ONA	Oña	4055	69.54	24.54	0.4867	0.4867	1.08	27.00	0.29	2.90	0.79	5.18
		Nabón	16986	100	63.54	0.2839	0.2839	4.09	63.64	2.60		1.49	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	6768	100	100.00	0.8518	0.8315	5.68	37.67	2.14	7.85	3.54	15.36
		El Pan	3036	96.4	85.00	0.4563	0.4563	1.24	48.99	0.61		0.63	
		Guachapala	3791	100	90.00	0.507	0.1014	0.65	42.41	0.27		0.37	
		Paute	28696	84.54	29.54	0.578	0.4766	7.79	62.02	4.83		2.96	

Elaborado por: Autores

Tabla 188: Generación diaria de RDSU del año 2021

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2021	SIGCHOGUA	Gualaceo	48625	98	53.81	0.6842	0.6842	25.23	58.70	14.81	30.20	10.42	52.41
		Sígsig	30167	97.1	90.00	0.7046	0.7046	19.74	56.62	11.18		8.56	
		Chordeleg	15104	96.81	67.81	0.5923	0.5923	7.43	56.60	4.21		3.23	
	ONA	Oña	4089	70.81	25.81	0.4902	0.4902	1.13	27.00	0.30	2.95	0.82	5.28
		Nabón	17026	100	64.81	0.2859	0.2859	4.16	63.64	2.65		1.51	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	6836	100	100.00	0.8578	0.8373	5.78	37.67	2.18	8.09	3.60	15.78
		El Pan	3022	97.1	85.00	0.4595	0.4595	1.25	48.99	0.61		0.64	
		Guachapala	3816	100	90.00	0.5106	0.1021	0.65	42.41	0.28		0.38	
		Paute	28918	85.81	30.81	0.5821	0.4799	8.10	62.02	5.02		3.08	

Elaborado por: Autores

Tabla 189: Generación diaria de RDSU del año 2022

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2022	SIGCHOGUA	Gualaceo	49020	98	55.08	0.689	0.689	25.83	58.70	15.16	30.88	10.67	53.60
		Sígsig	30368	97.8	90.00	0.7095	0.7095	20.07	56.62	11.36		8.71	
		Chordeleg	15303	98	69.08	0.5964	0.5964	7.70	56.60	4.36		3.34	
	ONA	Oña	4123	72.08	27.08	0.4936	0.4936	1.17	27.00	0.32	3.00	0.85	5.39
		Nabón	17066	100	66.08	0.2879	0.2879	4.22	63.64	2.69		1.53	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	6904	100	100.00	0.8638	0.8432	5.88	37.67	2.21	8.33	3.66	16.21
		El Pan	3009	97.8	85.00	0.4627	0.4627	1.25	48.99	0.61		0.64	
		Guachapala	3841	100	90.00	0.5141	0.1028	0.66	42.41	0.28		0.38	
		Paute	29143	87.08	32.08	0.5861	0.4833	8.41	62.02	5.22		3.19	

Elaborado por: Autores

Tabla 190: Generación diaria de RDSU del año 2023

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2023	SIGCHOGUA	Gualaceo	49418	98	56.35	0.6938	0.6938	26.44	58.70	15.52	31.53	10.92	54.71
		Sígsig	30570	98	90.00	0.7145	0.7145	20.36	56.62	11.53		8.83	
		Chordeleg	15505	98	70.35	0.6006	0.6006	7.91	56.60	4.48		3.43	
	ONA	Oña	4157	73.35	28.35	0.497	0.497	1.21	27.00	0.33	3.06	0.89	5.50
		Nabón	17106	100	67.35	0.2899	0.2899	4.29	63.64	2.73		1.56	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	6972	100	100.00	0.8698	0.8491	5.98	37.67	2.25	8.57	3.73	16.64
		El Pan	2995	98	85.00	0.466	0.466	1.26	48.99	0.62		0.64	
		Guachapala	3865	100	90.00	0.5177	0.1035	0.67	42.41	0.29		0.39	
		Paute	29369	88.35	33.35	0.5902	0.4867	8.73	62.02	5.42		3.32	

Elaborado por: Autores

Tabla 191: Generación diaria de RDSU del año 2024

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2024	SIGCHOGUA	Gualaceo	49819	98	57.62	0.6986	0.6986	27.06	58.70	15.89	32.17	11.18	55.83
		Sígsig	30773	98	90.00	0.7195	0.7195	20.64	56.62	11.69		8.95	
		Chordeleg	15710	98	71.62	0.6048	0.6048	8.13	56.60	4.60		3.53	
	ONA	Oña	4192	74.62	29.62	0.5005	0.5005	1.26	27.00	0.34	3.11	0.92	5.61
		Nabón	17146	100	68.62	0.292	0.292	4.35	63.64	2.77		1.58	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7042	100	100.00	0.8759	0.855	6.08	37.67	2.29	8.82	3.79	17.08
		El Pan	2981	98	85.00	0.4692	0.4692	1.26	48.99	0.62		0.64	
		Guachapala	3891	100	90.00	0.5214	0.1043	0.68	42.41	0.29		0.39	
		Paute	29598	89.62	34.62	0.5944	0.4901	9.06	62.02	5.62		3.44	

Elaborado por: Autores

Tabla 192: Generación diaria de RDSU del año 2025

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2025	SIGCHOGUA	Gualaceo	50224	98	58.89	0.7035	0.7035	27.70	58.70	16.26	32.83	11.44	56.97
		Sígsig	30978	98	90.00	0.7245	0.7245	20.92	56.62	11.85		9.08	
		Chordeleg	15918	98	72.89	0.609	0.609	8.35	56.60	4.73		3.62	
	ONA	Oña	4227	75.89	30.89	0.504	0.504	1.31	27.00	0.35	3.17	0.95	5.73
		Nabón	17186	100	69.89	0.294	0.294	4.42	63.64	2.81		1.61	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7112	100	100.00	0.88	0.86	6.17	37.67	2.33	9.07	3.85	17.53
		El Pan	2967	98	85.00	0.4725	0.4725	1.26	48.99	0.62		0.65	
		Guachapala	3916	100	90.00	0.525	0.105	0.69	42.41	0.29		0.40	
		Paute	29817	90.89	35.89	0.5985	0.4935	9.40	62.02	5.83		3.57	

Elaborado por: Autores

Tabla 193: Generación diaria de RDSU del año 2026

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2026	SIGCHOGUA	Gualaceo	50632	98	60.16	0.7085	0.7085	28.35	58.70	16.64	33.51	11.71	58.14
		Sígsig	31184	98	90.00	0.7296	0.7296	21.21	56.62	12.01		9.20	
		Chordeleg	16128	98	74.16	0.6133	0.6133	8.58	56.60	4.86		3.72	
	ONA	Oña	4262	77.16	32.16	0.5075	0.5075	1.35	27.00	0.37	3.22	0.99	5.84
		Nabón	17226	100	71.16	0.2961	0.2961	4.49	63.64	2.86		1.63	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7183	100	100.00	0.88	0.86	6.23	37.67	2.35	9.31	3.89	17.94
		El Pan	2954	98	85.00	0.4758	0.4758	1.27	48.99	0.62		0.65	
		Guachapala	3941	100	90.00	0.5287	0.1057	0.70	42.41	0.30		0.40	
		Paute	30059	92.16	37.16	0.6027	0.497	9.74	62.02	6.04		3.70	

Elaborado por: Autores

Tabla 194: Generación diaria de RDSU del año 2027

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2027	SIGCHOGUA	Gualaceo	51043	98	61.43	0.7134	0.7134	29.01	58.70	17.03	34.19	11.98	59.33
		Sígsig	31391	98	90.00	0.7347	0.7347	21.50	56.62	12.17		9.33	
		Chordeleg	16341	98	75.43	0.6176	0.6176	8.81	56.60	4.99		3.82	
	ONA	Oña	4298	78.43	33.43	0.5111	0.5111	1.40	27.00	0.38	3.28	1.02	5.96
		Nabón	17266	100	72.43	0.2981	0.2981	4.56	63.64	2.90		1.66	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7254	100	100.00	0.88	0.86	6.30	37.67	2.37	9.56	3.93	18.37
		El Pan	2940	98	85.00	0.4792	0.4792	1.27	48.99	0.62		0.65	
		Guachapala	3967	100	90.00	0.5324	0.1065	0.71	42.41	0.30		0.41	
		Paute	30293	93.43	38.43	0.6069	0.5005	10.09	62.02	6.26		3.83	

Elaborado por: Autores

Tabla 195: Generación diaria de RDSU del año 2028

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2028	SIGCHOGUA	Gualaceo	51457	98	62.70	0.7184	0.7184	29.69	58.70	17.43	34.89	12.26	60.54
		Sígsig	31599	98	90.00	0.7399	0.7399	21.80	56.62	12.34		9.46	
		Chordeleg	16557	98	76.70	0.6219	0.6219	9.05	56.60	5.12		3.93	
	ONA	Oña	4333	79.7	34.70	0.5147	0.5147	1.45	27.00	0.39	3.34	1.06	6.08
		Nabón	17307	100	73.70	0.3002	0.3002	4.63	63.64	2.95		1.68	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7326	100	100.00	0.88	0.86	6.36	37.67	2.40	9.81	3.96	18.80
		El Pan	2927	98	85.00	0.4825	0.4825	1.27	48.99	0.62		0.65	
		Guachapala	3993	100	90.00	0.5361	0.1072	0.72	42.41	0.31		0.41	
		Paute	30528	94.7	39.70	0.6112	0.504	10.45	62.02	6.48		3.97	

Elaborado por: Autores

Tabla 196: Generación diaria de RDSU del año 2029

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2029	SIGCHOGUA	Gualaceo	51875	98	63.97	0.7234	0.7234	30.38	58.70	17.83	35.60	12.55	61.77
		Sigsig	31810	98	90.00	0.7450	0.7450	22.09	56.62	12.51		9.58	
		Chordeleg	16775	98	77.97	0.6263	0.6263	9.30	56.60	5.26		4.04	
	ONA	Oña	4370	80.97	35.97	0.5183	0.5183	1.50	27.00	0.41	3.40	1.10	6.20
		Nabón	17347	100	74.97	0.3023	0.3023	4.70	63.64	2.99		1.71	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7399	100	100.00	0.88	0.86	6.42	37.67	2.42	10.07	4.00	19.25
		El Pan	2913	98	85.00	0.4859	0.4859	1.28	48.99	0.63		0.65	
		Guachapala	4019	100	90.00	0.5399	0.108	0.73	42.41	0.31		0.42	
		Paute	30765	95.97	40.97	0.6155	0.5075	10.82	62.02	6.71		4.11	

Elaborado por: Autores

Tabla 197: Generación diaria de RDSU del año 2030

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2030	SIGCHOGUA	Gualaceo	52296	98	65.24	0.7285	0.7285	31.08	58.70	18.24	36.30	12.84	62.97
		Sigsig	32021	98	90.00	0.7502	0.7502	22.40	56.62	12.68		9.72	
		Chordeleg	16997	98	78.00	0.6306	0.6306	9.49	56.60	5.37		4.12	
	ONA	Oña	4406	82.24	37.24	0.5219	0.5219	1.56	27.00	0.42	3.46	1.14	6.33
		Nabón	17388	100	76.24	0.3044	0.3044	4.77	63.64	3.04		1.73	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7473	100	100.00	0.88	0.86	6.49	37.67	2.44	10.33	4.04	19.71
		El Pan	2900	98	85.00	0.4893	0.4893	1.28	48.99	0.63		0.65	
		Guachapala	4045	100	90.00	0.5437	0.1087	0.74	42.41	0.31		0.43	
		Paute	31004	97.24	42.24	0.6198	0.511	11.20	62.02	6.95		4.25	

Elaborado por: Autores

Tabla 198: Generación diaria de RDSU del año 2031

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2031	SIGCHOGUA	Gualaceo	52721	98	66.51	0.7336	0.7336	31.80	58.70	18.66	37.00	13.13	64.18
		Sigsig	32234	98	90.00	0.7555	0.7555	22.70	56.62	12.85		9.85	
		Chordeleg	17221	98	78.00	0.6351	0.6351	9.68	56.60	5.48		4.20	
	ONA	Oña	4443	83.51	38.51	0.5256	0.5256	1.61	27.00	0.43	3.52	1.17	6.45
		Nabón	17429	100	77.51	0.3066	0.3066	4.84	63.64	3.08		1.76	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7547	100	100.00	0.88	0.86	6.55	37.67	2.47	10.58	4.08	20.13
		El Pan	2887	98	85.00	0.4927	0.4927	1.28	48.99	0.63		0.65	
		Guachapala	4071	100	90.00	0.5475	0.1095	0.75	42.41	0.32		0.43	
		Paute	31245	98	43.51	0.6241	0.5146	11.55	62.02	7.16		4.39	

Elaborado por: Autores

Tabla 199: Generación diaria de RDSU del año 2032

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2032	SIGCHOGUA	Gualaceo	53149	98	67.78	0.7387	0.7387	32.53	58.70	19.10	37.72	13.43	65.43
		Sígsig	32448	98	90.00	0.7608	0.7608	23.01	56.62	13.03		9.98	
		Chordeleg	17449	98	78.00	0.6395	0.6395	9.88	56.60	5.59		4.29	
	ONA	Oña	4480	84.78	39.78	0.5292	0.5292	1.66	27.00	0.45	3.57	1.21	6.57
		Nabón	17470	100	78.00	0.3087	0.3087	4.90	63.64	3.12		1.78	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7623	100	100.00	0.88	0.86	6.62	37.67	2.49	10.79	4.12	20.51
		El Pan	2873	98	85.00	0.4962	0.4962	1.29	48.99	0.63		0.66	
		Guachapala	4098	100	90.00	0.5513	0.1103	0.76	42.41	0.32		0.44	
		Paute	31488	98	44.78	0.6285	0.5182	11.85	62.02	7.35		4.50	

Elaborado por: Autores

Tabla 200: Generación diaria de RDSU del año 2033

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2033	SIGCHOGUA	Gualaceo	53580	98	69.05	0.7439	0.7439	33.28	58.70	19.53	38.45	13.74	66.69
		Sígsig	32664	98	90.00	0.7661	0.7661	23.33	56.62	13.21		10.12	
		Chordeleg	17679	98	78.00	0.644	0.644	10.08	56.60	5.71		4.37	
	ONA	Oña	4517	86.05	41.05	0.5329	0.5329	1.72	27.00	0.46	3.61	1.26	6.67
		Nabón	17510	100	78.00	0.3109	0.3109	4.95	63.64	3.15		1.80	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7698	100	100.00	0.88	0.86	6.68	37.67	2.52	11.01	4.17	20.90
		El Pan	2860	98	85.00	0.4996	0.4996	1.29	48.99	0.63		0.66	
		Guachapala	4124	100	90.00	0.5552	0.111	0.77	42.41	0.33		0.44	
		Paute	31732	98	46.05	0.6329	0.5218	12.16	62.02	7.54		4.62	

Elaborado por: Autores

Tabla 201: Generación diaria de RDSU del año 2034

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2034	SIGCHOGUA	Gualaceo	54015	98	70.32	0.7491	0.7491	34.04	58.70	19.98	39.19	14.06	67.97
		Sígsig	32881	98	90.00	0.7715	0.7715	23.65	56.62	13.39		10.26	
		Chordeleg	17913	98	78.00	0.6485	0.6485	10.28	56.60	5.82		4.46	
	ONA	Oña	4555	87.32	42.32	0.5367	0.5367	1.78	27.00	0.48	3.66	1.30	6.77
		Nabón	17552	100	78.00	0.3131	0.3131	4.99	63.64	3.18		1.82	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7775	100	100.00	0.88	0.86	6.75	37.67	2.54	11.24	4.21	21.29
		El Pan	2847	98	85.00	0.5031	0.5031	1.29	48.99	0.63		0.66	
		Guachapala	4151	100	90.00	0.559	0.1118	0.78	42.41	0.33		0.45	
		Paute	31979	98	47.32	0.6373	0.5255	12.47	62.02	7.73		4.74	

Elaborado por: Autores

Tabla 202: Generación diaria de RDSU del año 2035

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2035	SIGCHOGUA	Gualaceo	54454	98	71.59	0.7544	0.7544	34.82	58.70	20.44	39.95	14.38	69.28
		Sígsig	33100	98	90.00	0.7769	0.7769	23.97	56.62	13.57		10.40	
		Chordeleg	18149	98	78.00	0.653	0.653	10.49	56.60	5.94		4.55	
	ONA	Oña	4593	88.59	43.59	0.5404	0.5404	1.84	27.00	0.50	3.70	1.34	6.88
		Nabón	17593	100	78.00	0.3153	0.3153	5.04	63.64	3.21		1.83	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7852	100	100.00	0.88	0.86	6.82	37.67	2.57	11.47	4.25	21.69
		El Pan	2834	98	85.00	0.5067	0.5067	1.29	48.99	0.63		0.66	
		Guachapala	4178	100	90.00	0.563	0.1126	0.79	42.41	0.34		0.46	
		Paute	32227	98	48.59	0.6418	0.5292	12.79	62.02	7.93		4.86	

Elaborado por: Autores

Tabla 203: Generación diaria de RDSU del año 2036

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2036	SIGCHOGUA	Gualaceo	54896	98	72.86	0.7596	0.7596	35.61	58.70	20.90	40.72	14.71	70.62
		Sígsig	33320	98	90.00	0.7823	0.7823	24.30	56.62	13.76		10.54	
		Chordeleg	18389	98	78.00	0.6576	0.6576	10.71	56.60	6.06		4.65	
	ONA	Oña	4631	89.86	44.86	0.5442	0.5442	1.90	27.00	0.51	3.75	1.38	6.98
		Nabón	17634	100	78.00	0.3175	0.3175	5.09	63.64	3.24		1.85	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	7931	100	100.00	0.88	0.86	6.88	37.67	2.59	11.70	4.29	22.10
		El Pan	2821	98	85.00	0.5102	0.5102	1.30	48.99	0.64		0.66	
		Guachapala	4205	100	90.00	0.5669	0.1134	0.80	42.41	0.34		0.46	
		Paute	32477	98	49.86	0.6463	0.5329	13.12	62.02	8.14		4.98	

Elaborado por: Autores

Tabla 204: Generación diaria de RDSU del año 2037

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2037	SIGCHOGUA	Gualaceo	55341	98	74.13	0.765	0.765	36.42	58.70	21.38	41.51	15.04	71.98
		Sígsig	33541	98	90.00	0.7878	0.7878	24.63	56.62	13.95		10.69	
		Chordeleg	18632	98	78.00	0.6622	0.6622	10.92	56.60	6.18		4.74	
	ONA	Oña	4670	91.13	46.13	0.548	0.548	1.96	27.00	0.53	3.80	1.43	7.09
		Nabón	17675	100	78.00	0.3197	0.3197	5.13	63.64	3.27		1.87	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8010	100	100.00	0.88	0.86	6.95	37.67	2.62	11.94	4.33	22.52
		El Pan	2808	98	85.00	0.5138	0.5138	1.30	48.99	0.64		0.66	
		Guachapala	4233	100	90.00	0.5709	0.1142	0.81	42.41	0.34		0.47	
		Paute	32730	98	51.13	0.6508	0.5366	13.45	62.02	8.34		5.11	

Elaborado por: Autores

Tabla 205: Generación diaria de RDSU del año 2038

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2038	SIGCHOGUA	Gualaceo	55791	98	75.40	0.7703	0.7703	37.25	58.70	21.86	42.31	15.38	73.37
		Sígsig	33764	98	90.00	0.7933	0.7933	24.97	56.62	14.14		10.83	
		Chordeleg	18878	98	78.00	0.6668	0.6668	11.15	56.60	6.31		4.84	
	ONA	Oña	4709	92.4	47.40	0.5519	0.5519	2.02	27.00	0.55	3.84	1.48	7.20
		Nabón	17717	100	78.00	0.3219	0.3219	5.18	63.64	3.30		1.88	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8089	100	100.00	0.88	0.86	7.02	37.67	2.64	12.19	4.38	22.94
		El Pan	2795	98	85.00	0.5174	0.5174	1.30	48.99	0.64		0.67	
		Guachapala	4260	100	90.00	0.5749	0.115	0.82	42.41	0.35		0.47	
		Paute	32984	98	52.40	0.6553	0.5404	13.79	62.02	8.55		5.24	

Elaborado por: Autores

Tabla 206: Generación diaria de RDSU del año 2039

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2039	SIGCHOGUA	Gualaceo	56244	98	76.67	0.7757	0.7757	38.09	58.70	22.36	43.13	15.73	74.78
		Sígsig	33988	98	90.00	0.7989	0.7989	25.31	56.62	14.33		10.98	
		Chordeleg	19127	98	78.00	0.6715	0.6715	11.37	56.60	6.44		4.94	
	ONA	Oña	4748	93.67	48.67	0.5557	0.5557	2.09	27.00	0.56	3.89	1.52	7.32
		Nabón	17758	100	78.00	0.3242	0.3242	5.23	63.64	3.33		1.90	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8170	100	100.00	0.88	0.86	7.09	37.67	2.67	12.43	4.42	23.37
		El Pan	2783	98	85.00	0.521	0.521	1.31	48.99	0.64		0.67	
		Guachapala	4288	100	90.00	0.5789	0.1158	0.83	42.41	0.35		0.48	
		Paute	33240	98	53.67	0.6599	0.5441	14.14	62.02	8.77		5.37	

Elaborado por: Autores

Tabla 207: Generación diaria de RDSU del año 2040

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2040	SIGCHOGUA	Gualaceo	56700	98	77.94	0.7811	0.7811	38.95	58.70	22.86	43.96	16.09	76.21
		Sígsig	34214	98	90.00	0.8044	0.8044	25.66	56.62	14.53		11.13	
		Chordeleg	19380	98	78.00	0.6762	0.6762	11.60	56.60	6.57		5.04	
	ONA	Oña	4787	94.94	49.94	0.5596	0.5596	2.15	27.00	0.58	3.94	1.57	7.43
		Nabón	17800	100	78.00	0.3264	0.3264	5.28	63.64	3.36		1.92	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8251	100	100.00	0.88	0.86	7.16	37.67	2.70	12.69	4.46	23.81
		El Pan	2770	98	85.00	0.5246	0.5246	1.31	48.99	0.64		0.67	
		Guachapala	4316	100	90.00	0.5829	0.1166	0.85	42.41	0.36		0.49	
		Paute	33498	98	54.94	0.6645	0.548	14.49	62.02	8.99		5.50	

Elaborado por: Autores

Tabla 208: Generación diaria de RDSU del año 2041

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2041	SIGCHOGUA	Gualaceo	57161	98	78.00	0.7866	0.7866	39.55	58.70	23.22	44.65	16.34	77.40
		Sígsig	34442	98	90.00	0.8101	0.8101	26.01	56.62	14.73		11.28	
		Chordeleg	19636	98	78.00	0.6809	0.6809	11.84	56.60	6.70		5.14	
	ONA	Oña	4827	96.21	51.21	0.5635	0.5635	2.22	27.00	0.60	3.99	1.62	7.55
		Nabón	17841	100	78.00	0.3287	0.3287	5.33	63.64	3.39		1.94	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8333	100	100.00	0.88	0.86	7.23	37.67	2.72	12.95	4.51	24.26
		El Pan	2757	98	85.00	0.5283	0.5283	1.31	48.99	0.64		0.67	
		Guachapala	4344	100	90.00	0.587	0.1174	0.86	42.41	0.36		0.49	
		Paute	33758	98	56.21	0.6692	0.5518	14.86	62.02	9.21		5.64	

Elaborado por: Autores

Tabla 209: Generación diaria de RDSU del año 2042

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2042	SIGCHOGUA	Gualaceo	57625	98	78.00	0.7921	0.7921	40.16	58.70	23.57	45.34	16.58	78.60
		Sígsig	34671	98	90.00	0.8157	0.8157	26.37	56.62	14.93		11.44	
		Chordeleg	19895	98	78.00	0.6857	0.6857	12.08	56.60	6.84		5.24	
	ONA	Oña	4868	97.48	52.48	0.5675	0.5675	2.29	27.00	0.62	4.04	1.67	7.67
		Nabón	17883	100	78.00	0.331	0.331	5.38	63.64	3.42		1.96	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8416	100	100.00	0.88	0.86	7.30	37.67	2.75	13.21	4.55	24.72
		El Pan	2744	98	85.00	0.532	0.532	1.32	48.99	0.65		0.67	
		Guachapala	4372	100	90.00	0.5911	0.1182	0.87	42.41	0.37		0.50	
		Paute	34021	98	57.48	0.6739	0.5557	15.23	62.02	9.44		5.78	

Elaborado por: Autores

Tabla 210: Generación diaria de RDSU del año 2043

Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2043	SIGCHOGUA	Gualaceo	58093	98	78.00	0.7976	0.7976	40.77	58.70	23.93	46.04	16.84	79.82
		Sígsig	34901	98	90.00	0.8215	0.8215	26.73	56.62	15.13		11.59	
		Chordeleg	20159	98	78.00	0.6905	0.6905	12.32	56.60	6.98		5.35	
	ONA	Oña	4908	98	53.75	0.5714	0.5714	2.35	27.00	0.63	4.09	1.71	7.78
		Nabón	17925	100	78.00	0.3333	0.3333	5.43	63.64	3.46		1.97	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8500	100	100.00	0.88	0.86	7.38	37.67	2.78	13.48	4.60	25.18
		El Pan	2732	98	85.00	0.5357	0.5357	1.32	48.99	0.65		0.67	
		Guachapala	4401	100	90.00	0.5953	0.1191	0.88	42.41	0.37		0.51	
		Paute	34285	98	58.75	0.6786	0.5595	15.60	62.02	9.68		5.93	

Elaborado por: Autores





Tabla 211: Generación diaria de RDSU del año 2044






Año	COAT	Cantón	# hab	Cobertura (%)		gpd (kg/hab*día)		Generación diaria (ton)	% RO	RO (ton)	RO COAT	RDI (ton)	Total RDSU
				Urbana	Rural	Urbana	Rural						
2044	SIGCHOGUA	Gualaceo	58565	98	78.00	0.8032	0.8032	41.38	58.70	24.29	46.75	17.09	81.05
		Sígsig	35133	98	90.00	0.8272	0.8272	27.09	56.62	15.34		11.75	
		Chordeleg	20424	98	78.00	0.6953	0.6953	12.57	56.60	7.12		5.46	
	ONA	Oña	4949	98	55.02	0.5754	0.5754	2.39	27.00	0.65	4.13	1.75	7.87
		Nabón	17967	100	78.00	0.3357	0.3357	5.48	63.64	3.49		1.99	
	SEGGEPA	Sevilla de Oro	8585	100	100.00	0.88	0.86	7.45	37.67	2.81	13.75	4.64	25.66
		El Pan	2719	98	85.00	0.5395	0.5395	1.32	48.99	0.65		0.67	
		Guachapala	4429	100	90.00	0.5994	0.5994	0.89	42.41	0.38		0.51	
		Paute	34551	98	60.02	0.6833	0.5635	15.99	62.02	9.92		6.07	

Elaborado por: Autores







Tabla 213: Equipo y maquinaria para el COAT – SEGEPPA






Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - SEGEPPA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
1		Mini cargadora CAT 236D	Peso	2.975 ton
			Capacidad de carga nominal	0.818 ton
			Capacidad de la cuchara	0.36 m3
			Ancho de cuchara	1.524 m
			Longitud con el cucharón sobre el suelo	3.487 m
			Espacio libre a levantamiento y descarga	2.359 m
1		Cargador frontal CAT924k	Peso	12 ton
			Carga máxima a giro pleno	7.48 ton
			Capacidad de la cuchara	1.7 a 5 m3
			Ancho de cuchara	2.55 m
			Longitud con el cucharón sobre el suelo	7.37 m
			Espacio libre a levantamiento y descarga	3.52 m
1		Tamiz vibratorio con tolva de entrada	Capacidad máxima de operación	160 ton/h
			Potencia	5.5 Kw
			Diámetro de pantalla	1.20 m
			Longitud de pantalla	3.00 m
			Longitud total	4.15 m
			Ancho total	1.60 m
			Altura	2.68 m
			Criba o malla	3 mm
Boca de la tolva (largo x ancho)	1.80 m x 0.80 m			
4		Tolva autobasculante con ruedas (compost fino y grueso)	Capacidad de carga	2 ton
			Largo	1.86 m
			Ancho	1.60 m
			Alto	1.25 m
			2 ruedas estáticas	
			2 ruedas móviles	





Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - SEGEPPA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
3		Cosedora manual de sacos GK26 - 1A	Ancho	27.5 cm
			Largo	37 cm
			Altura	30.5 cm
			Aguja	DN x 1
			Costura: cadena sencilla	
			Fuente	120 volts 60 Hz
2		Balanza industrial de plataforma para sacos	Capacidad	300 kg
			3 pantallas	Peso (kg o lb)
				Valor unitario (\$)
				Valor total (\$)
			Medidas de la base	50 cm x 40 cm
1		Plataforma con balanza electrónica BC HA 0942	Capacidad de pesaje	50 ton
			Largo	9 m
			Ancho	3
			Cantidad módulos	2
			Error	20 kg
4		Tolvas de descarga (residuos orgánico e inorgánicos)	Largo	3.5 m
			Ancho	2.5 m
			Alto	5 m
			Pendiente	100%
3		Bañeras en vehículos rígidos estancas en aluminio	Capacidad de carga	26 ton
			Largo de caja	8 m
			Alto de caja	1.8 m
			Ancho de caja	2.6 m
			Volumen de caja	37.44 m <sup>3</sup>
			Tipo de caja	Basculante

Elaborado por: Autores

Tabla 214: Equipo y maquinaria para el COAT – SIGCHOGUA

Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - SIGCHOGUA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
3		Mini cargadora CAT 236D	Peso	2.975 ton
			Capacidad de carga nominal	0.818 ton
			Capacidad de la cuchara	0.36 m3
			Ancho de cuchara	1.524 m
			Longitud con el cucharón sobre el suelo	3.487 m
			Espacio libre a levantamiento y descarga	2.359 m
1		Cargador frontal CAT924k	Peso	12 ton
			Carga máxima a giro pleno	7.48 ton
			Capacidad de la cuchara	1.7 a 5 m3
			Ancho de cuchara	2.55 m
			Longitud con el cucharón sobre el suelo	7.37 m
			Espacio libre a levantamiento y descarga	3.52 m
2		Tamiz vibratorio con tolva de entrada	Capacidad máxima de operación	160 ton/h
			Potencia	5.5 Kw
			Diámetro de pantalla	1.20 m
			Longitud de pantalla	3.00 m
			Longitud total	4.15 m
			Ancho total	1.60 m
			Altura	2.68 m
			Criba o malla	3 mm
			Boca de la tolva (largo x ancho)	1.80 m x 0.80 m
8		Tolva autobasculante con ruedas (compost fino y grueso)	Capacidad de carga	2 ton
			Largo	1.86 m
			Ancho	1.60 m
			Alto	1.25 m
			2 ruedas estáticas	
			2 ruedas móviles	





Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - SIGCHOGUA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
6		Cosedora manual de sacos GK26 - 1A	Ancho	27.5 cm
			Largo	37 cm
			Altura	30.5 cm
			Aguja	DN x 1
			Costura: cadena sencilla	
			Fuente	120 volts 60 Hz
3		Balanza industrial de plataforma para sacos	Capacidad	300 kg
			3 pantallas	Peso (kg o lb)
				Valor unitario (\$)
				Valor total (\$)
			Medidas de la base	50 cm x 40 cm
1		Plataforma con balanza electrónica BC HA 0942	Capacidad de pesaje	80 ton
			Largo	16 m
			Ancho	3
			Cantidad módulos	4
			Error	20 kg
4		Tolvas de descarga (residuos orgánico e inorgánicos)	Largo	3.5 m
			Ancho	2.5 m
			Alto	5 m
			Pendiente	100%
1		Bañeras en vehículos rígidos estancas en aluminio	Capacidad de carga	26 ton
			Largo de caja	8 m
			Alto de caja	1.8 m
			Ancho de caja	2.6 m
			Volumen de caja	37.44 m3
			Tipo de caja	Basculante






Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - SIGCHOGUA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
2		Bañeras en vehículos rígidos estancas en aluminio	Capacidad de carga	34 ton
			Largo de caja	13 m
			Alto de caja	2 m
			Ancho de caja	2.6 m
			Volumen de caja	67.6 m3
			Tipo de caja	Basculante
2		Cinta elevadora	Largo	6 m
			Ancho	0.65 m
			Alto	3 m
			Capacidad máxima	30 ton/h
			Consumo	0.75 kw
2		Cinta de clasificación	Largo	21 m
			Ancho	0.8 m
			Elevación sobre el piso	1 m
			Capacidad máxima	45 ton
			Consumo	0.75 kw
2		Separador ferrosos	Capacidad	300 kg/h
			Efectividad	99%
			Potencia de la banda	1 hp
			Peso	300 kg
			Largo	1.20 m
			Ancho	0.80 m
			Alto	0.50 m

Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - SIGCHOGUA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
18		Tolva de descarga al cuarto de almacenaje	Largo	0.50 m
			Ancho	0.50 m
			Alto	1 m
1		Cinta elevadora a la prensa	Largo de la cinta	10 m
			Ancho de la cinta	0.65 m
			Alto	3 m
			Capacidad máxima	30 ton/h
			Consumo	0.75 kw
1		Prensa con hiladora	Peso	26 ton
			Largo	9.44 m
			Ancho	5.60 m
			Alto	4 m
			Tamaño de bala (ancho x alto x largo)	0.8 m x 1.10 m x variable m
			Producción horaria	8-10 ton/hora
			Potencia	75 kw
			Empuje	120 ton
1		Embaladora	Largo	7 m
			Ancho	2.5 m
			Tamaño de bala (ancho x alto x largo)	1.10m x 1.10m x 2.40 m
			Capacidad (balas/hora)	35 - 40
			Peso de las balas	500 - 2000 kg

Elaborado por: Autores

Tabla 215: Equipo y maquinaria para el COAT – ONA

Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - ONA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
1		Mini cargadora CAT 236D	Peso	2.975 ton
			Capacidad de carga nominal	0.818 ton
			Capacidad de la cuchara	0.36 m3
			Ancho de cuchara	1.524 m
			Longitud con el cucharón sobre el suelo	3.487 m
			Espacio libre a levantamiento y descarga	2.359 m
1		Cargador frontal CAT924k	Peso	12 ton
			Carga máxima a giro pleno	7.48 ton
			Capacidad de la cuchara	1.7 a 5 m3
			Ancho de cuchara	2.55 m
			Longitud con el cucharón sobre el suelo	7.37 m
			Espacio libre a levantamiento y descarga	3.52 m
1		Tamiz vibratorio con tolva de entrada	Capacidad máxima de operación	160 ton/h
			Potencia	5.5 Kw
			Diámetro de pantalla	1.20 m
			Longitud de pantalla	3.00 m
			Longitud total	4.15 m
			Ancho total	1.60 m
			Altura	2.68 m
			Criba o malla	3 mm
Boca de la tolva (largo x ancho)	1.80 m x 0.80 m			
4		Tolva autobasculante con ruedas (compost fino y grueso)	Capacidad de carga	2 ton
			Largo	1.86 m
			Ancho	1.60 m
			Alto	1.25 m
			2 ruedas estáticas	
			2 ruedas móviles	

Equipos y maquinarias necesarias para la operación del COAT - ONA				
Cantidad	Equipo y maquinaria		Especificaciones técnicas	
3		Cosedora manual de sacos GK26 - 1A	Ancho	27.5 cm
			Largo	37 cm
			Altura	30.5 cm
			Aguja	DN x 1
			Costura: cadena sencilla	
			Fuente	120 volts 60 Hz
2		Balanza industrial de plataforma para sacos	Capacidad	300 kg
			3 pantallas	Peso (kg o lb)
				Valor unitario (\$)
				Valor total (\$)
Medidas de la base	50 cm x 40 cm			
1		Plataforma con balanza electrónica BC HA 0942	Capacidad de pesaje	50 ton
			Largo	9 m
			Ancho	3
			Cantidad módulos	2
			Error	20 kg
4		Tolvas de descarga (residuos orgánico e inorgánicos)	Largo	3.5 m
			Ancho	2.5 m
			Alto	5 m
			Pendiente	100%
3		Bañeras en vehículos rígidos estancas en aluminio	Capacidad de carga	26 ton
			Largo de caja	8 m
			Alto de caja	1.8 m
			Ancho de caja	2.6 m
			Volumen de caja	37.44 m <sup>3</sup>
			Tipo de caja	Basculante

Elaborado por: Autores

Tabla 216: Costos para la implementación COAT – SEGEPPA

<b>Costos preliminares de la implementación del COAT - SEGEPPA</b>				
<b>Inversión infraestructura</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Pavimento flexible (7 cm)	6960	m <sup>2</sup>	12	83520
Base (0.1 m)	696	m <sup>3</sup>	30	20880
Sub base clase 3 (0.15 m incluye transporte y compactación)	1044	m <sup>3</sup>	27	28188
Mejoramiento (0.20 m)	1392	m <sup>3</sup>	22	30624
Señalización horizontal (flechas)	25	m <sup>2</sup>	5.09	127.25
Señalización horizontal (líneas)	2700	m	0.81	2187
Pavimento rígido (0.15 m)	7445	m <sup>2</sup>	30	223350
Sub base clase 3 pavimento rígido (0.15 m incluye transporte y compactación)	1116.75	m <sup>3</sup>	27	30152.25
Mejoramiento del pavimento rígido (0.20 m)	1489	m <sup>3</sup>	22	32758
Losa área de compost con impermeabilización de geotextil no tejido	8750	m <sup>2</sup>	30.62	267925
Mejoramiento de área de compost (0.30 m)	2625	m <sup>3</sup>	22	57750
Oficinas paredes (medianera de una hoja. de mampostería de bloque de hormigón para revestir)	563.32	m <sup>2</sup>	180	101397.6
Losa de oficinas (f'c = 210)	422	m <sup>2</sup>	90.2	38064.4
Losa de piso de oficina (f'c = 210)	502	m <sup>2</sup>	90.2	45280.4
Oficina báscula	45	m <sup>2</sup>	180	8100
Oficina guardia	30	m <sup>2</sup>	180	5400
Cubierta compost	5250	m <sup>2</sup>	46.1364	242216.1
Cableado para red subterránea	2700	m	10	27000
Canalización subterránea de telecomunicaciones. de tubo rígido	165	m	12	1980
Agua potable	640	m	12.61	8070.4
Red de drenaje compost	206	m	14	2884
Red drenaje vías	1350	m	6	8100
Drenajes totales	441	m	23.34	10292.94
Vallado de predio. de malla de simple torsión 10 mm - 3 m altura para compost	283.45	m	24	6802.8
Vallado de predio. de malla de simple torsión 10 mm - 3 m altura para lindero	820	m	24	19680
Muro para la ET	228	m <sup>3</sup>	256.98	58591.44
Paredes almacenamiento compost (Medianera de una hoja. de mampostería de bloque de hormigón para revestir) 6 m alto	1078	m <sup>2</sup>	23.11	24912.58
Áreas verdes	7708	m <sup>2</sup>	12	92496

<b>Costos preliminares de la implementación del COAT - SEGEPPA</b>				
<b>Inversión infraestructura</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Vehículos de transferencia	3	Unidad	65000	195000
Minicargadora	1	Unidad	25000	25000
Cargadora frontal	1	Unidad	30000	30000
Tamiz vibratorio	1	Unidad	4500	4500
Tolvas autobasculante	4	Unidad	350	1400
Cosedora manual de sacos	3	Unidad	120	360
Balanzas sacos	2	Unidad	105	210
Báscula de camiones	1	Unidad	18000	18000
Tolvas de descarga	4	Unidad	2500	10000
<b>Operarios</b>				
Ingeniero para ET	1	persona	1600	1600
Ingeniero para Compost	1	persona	1600	1600
Persona para documentación	1	persona	500	500
Operador para cargadora y minicargadora	2	persona	500	1000
Operario báscula	1	persona	400	400
Obreros	7	persona	400	2800
Chofer para vehículos de transferencia	2	persona	400	800
Guardias	3	persona	600	1800
Mecánico	1	persona	1000	1000
<b>Total</b>				1774700.16
Costos indirectos (17 %)				2076399.187

Elaborado por: Autores

Tabla 217: Costos para la implementación COAT – SIGCHOGUA

<b>Costo preliminares de la implementación del COAT - SIGCHOGUA</b>				
<b>Inversión infraestructura</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Pavimento flexible (7 cm)	4439.6	m2	12	53275.20
Base (0.1 m)	443.9	m3	30	13317.00
Sub base clase 3 (0.15 m incluye transporte y compactación)	665.85	m3	27	17977.95
Mejoramiento (0.20 m)	887.8	m3	22	19531.60
Señalización horizontal (flechas)	8	m2	5.09	40.72
Señalización horizontal (líneas)	1710	m	0.81	1385.10
Pavimento rígido (0.15 m)	18432	m2	30	552960.00
Sub base clase 3 pavimento rígido (0.15 m incluye transporte y compactación)	2764.8	m3	27	74649.60
Mejoramiento del pavimento rígido (0.20 m)	3686.4	m3	22	81100.80
Losa área de compost con impermeabilización de geotextil no tejido	13000	m2	30.62	398060.00
Mejoramiento de área de compost (0.30 m)	3900	m3	22	85800.00
Oficinas paredes (medianera de una hoja. de mampostería de bloque de hormigón para revestir)	655	m2	180	117900.00
Losa de oficinas (f'c = 210)	463.15	m2	90.2	41776.13
Losa de piso de oficina (f'c = 210)	502	m2	90.2	45280.40
Oficina báscula	45	m2	180	8100.00
Oficina guardia	30	m2	180	5400.00
Cubierta compost	9800	m2	46.1364	452136.72
Cableado para red subterránea	839	m	10	8390.00
Canalización subterránea de telecomunicaciones. de tubo rígido	120	m	12	1440.00
Agua potable	311	m	12.61	3921.71
Red de drenaje compost	281	m	14	3934.00
Red drenaje vías	762	m	6	4572.00
Drenajes totales	766	m	23.34	17878.44
Vallado de predio. de malla de simple torsión 10 mm - 3 m altura para compost	295.72	m	24	7097.28
Vallado de predio. de malla de simple torsión 10 mm - 3 m altura para lindero	948	m	24	22752.00
Muro para la ET	333.95	m3	256.98	85818.47
Paredes almacenamiento compost (Medianera de una hoja. de mampostería de bloque de hormigón para revestir) 6 m alto	1284	m2	23.11	29673.24
Paredes de la zona de separación	738	m2	23.11	17055.18
Áreas verdes	7037	m2	12	84444.00

<b>Costo preliminares de la implementación del COAT - SIGCHOGUA</b>				
<b>Inversión equipamiento</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Vehículos de transferencia tipo remolque	2	Unidad	120000	240000.00
Vehículos de transferencia	1	Unidad	65000	65000.00
Minicargadora	3	Unidad	25000	75000.00
Cargadora frontal	1	Unidad	30000	30000.00
Montacargas	1	Unidad	20000	20000.00
Tamiz vibratorio	2	Unidad	4500	9000.00
Tolvas autobasculante	8	Unidad	350	2800.00
Cosedora manual de sacos	6	Unidad	120	720.00
Balanzas sacos	3	Unidad	105	315.00
Báscula de camiones	1	Unidad	35000	35000.00
Tolvas de descarga	4	Unidad	2500	10000.00
<b>Inversión equipamiento separación de RI</b>				
Cintas transportadoras caucho liso (módulos 1.5 m)	42	unidad	1348	56616.00
Separador de Ferrosos	2	unidad	8000	16000.00
Estructura de montaje	2	estructura	6000	12000.00
Tolva	1	unidad	1500	1500.00
Prensa PR50	1	unidad	300000	300000.00
Embaladora	1	unidad	50000	50000.00
Cinta de transporte a embalaje	6	unidad	1348	8088.00
<b>Operarios</b>				
Ingeniero para ET	1	persona	1600	1600.00
Ingeniero para Compost	1	persona	1600	1600.00
Persona para utileria menor	1	persona	500	500.00
Operador para cargadora y minicargadora	1	persona	500	500.00
Operario báscula	1	persona	400	400.00
obreros	24	persona	400	9600.00
Chofer para vehiculos de transferencia	3	persona	400	1200.00
Guardias	3	persona	600	1800.00
Mecánico	1	persona	1000	1000.00
<b>Total</b>				3205906.54
Costos indirectos (17 %)				3750910.65

Elaborado por: Autores

Tabla 218: Costos para la implementación COAT – ONA

<b>Costo preliminares de la implementación del COAT - ONA</b>				
<b>Inversión infraestructura</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Pavimento flexible (7 cm)	928.76	m <sup>2</sup>	12	11145.12
Base (0.1 m)	92.876	m <sup>3</sup>	30	2786.28
Sub base clase 3 (0.15 m incluye transporte y compactación)	139.314	m <sup>3</sup>	27	3761.48
Mejoramiento (0.20 m)	185.752	m <sup>3</sup>	22	4086.54
Señalización horizontal (flechas)	10	m <sup>2</sup>	5.09	50.90
Señalización horizontal (líneas)	410	m	0.81	332.10
Pavimento rígido (0.15 m)	2804.25	m <sup>2</sup>	30	84127.50
Sub base clase 3 pavimento rígido (0.15 m incluye transporte y compactación)	420.638	m <sup>3</sup>	27	11357.23
Mejoramiento del pavimento rígido (0.20 m)	560.85	m <sup>3</sup>	22	12338.70
Losa área de compost con impermeabilización de geotextil no tejido	2654.4	m <sup>2</sup>	30.62	81277.73
Mejoramiento de área de compost (0.30 m)	796.32	m <sup>3</sup>	22	17519.04
Oficinas paredes (medianera de una hoja. de mampostería de bloque de hormigón para revestir)	477.3	m <sup>2</sup>	180	85914.00
Losa de oficinas (f'c = 210)	203.21	m <sup>2</sup>	90.2	18329.54
Losa de piso de oficina (f'c = 210)	291.82	m <sup>2</sup>	90.2	26322.16
Oficina báscula	45	m <sup>2</sup>	180	8100.00
Oficina guardia	30	m <sup>2</sup>	180	5400.00
Cubierta compost	2094.4	m <sup>2</sup>	46.136	96628.08
Cableado para red subterránea	370	m	10	3700.00
Canalización subterránea de telecomunicaciones. de tubo rígido	80	m	12	960.00
Agua potable	328	m	12.61	4136.08
Red de drenaje compost	160	m	14	2240.00
Red drenaje vías	228	m	6	1368.00
Drenajes totales	360	m	23.34	8402.40
Vallado de predio. de malla de simple torsión 10 mm - 3 m altura para compost	170	m	24	4080.00
Vallado de predio. de malla de simple torsión 10 mm - 3 m altura para lindero	462	m	24	11088.00
Muro para la ET	244.23	m <sup>3</sup>	256.98	62762.23
Paredes almacenamiento compost (Medianera de una hoja. de mampostería de bloque de hormigón para revestir) 6 m alto	324	m <sup>2</sup>	23.11	7487.64
Áreas verdes	266	m <sup>2</sup>	12	3192.00

<b>Costo preliminares de la implementación del COAT - ONA</b>				
<b>Inversión equipamiento</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Vehículos de transferencia	2	Unidad	65000	130000.00
Minicargadora	1	Unidad	25000	25000.00
Cargadora frontal	0	Unidad	30000	0.00
Tamiz vibratorio	1	Unidad	4500	4500.00
Tolvas autobasculante	3	Unidad	350	1050.00
Cosedora manual de sacos	2	Unidad	120	240.00
Balanzas sacos	1	Unidad	105	105.00
Báscula de camiones	1	Unidad	18000	18000.00
Tolvas de descarga	2	Unidad	2500	5000.00
<b>Operarios</b>				
Ingeniero para ET	1	persona	1600	1600.00
Ingeniero para Compost	1	persona	1600	1600.00
Persona para documentación	1	persona	500	500.00
Operador para minicargadora	1	persona	500	500.00
Operario báscula	1	persona	400	400.00
Obreros	5	persona	400	2000.00
Chofer para vehículos de transferencia	1	persona	400	400.00
Guardias	3	persona	600	1800.00
Mecánico	1	persona	1000	1000.00
<b>Total</b>				772587.74
Costos indirectos (17 %)				903927.66

Elaborado por: Autores

## Sección F

Tabla 219: Características para la venta del compost de los diferentes COATs

COAT	Cantidad compost		50% de la cantidad compost para sacos		Número de sacos				Venta del saco (\$)				
					Sacos/180 días		Sacos/ días		Costo unitario (\$)		Venta total/diario (\$)		
	ton/180 días	Kg/180 días	50 kg	100 kg	50 kg	100 kg	de 50 kg	de 100 kg	de 50 kg	de 100 kg	Sacos (50 kg)	Sacos (100 kg)	Venta diaria
SEGEPPA	753.52	753518.19	376759.10	376759.10	7535	3768	42	21	5.50	10	230.24	209.31	439.55
SIGCHOGUA	1413.85	1413849.60	706924.80	706924.80	14138	7069	79	39			432.01	392.74	824.75
ONA	259.54	259544.93	129772.46	129772.46	2595	1298	14	7			79.31	72.10	151.40

Elaborado por: Autores

Tabla 220: Características para la venta de los RIR del COAT-SIGCHOGUA

Material reciclable	Costo unitario promedio (\$/kg)	RI reciclable (kg/día)			Venta (\$) RI reciclable		
		Sígsig	Chordeleg	Gualaceo	Sígsig	Chordeleg	Gualaceo
Papel y cartón	0.09	1958.96	765.78	1842.54	176.31	68.92	165.83
Metales	0.13	299.06	128.27	226.65	38.88	16.68	29.46
Plástico blando	0.16	1613.26	688.82	4885.46	258.12	110.21	781.67
Plástico rígido	0.45	1591.31	909.45	1863.53	716.09	409.25	838.59
Caucho	0.02	41.15	0	356.76	0.82	0	7.14
Vidrio	0.02	406.06	522.07	998.92	8.12	10.44	19.98
Madera	Uso propio	43.90	60.29	83.94	0.00	0.00	0.00
Textiles	0.02	598.11	298.87	0	11.96	5.98	0.00
Tetrapack	0.10	49.39	0	0	4.94	0.00	0.00
<b>Sub total</b>		6601.21	3373.56	10257.79	1202.46	615.50	1835.53
<b>Total</b>		20232.56			3653.49		

Elaborado por: Autores

Tabla 221: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de construcción del COAT-SEGEPPA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - SEGEPPA									
Entorno	Medio	Factor	Construcción						
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	
			Excavación de tierras	Construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT	Construcción de la infraestructura del COAT	Instalación de equipos y maquinaria del COAT	Cerramientos del COAT	Instalación de equipos de emergencias y contra accidentes	
Físico	Agua subterránea	F1	HTP	-17	-18				
		F2	Sólidos suspendidos y disueltos	-14	-20				
		F3	Aceites y grasas	-17	-20				
	Aire	F4	Emisión de material particulado	-30	-26	-35			
		F5	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-27	-38	-25			
		F6	Emisión de olores		-24	-17			
		F7	Emisión de humo o polvo	-24	-38	-42		-23	
		F8	Emisión de ruido (dB)	-30	-43	-57	-33	-25	-20
	Suelo	F9	Textura	-43	-30	-35			
		F10	Metales pesados		-27		-27		
		F11	HTP	-17	-42	-20	-27		
		F12	Aceites y grasas	-17	-47		-27		
		F13	Lixiviados						
		F14	Erosión	-51	-37	-36			
		F15	Vibración	-22	-43	-22		-20	
	Perceptual	F16	Impacto paisajístico	-57	-30	-59	-27	-21	
Biótico	Fauna	F17	Proliferación de vectores						
		F18	Modificación del hábitat natural	-37	-27	-27		-23	
	Flora	F19	Pérdida de cubierta vegetal	-30	-36	-33			
Socio-económico	Social cultural económico	F20	Servicios		49	59			61
		F21	Fuentes de empleo	46	81	77	39	37	31
		F22	Actividades comerciales				41		
		F23	Calidad de vida			57		23	73
Salud Pública	Salud	F24	Enfermedades						
		F25	Accidentes	-24	-20	-21	-25	-23	-20
		F26	Emergencias		-23	-26	-25		

Elaborado por: Autores

Tabla 222: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de operación del COAT-SEGEPPA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - SEGEPPA											
Entorno	Medio	Factor	Operación								
			O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	
			Entrada y salida de vehículos recolectores y de transferencia	Tránsito interno de los vehículos	Descarga de RO a la planta de compostaje	Proceso de compostaje	Afino del compost	Almacenamiento y venta del compost	Descargas de lixiviados en las canaletas	Descarga de RO y RI a los vehículos de transferencia	
Físico	Aire	F1	Emisión de material particulado	-29	-32	-42		-30	-29		-22
		F2	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-21	-23	-23	-58			-26	-23
		F3	Emisión de olores			-60	-81		-20	-56	-40
		F4	Emisión de humo o polvo	-31	-33		-56	-33	-19		
		F5	Emisión de ruido (dB)	-28	-42	-30	-22	-24	-19		-38
	Suelo	F6	Textura								
		F7	Metales pesados								
		F8	HTP								
		F9	Aceites y grasas	-24	-27	-19					
		F10	Lixiviados			-28	-28				
		F11	Erosión								
		F12	Vibración	-21	-21	-19	-16				
Perceptual	F13	Impacto paisajístico	-35	-40	-40	-44				-51	
Biótico	Fauna	F14	Proliferación de vectores			-64	-68			-56	
		F15	Modificación del hábitat natural								
	Flora	F16	Pérdida de cubierta vegetal								
Socio-económico	Social cultural económico	F17	Servicios	37	42		47		55		58
		F18	Fuentes de empleo	41	43	51	52	42	46	45	45
		F19	Actividades comerciales						67		
		F20	Calidad de vida								40
Salud Pública	Salud	F21	Enfermedades			-33	-32			-25	
		F22	Accidentes	-21	-24	-33	-30	-25	-23		-28
		F23	Emergencias		-24	-26	-30	-27	-28	-23	-23

Elaborado por: Autores

Tabla 223: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de las fases de mantenimiento y cierre del COAT-SEGEPPA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - SEGEPPA											
Entorno	Medio	Factor	Mantenimiento				Cierre y abandono				
			M1	M2	M3	M4	CA1	CA2	CA3	CA4	
			Mantenimiento de los equipos y maquinaria del COAT	Mantenimiento de los vehículos recolectores y de transferencia	Mantenimiento de las canaletas de lixiviados	Mantenimiento de los SSHH y equipos de emergencia	Desmontaje de infraestructuras, equipos y maquinaria	Recuperación del suelo	Manejo de escombros	Reforestación de áreas intervenidas	
Físico	Aire	F1	Emisión de material particulado	-29	-29	-18		-34		-35	
		F2	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-33	-26	-28	-27	-23			
		F3	Emisión de olores	-21	-22	-53	-20				
		F4	Emisión de humo o polvo	-29	-25			-39		-51	
		F5	Emisión de ruido (dB)	-40	-26			-38		-28	
	Suelo	F6	Textura						-22		-29
		F7	Metales pesados	-19	-27	-19	-23	-19			
		F8	HTP					-19			
		F9	Aceites y grasas	-24	-31		-23	-25			
		F10	Lixiviados								
		F11	Erosión								
		F12	Vibración					-25		-20	
	Perceptual	F13	Impacto paisajístico					-36		-31	
Biótico	Fauna	F14	Proliferación de vectores			-41					
		F15	Modificación del hábitat natural								
Socio-económico	Social cultural económico	Flora	F16	Pérdida de cubierta vegetal							
		F17	Servicios						43	41	
		F18	Fuentes de empleo	51	41	44	45	55	61	52	65
		F19	Actividades comerciales						31	53	28
Salud Pública	Salud	F20	Calidad de vida					39	39	39	
		F21	Enfermedades	-26		-23					
		F22	Accidentes	-24	-27	-20	-17	-26		-29	
		F23	Emergencias	-26	-27	-22	-21	-24		-31	

Elaborado por: Autores

Tabla 224: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de construcción del COAT-SIGCHOGUA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - SIGCHOGUA									
Entorno	Medio	Factor	Construcción						
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	
			Excavación de tierras	Construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT	Construcción de la infraestructura del COAT	Instalación de equipos y maquinaria del COAT	Cerramientos del COAT	Instalación de equipos de emergencias y contra accidentes	
Físico	Agua subterránea	F1	HTP	-20	-25				
		F2	Sólidos suspendidos y disueltos	-15	-20				
		F3	Aceites y grasas	-15	-25				
	Aire	F4	Emisión de material particulado	-41	-40	-29			
		F5	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-38	-38	-27			
		F6	Emisión de olores		-36	-22			
		F7	Emisión de humo o polvo	-57	-42	-32		-23	
		F8	Emisión de ruido (dB)	-52	-43	-45	-45	-25	-20
	Suelo	F9	Textura	-63	-54	-39			
		F10	Metales pesados		-35		-33		
		F11	HTP	-38	-42	-20	-33		
		F12	Aceites y grasas	-37	-51		-35		
		F13	Lixiviados						
		F14	Erosión	-78	-65	-42			
		F15	Vibración	-34	-43	-22		-20	
	Perceptual	F16	Impacto paisajístico	-81	-64	-79	-39	-21	
Biótico	Fauna	F17	Proliferación de vectores						
		F18	Modificación del hábitat natural	-67	-58	-66		-23	
	Flora	F19	Pérdida de cubierta vegetal	-72	-58	-55			
Socio-económico	Social cultural económico	F20	Servicios		49	59		61	
		F21	Fuentes de empleo	55	89	77	55	43	31
		F22	Actividades comerciales				57		
		F23	Calidad de vida			57		23	73
Salud Pública	Salud	F24	Enfermedades						
		F25	Accidentes	-25	-32	-30	-25	-23	-20
		F26	Emergencias		-32	-32	-25		

Elaborado por: Autores

Tabla 225: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de operación del COAT-SIGCHOGUA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - SIGCHOGUA															
Entorno	Medio	Factor	Operación												
			O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	
			Entrada y salida de vehículos recolectores y de transferencia	Tránsito interno de los vehículos	Descarga de RI a la zona de recepción	Operación de la maquinaria de clasificación	Operación de la prensa y embaladora	Almacenamiento y venta de RIR	Descarga de RO a la planta de compostaje	Proceso de compostaje	Afino del compost	Almacenamiento y venta del compost	Descarga de lixiviados en canaletas	Descarga de RSU a los vehículos de transferencia	
Físico	Aire	F1	Emisión de material particulado	-31	-36	-17	-20	-21	-17	-44		-30	-35		-28
		F2	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-24	-27	-16	-21	-16		-27	-70			-26	-23
		F3	Emisión de olores			-20	-16	-20		-72	-81		-20	-68	-52
		F4	Emisión de humo o polvo	-37	-39	-23	-24	-24	-21		-68	-39	-23		
		F5	Emisión de ruido (dB)	-36	-48	-42	-64	-45	-30	-33	-21	-24	-23		-50
	Suelo	F6	Textura												
		F7	Metales pesados												
		F8	HTP												
		F9	Aceites y grasas	-29	-28	-20				-25					
		F10	Lixiviados							-34	-40				
		F11	Erosión												
	Perceptual	F12	Vibración	-20	-25	-28	-27	-17	-21	-19	-19				
		F13	Impacto paisajístico	-46	-48	-22	-27	-24		-40	-56				-55
Biótico	Fauna	F14	Proliferación de vectores							-76	-80			-68	
		F15	Modificación del hábitat natural												
	Flora	F16	Pérdida de cubierta vegetal												
Socio-económico	Social cultural económico	F17	Servicios	53	42		41	39	67		59		67	58	
		F18	Fuentes de empleo	57	49	45	81	61	46	55	64	54	46	45	61
		F19	Actividades comerciales						79				79		
		F20	Calidad de vida				61	51							56
Salud Pública	Salud	F21	Enfermedades				-23			-27	-38			-33	
		F22	Accidentes	-24	-27	-27	-34	-26	-26	-27	-30	-25	-26		-30
		F23	Emergencias		-27		-34	-26	-28	-26	-30	-27	-28	-27	-23

Elaborado por: Autores

Tabla 226: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de las fases de mantenimiento y cierre del COAT-SIGCHOGUA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - SIGCHOGUA											
Entorno	Medio	Factor	Mantenimiento				Cierre y abandono				
			M1	M2	M3	M4	CA1	CA2	CA3	CA4	
			Mantenimiento de los equipos y maquinaria del COAT	Mantenimiento de los vehículos recolectores y de transferencia	Mantenimiento de las canaletas de lixiviados	Mantenimiento de los SSHH y equipos de emergencia	Desmontaje de infraestructuras, equipos y maquinaria	Recuperación del suelo	Manejo de escombros	Reforestación de áreas intervenidas	
Físico	Aire	F1	Emisión de material particulado	-35	-35	-20		-38		-47	
		F2	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-35	-32	-28	-27	-25			
		F3	Emisión de olores	-23	-22	-57	-20				
		F4	Emisión de humo o polvo	-35	-33			-47		-63	
		F5	Emisión de ruido (dB)	-40	-32			-54		-30	
	Suelo	F6	Textura						-22		-24
		F7	Metales pesados	-21	-27	-19	-25	-21			
		F8	HTP					-27			
		F9	Aceites y grasas	-30	-31		-25	-31			
		F10	Lixiviados								
		F11	Erosión								
		F12	Vibración					-29		-23	
	Perceptual	F13	Impacto paisajístico					-52		-43	
Biótico	Fauna	F14	Proliferación de vectores			-43					
		F15	Modificación del hábitat natural								
	Flora	F16	Pérdida de cubierta vegetal								
Socio-económico	Social cultural económico	F17	Servicios						43	33	
		F18	Fuentes de empleo	63	45	56	57	67	61	56	57
		F19	Actividades comerciales						31	53	22
		F20	Calidad de vida					39	39		33
Salud Pública	Salud	F21	Enfermedades	-26		-29					
		F22	Accidentes	-24	-27	-20	-17	-28		-35	
		F23	Emergencias	-28	-27	-22	-21	-32		-37	

Elaborado por: Autores

Tabla 227: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de construcción del COAT-ONA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - ONA									
Entorno	Medio	Factor	Construcción						
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	
			Excavación de tierras	Construcción de vías y áreas pavimentadas dentro del COAT	Construcción de la infraestructura del COAT	Instalación de equipos y maquinaria del COAT	Cerramientos del COAT	Instalación de equipos de emergencias y contra accidentes	
Físico	Agua subterránea	F1	HTP	-20	-23				
		F2	Sólidos suspendidos y disueltos	-15	-18				
		F3	Aceites y grasas	-15	-25				
	Aire	F4	Emisión de material particulado	-37	-32	-27			
		F5	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-36	-38	-20			
		F6	Emisión de olores		-30	-17			
		F7	Emisión de humo o polvo	-45	-38	-32		-23	
		F8	Emisión de ruido (dB)	-34	-39	-41	-33	-25	-20
	Suelo	F9	Textura	-57	-34	-35			
		F10	Metales pesados		-31		-27		
		F11	HTP	-24	-42	-17	-27		
		F12	Aceites y grasas	-25	-47		-27		
		F13	Lixiviados						
		F14	Erosión	-66	-53	-42			
		F15	Vibración	-26	-43	-17		-20	
	Perceptual	F16	Impacto paisajístico	-77	-52	-71	-27	-21	
Biótico	Fauna	F17	Proliferación de vectores						
		F18	Modificación del hábitat natural	-55	-38	-54		-23	
	Flora	F19	Pérdida de cubierta vegetal	-60	-42	-43			
Socio-económico	Social cultural económico	F20	Servicios		49	59			37
		F21	Fuentes de empleo	33	69	53	39	37	26
		F22	Actividades comerciales				41		
		F23	Calidad de vida			57		23	53
Salud Pública	Salud	F24	Enfermedades						
		F25	Accidentes	-24	-20	-21	-25	-23	-20
		F26	Emergencias		-23	-26	-25		

Elaborado por: Autores

Tabla 228: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de la fase de operación del COAT-ONA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - ONA											
Entorno	Medio	Factor	Operación								
			O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	
			Entrada y salida de vehículos recolectores y de transferencia	Tránsito interno de los vehículos	Descarga de RO a la planta de compostaje	Proceso de compostaje	Afino del compost	Almacenamiento y venta del compost	Descargas de lixiviados en las canaletas	Descarga de RO y RI a los vehículos de transferencia	
Físico	Aire	F1	Emisión de material particulado	-26	-25	-29		-27	-24		-23
		F2	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-21	-20	-20	-54			-24	-16
		F3	Emisión de olores			-61	-56		-17	-42	-34
		F4	Emisión de humo o polvo	-23	-31		-52	-28	-16		
		F5	Emisión de ruido (dB)	-21	-36	-24	-16	-21	-20		-30
	Suelo	F6	Textura								
		F7	Metales pesados								
		F8	HTP								
		F9	Aceites y grasas	-20	-23	-16					
		F10	Lixiviados			-22	-36				
		F11	Erosión								
	Perceptual	F12	Vibración	-17	-25	-16	-16				
	Biótico	Fauna	F13	Impacto paisajístico	-39	-48	-40	-33			
F14			Proliferación de vectores			-52	-60			-42	
Flora		F15	Modificación del hábitat natural								
Socio-económico	Social cultural económico	F16	Pérdida de cubierta vegetal								
		F17	Servicios	31	42		61		51		42
		F18	Fuentes de empleo	33	39	45	46	34	44	36	37
		F19	Actividades comerciales						59		
Salud Pública	Salud	F20	Calidad de vida								34
		F21	Enfermedades			-29	-32			-22	
		F22	Accidentes	-21	-24	-29	-27	-25	-23		-25
		F23	Emergencias		-24	-23	-27	-25	-25	-20	-20

Elaborado por: Autores

Tabla 229: Matriz de jerarquización de impactos ambientales de las fases de mantenimiento y cierre del COAT-ONA

Matriz de jerarquización de impactos ambientales del COAT - ONA											
Entorno	Medio	Factor		Mantenimiento				Cierre y abandono			
				M1	M2	M3	M4	CA1	CA2	CA3	CA4
				Mantenimiento de los equipos y maquinaria del COAT	Mantenimiento de los vehículos recolectores y de transferencia	Mantenimiento de las canaletas de lixiviados	Mantenimiento de los SSHH y equipos de emergencia	Desmontaje de infraestructuras, equipos y maquinaria	Recuperación del suelo	Manejo de escombros	Reforestación de áreas intervenidas
Físico	Aire	F1	Emisión de material particulado	-24	-24	-15		-26		-25	
		F2	Emisión de gases (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , COV <sub>s</sub> , CFC <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	-27	-21	-25	-24	-20			
		F3	Emisión de olores	-18	-16	-39	-17				
		F4	Emisión de humo o polvo	-24	-25			-33		-37	
		F5	Emisión de ruido (dB)	-29	-21			-30		-25	
	Suelo	F6	Textura						-18		-24
		F7	Metales pesados	-16	-19	-16	-20	-16			
		F8	HTP					-16			
		F9	Aceites y grasas	-19	-20		-20	-23			
		F10	Lixiviados								
		F11	Erosión								
		F12	Vibración					-20		-20	
Perceptual	F13	Impacto paisajístico					-36		-23		
Biótico	Fauna	F14	Proliferación de vectores			-35					
		F15	Modificación del hábitat natural								
	Flora	F16	Pérdida de cubierta vegetal								
Socio-económico	Social cultural económico	F17	Servicios						31	33	
		F18	Fuentes de empleo	39	33	36	37	39	37	40	57
		F19	Actividades comerciales						24	35	22
		F20	Calidad de vida					31	31		33
Salud Pública	Salud	F21	Enfermedades	-23		-20					
		F22	Accidentes	-22	-24	-17	-17	-20		-27	
		F23	Emergencias	-23	-24	-19	-21	-21		-31	

Elaborado por: Autores

## Sección G

### Registro Fotográfico



Anexo 1: Vehículos de transporte de los RDSU utilizados en diferentes cantones  
Elaborado por: Autores



**El Pan- Guachapala**



**Sevilla – El Pan**



**Entrada RESAN Paute**



**Relleno Paute**



**San Fernando – La Asunción**



**Zhidmad**

Anexo 2: Vías de transporte de los RDSU utilizadas en diferentes cantones  
Elaborado por: Autores



**Gualaceo**



**Chordeleg**



**El pan**



**Girón**



**Guachapala**



**Nabón**

Anexo 3: GADs municipales de los diferentes cantones  
Elaborado por: Autores



**San Fernando**



**Santa Isabel**

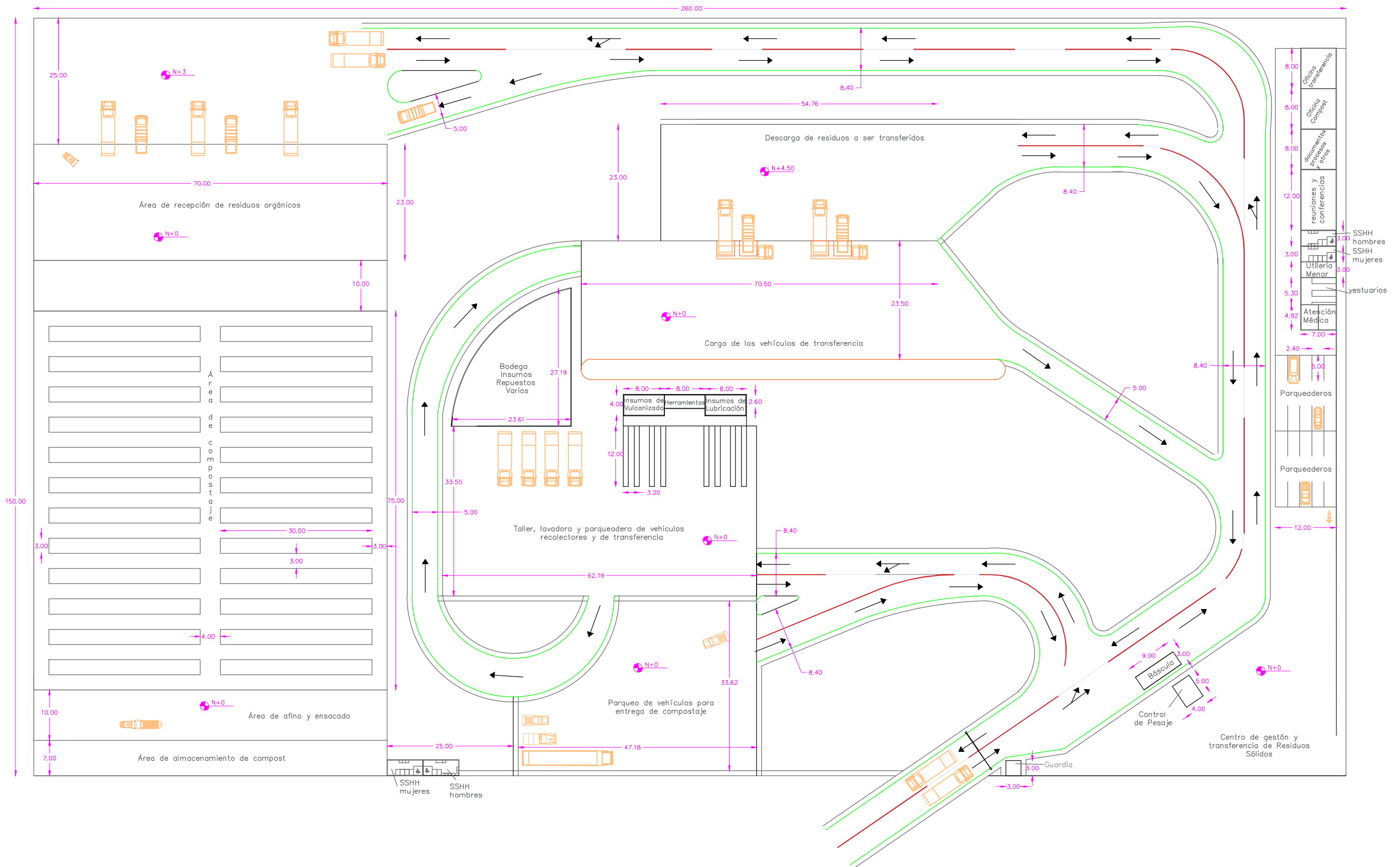


**Sevilla de Oro**



**Sígsig**

Anexo 3: GADs municipales de los diferentes cantones  
Elaborado por: Autores



ESCALA GRÁFICA:



PROYECTO:

Propuesta de sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la provincia del Azuay

AUTORES:

José Ricardo Guamán Aucapiña  
Jonathan Mesías Zuñiga Ruiz

ESCALA:

mm : m  
1 : 3/4

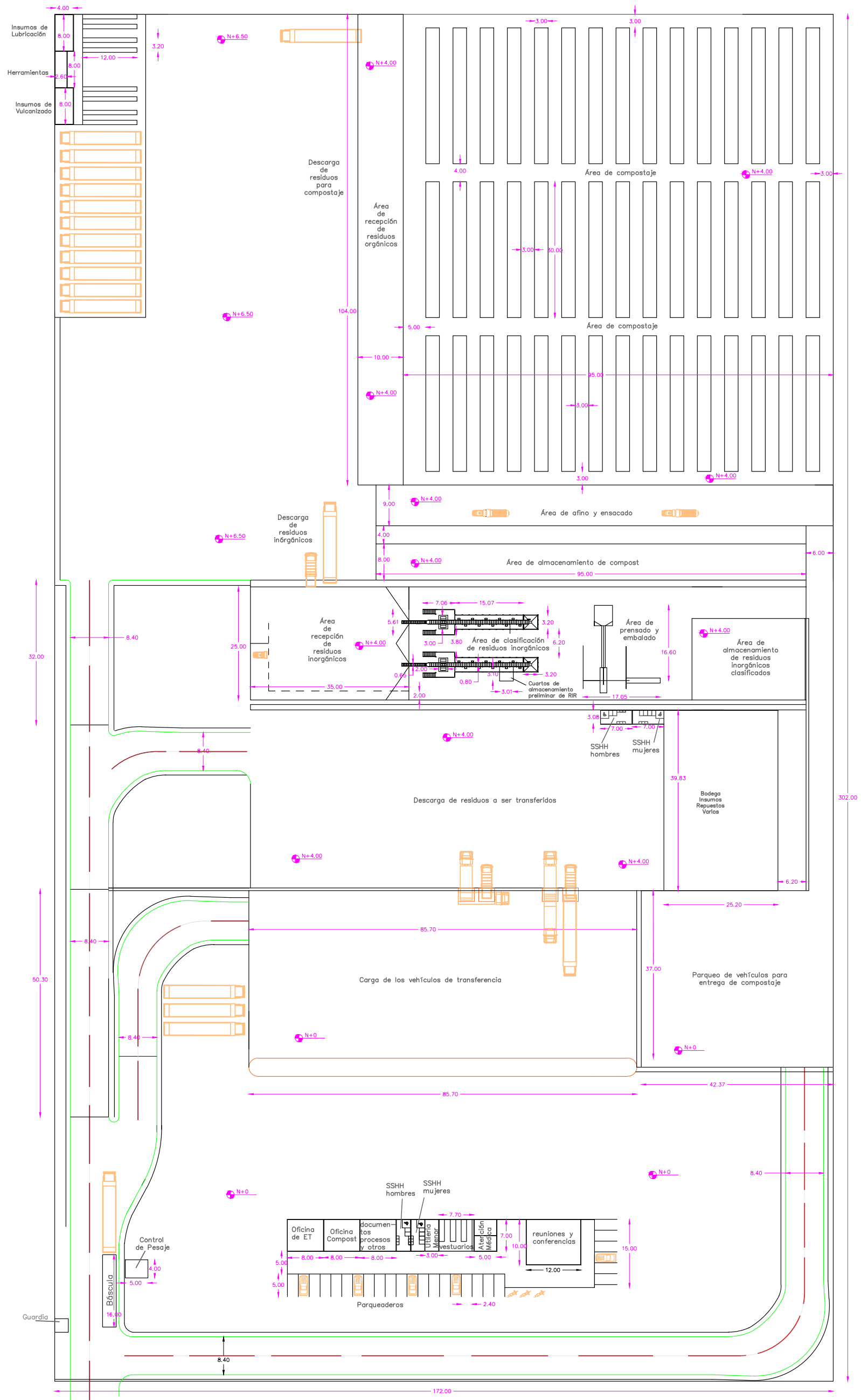
CONTIENE:

Complejo de aprovechamiento y transporte de residuos sólidos urbanos de los cantones de Sevilla de Oro, El Pan, Guachapala y Paute (COAT-SEGEPPA)

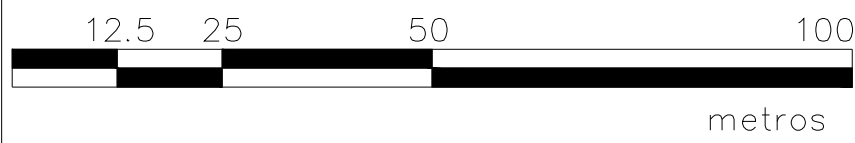



PLANO NO:

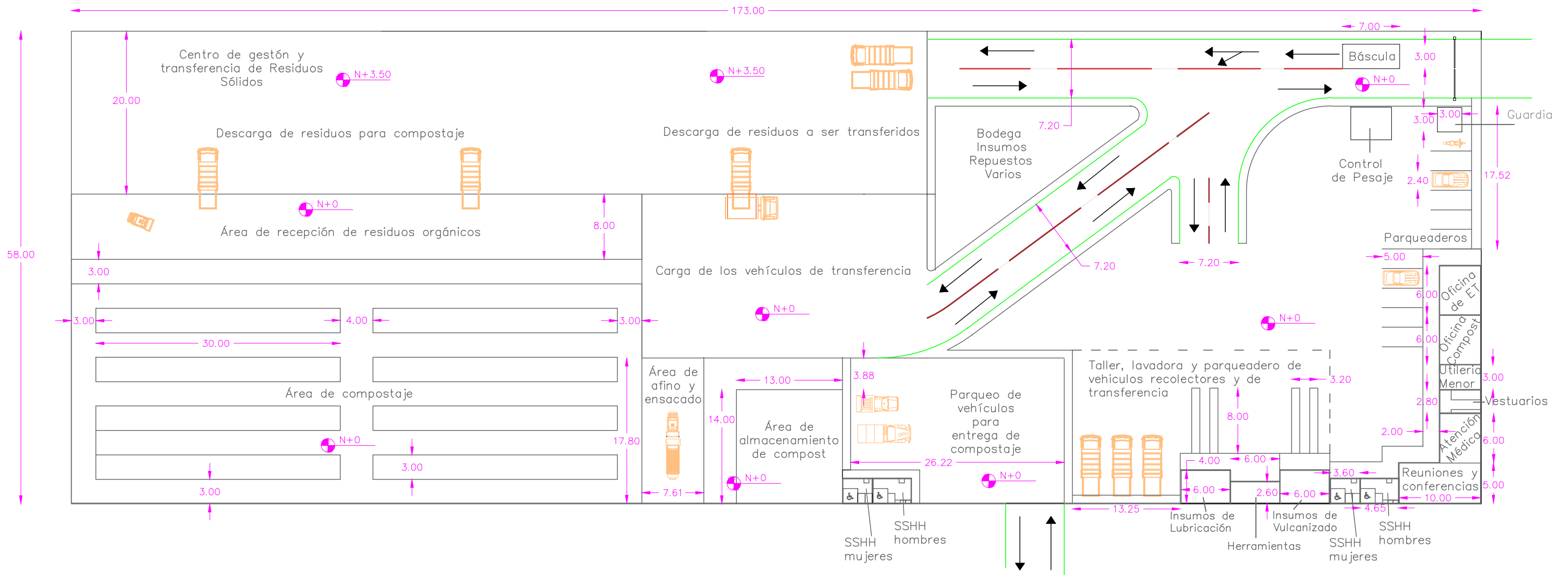
1 / 3



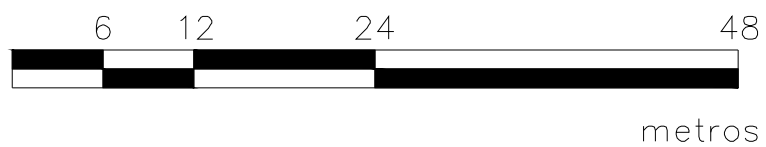
ESCALA GRÁFICA:



<b>PROYECTO:</b>	Propuesta de sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la provincia del Azuay		 <b>Universidad Católica de Cuenca</b>
	<b>AUTORES:</b>	José Ricardo Guamán Aucapiña Jonathan Mesías Zuñiga Ruiz	
<b>ESCALA:</b>	mm : m 1 : 1/2	<b>CONTIENE:</b>	<b>PLANO NO:</b>
		Complejo de aprovechamiento y transporte de residuos sólidos urbanos de los cantones de Sigüig, Chordeleg y Gualaaceo (COAT-SIGCHOGUA)	2 / 3



ESCALA GRÁFICA:



PROYECTO:

Propuesta de sistema de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la provincia del Azuay

AUTORES:

José Ricardo Guamán Aucapiña  
Jonathan Mesías Zuñiga Ruiz

ESCALA:

mm : m  
1 : 1/2

CONTIENE:

Complejo de aprovechamiento y transporte de residuos sólidos urbanos de los cantones de Oña y Nabón (COAT-ONA)




PLANO NO:

3 / 3

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, **José Ricardo Guamán Aucapiña y Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz**, portadores de las cédulas de ciudadanía N° 11045980-1 y N° 140066213-4, respectivamente. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Propuesta de Sistema de Transporte y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos para la Provincia del Azuay”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 29 de junio de 2020



F: .....  
**José Ricardo Guamán Aucapiña**  
1104592801



F: .....  
**Jonathan Mesías Zúñiga Ruiz**  
1400662134