

Universidad Católica de Santa María

**Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del
Ambiente**

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**“DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES
DE PODA DE LAS ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE ALTO SELVA ALEGRE –
2019”**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Cárdenas Vidal, Keyla Safira

Tejada Marín, Gustavo Alonso

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Mg. Ing. Cárdenas Pilco, Berly

Arequipa-Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 362038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

"DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DE RIBA DE LAS AGUAS VERDES DEL DISTRITO
DE ALTO SELVA ALBINO - 2019 "

Presentado por el (los) Bachiller (es):

KEYLA SARIRA CÁRDENAS VICAL

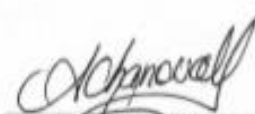
GUSTAVO ALONSO TEJADA MARÍN

Nuestro DICTAMEN es:

POSITIVO PARA LA SUSTENTACIÓN

OBSERVACIONES:

Arequipa, 27 de Noviembre 2019


DICTAMINADOR
Ing. Andrey Chano
Cód. 3196


DICTAMINADOR
Ing. María Elpidio Segura
Cód. 9205


DICTAMINADOR
Ing. Berly Edisson Cordero
Cód. 7724

Dedicatorias

A mi familia, mis padres, mi hermana y mis abuelos, quienes estuvieron para mí en los momentos más complicados y quiénes son y serán siempre un pilar importante que impulsa mi desarrollo profesional.

A mis mejores amigos, Melanie, Maybet, Flavia, Diego y Luis, con quienes compartí momentos inolvidables en toda la etapa universitaria y con quienes establecí lazos permanentes de confianza y amistad.

A mi Alma Mater, a sus profesores y estudiantes, por transmitir conocimiento, y generar en mí una persona capaz de enfrentar problemas buscando el desarrollo local y la sostenibilidad.

Keyla

A la joven escuela de Ingeniería Ambiental de nuestra universidad y a sus estudiantes, tenemos el deber de perseverar en nuestra lucha por el medio ambiente.

A todos mis amigos quienes estuvieron presentes en la formación profesional, por los buenos momentos y apoyo incondicional.

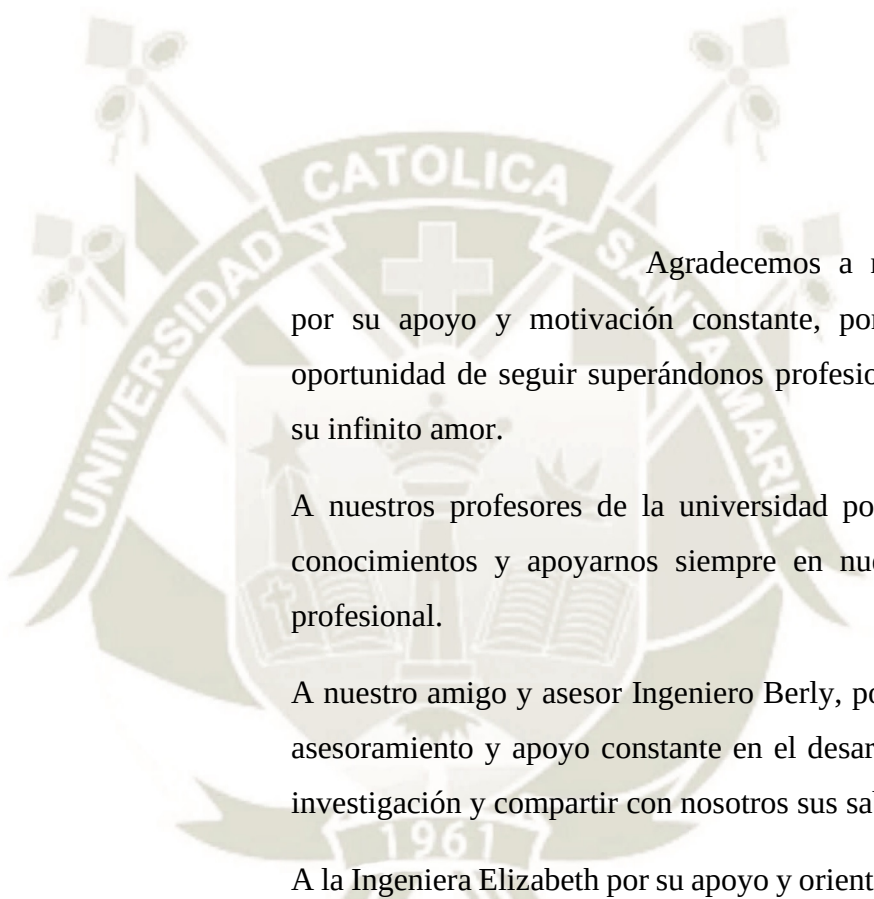
A mis padres y hermanos, por ser los pilares de mi vida.

A Franco, Iván y Jhonny, por ser mis amigos de siempre.

A mi hermano Jaime, por estar a mi lado en los momentos más agradables y divertidos de mi vida, así como en los momentos más duros.

Gustavo

Agradecimientos



Agradecemos a nuestros padres por su apoyo y motivación constante, por brindarnos la oportunidad de seguir superándonos profesionalmente y por su infinito amor.

A nuestros profesores de la universidad por compartir sus conocimientos y apoyarnos siempre en nuestro desarrollo profesional.

A nuestro amigo y asesor Ingeniero Berly, por brindarnos su asesoramiento y apoyo constante en el desarrollo de nuestra investigación y compartir con nosotros sus sabios consejos.

A la Ingeniera Elizabeth por su apoyo y orientación constante.

A la Ingeniera Andrea por sus valiosos conocimientos y comprensión.

A la Licenciada Kelly Villafuerte por su confianza al darnos la oportunidad de realizar esta tesis en la municipalidad de Alto Selva Alegre y su apoyo en nuestro desarrollo profesional.

RESUMEN

Los residuos de poda son uno de los principales restos generados a partir de la actividad de mantenimiento de áreas verdes de los distritos, que por sus características pueden ser aprovechados por distintas técnicas de valorización, sin embargo, debido a que no existe un adecuado manejo ni ningún tipo de práctica que fomenten el aprovechamiento de los residuos y en su lugar se opta por su disposición en el botadero Quebrada Honda, en torrenteras y muchas veces son incinerados clandestinamente, estos se han convertido en un problema para el medio ambiente. En este estudio se analizaron los residuos provenientes de la actividad de poda del distrito de Alto Selva Alegre de Arequipa, determinando que se generan un total de 26.17 ton/mes y 314.05 ton/año de este tipo a partir de las 109 fuentes de generación que conforman un total de 187448.4 m². A su vez, se identificaron y evaluaron los impactos ambientales que se originan por el actual sistema de disposición que sigue la municipalidad. Luego se realizó la evaluación de diferentes alternativas de valorización, bajo una serie de criterios, que pueden solucionar este tipo de residuos buscando su aprovechamiento, las cuales fueron Biogás, Pellets, Biochar y Compostaje, resultando esta última la mejor alternativa para aprovechar los residuos de poda en la municipalidad y que además logra mitigar los impactos significativos encontrados. Mientras que para la identificación y evaluación de datos se utilizó el método de Conesa simplificado. Para la determinación de la mejor alternativa se utilizó la matriz de Pugh bajo diferentes criterios establecidos por los autores de esta tesis.

Finalmente, se propuso un plan de valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales provenientes de la actividad poda del distrito, basado principalmente en la elaboración de compost, para lo que se plantea la creación de una planta de compostaje.

Palabras clave: Residuos de poda, valorización, compostaje, plan de valorización.

ABSTRACT

Pruning waste is one of the main remains generated from the maintenance activity of green areas of the districts, which due to their characteristics can be used by different recovery techniques, however, because there is no adequate management or No type of practice that encourages the use of waste and instead opts for its disposal in the Quebrada Honda dump, in streams and are often clandestinely incinerated, these have become a problem for the environment. In this study, waste from pruning activity in the Alto Selva Alegre district of Arequipa was analyzed, determining that a total of 26.17 tons / month and 314.05 tons / year of this type are generated from the 109 generation sources that make up a total of 187448.4 m². In turn, the environmental impacts that originate from the current disposal system that the municipality follows were identified and evaluated. Then the evaluation of different valuation alternatives was carried out, under a series of criteria, that can solve this type of waste seeking its use, which were Biogas, Pellets, Biochar and Composting, the latter being the best alternative to take advantage of waste from pruning in the municipality and that also mitigates the significant impacts found While the simplified Conesa method was used to identify and evaluate data. For the determination of the best alternative, the Pugh matrix was used under different criteria established by the authors of this thesis.

Finally, a plan for the valuation of municipal organic solid waste from the pruning activity of the district was proposed, based mainly on compost production, for which the creation of a composting plant is proposed.

Keywords: Pruning waste, recovery, composting, recovery plan.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Ministerio del Ambiente ha propuesto el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con el objetivo de mejorar la gestión y apuntando a una economía circular que disminuya los impactos ambientales y a la vez brinde un bien o servicio.

La presente investigación busca la determinación de alternativas para ejercer una valorización de residuos sólidos orgánicos extraídos de las actividades de poda en la municipalidad distrital de Alto Selva Alegre. La valorización se puede definir como un proceso de reciclaje otorgando un valor al residuo, esta valorización puede ser másica o energética presentando una gran cantidad de alternativas para lograrla.

La característica principal de las alternativas de valorización es que pueden convertir a los residuos generados por las actividades de poda en productos que poseen un valor y pueden generar un beneficio eliminando los impactos ambientales que se generan en la disposición final de los residuos.

La inadecuada disposición final de residuos puede generar impactos ambientales significativos, por lo que se considera una problemática local por la gran cantidad de restos de poda.

Se desea diferenciar y contrastar cuatro alternativas de valorización (compostaje, biogás, biochar, pellets) y determinar cuál de estas alternativas es la más adecuada para ser ejercida en la municipalidad distrital de Alto Selva Alegre considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.

La finalidad de esta investigación es proponer una alternativa de valorización que sea acorde a la realidad de la municipalidad distrital y que pueda ser empleada como una herramienta de gestión de estos residuos y a partir de esta diseñar un plan de valorización basado en la mejor alternativa.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCIÓN	VI
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
 CAPÍTULO I.....	 1
1. GENERALIDADES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivo Específico.....	4
1.6. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	6
 CAPÍTULO II	 7
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.1.3. Antecedentes Locales.....	12
2.2. MARCO TEÓRICO	14
2.2.1. Residuos Sólidos.....	14
2.2.1.1. Clasificación de Residuos Sólidos	14
2.2.1.2. Residuos Sólidos Orgánicos.....	15
2.2.1.3. Residuos Sólidos Municipales	18
2.2.2. Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos.....	18
2.2.2.1. Compostaje.....	19
2.2.2.2. Biochar	21
2.2.2.3. Pellets	22
2.2.2.4. Biogás.....	22
2.2.3. Impacto Ambiental.....	23
2.2.3.1. Impactos Ambientales de los Residuos Sólidos Orgánicos	25
2.2.3.2. Mitigación de Impactos	26
2.2.4. Evaluación de Alternativas	27
2.3. MARCO LEGAL	28

CAPÍTULO III.....	32
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN	32
3.2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN Y UBICACIÓN ESPACIAL	32
3.3. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO	32
3.3.1. Población.....	32
3.3.2. Muestra	32
3.3.3. Muestreo	33
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.4.1. Observación Directa.....	33
3.4.2. Ficha de recolección de datos	33
3.4.3. Análisis Documental	33
3.5. MATERIALES Y EQUIPOS	34
3.5.1. Materiales Biológico.....	34
3.5.2. Materiales.....	34
3.5.3. Equipos	34
3.5.4. Herramientas Informáticas.....	34
3.6. DISEÑO MÉTODOLOGICO	35
3.6.1. FASE I: Identificación de la situación actual	35
3.6.1.1. Análisis del entorno físico.....	35
3.6.1.2. Análisis Climatológico.....	35
3.6.1.3. Análisis de la situación institucional.....	36
3.6.1.3.1. Aspecto Normativo.....	36
3.6.1.3.2. Organización interna.....	36
3.6.1.4. Análisis de aspectos técnicos operativos.....	36
3.6.1.4.1. Estudio de caracterización	36
3.6.1.4.2. Información sobre operaciones de limpieza pública	36
3.6.2. FASE II: Identificación y calificación de impactos.....	37
3.6.2.1. Matriz de Conesa.....	38
3.6.3. FASE III: Determinación de alternativa de valorización y propuesta del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos	46
3.6.3.1. Formulación de objetivos	46
3.6.3.2. Determinación de alternativa	47
3.6.3.3. Plan de acción.....	48
CAPÍTULO IV.....	49
4. RESULTADOS	49
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1.1. Fase I: Identificación de la situación actual	49
4.1.1.1. Análisis del entorno físico.....	49

4.1.1.1.1. Aspectos geográficos y políticos	49
4.1.1.1.2. Análisis Climatológico	53
4.1.1.2. Análisis de la situación institucional	53
4.1.1.2.1. Aspecto Normativo	53
4.1.1.2.2. Organización Interna	54
4.1.1.3. Análisis de aspectos técnicos operativos.....	57
4.1.1.3.1. Información sobre generación de residuos	57
4.1.1.3.2. Información sobre composición de los residuos.....	66
4.1.1.3.3. Información sobre operaciones de limpieza pública	67
4.1.2. Fase II: Identificación y calificación de impactos.	69
4.1.2.1. Identificación de las actividades que pueden causar impactos.	69
4.1.2.2. Identificación de componentes ambientales susceptibles a ser impactados...71	
4.1.2.3. Matriz de importancia del impacto.....	73
4.1.2.4. Descripción de impactos potenciales.	76
4.1.3. Fase III: Determinación de alternativa de valorización y propuesta del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos	81
4.1.3.1. Determinación de alternativas.....	81
4.1.3.1.1. Selección de criterios.....	81
4.1.3.1.2. Análisis de Alternativas.....	84
4.1.3.1.3. Matriz de Pugh.....	96
4.1.3.2. Plan de acción.....	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA.....	108
APÉNDICE.....	113
APÉNDICE I: PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES	113
ANEXOS.....	113
ANEXO 1: LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE RESIDUOS DE PODA.....	158
ANEXO 2: RESULTADOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE PODAS.....	162
ANEXO 3: COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR ACTIVIDADES DE PODA	167
ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE RESPONSABLE DE GESTIÓN AMBIENTAL	168
ANEXO 5: CONSTANCIAS DE LA PARTICIPACIÓN EN LA MUNICIPALIDAD DE ALTO SELVA ALEGRE.....	176

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	LOCALIZACIÓN DEL DISTRITO DE ASA.....	50
FIGURA 2:	LOCALIZACIÓN DEL ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE ASA.....	52
FIGURA 3:	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE PODA DE ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE ASA.....	58



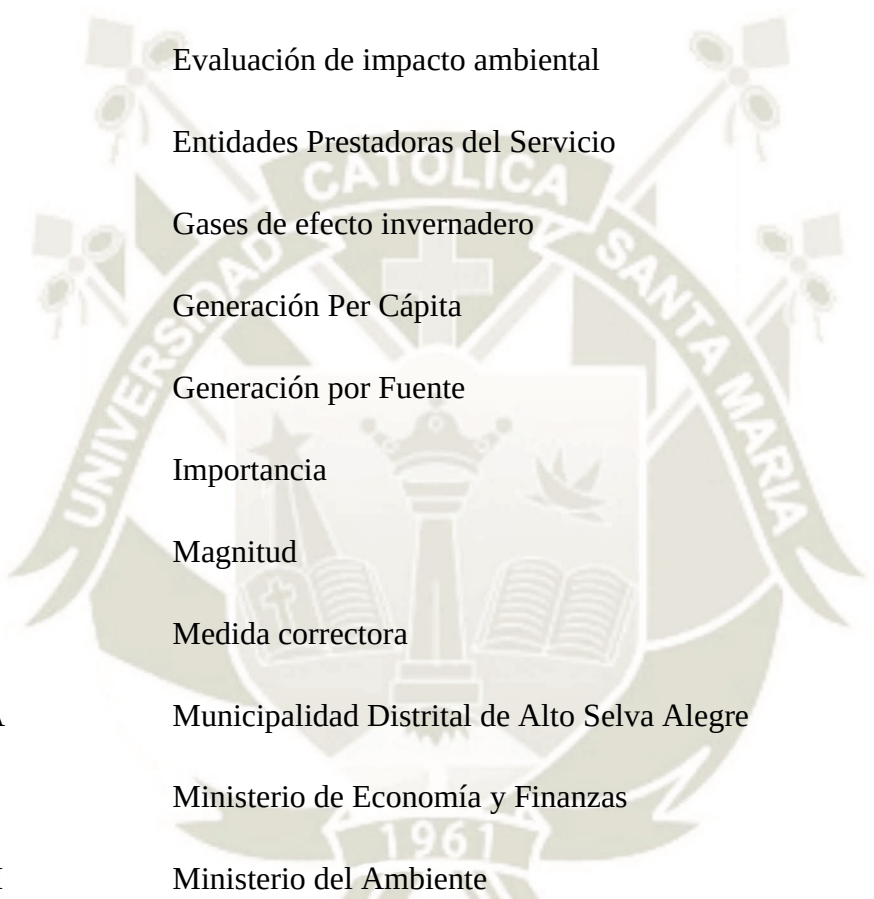
ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1:	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL MÉTODO CONESA SIMPLIFICADO.....	39
TABLA 2:	VALORES DE CADA CRITERIO DE EVALUACIÓN.	42
TABLA 3:	RANGOS DE IMPORTANCIA.	43
TABLA 4:	MATRIZ DE DETERMINACIÓN DE IMPORTANCIA.	44
TABLA 5:	MATRIZ DE PUGH.	48
TABLA 6:	RESULTADOS DE PROYECCIÓN DE GENERACIÓN PER CÁPITA PARA ÁREAS VERDES	66
TABLA 7:	RELACIÓN C/N DE LOS RESIDUOS DE PODA.....	67
TABLA 8:	RESUMEN DE RESULTADOS DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.	69
TABLA 9:	ACTIVIDADES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTO.....	70
TABLA 10:	COMPONENTES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES A SER IMPACTADOS.	72
TABLA 11:	MATRIZ DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO EN LA ACTIVIDAD DE ACOPIO EN LA FUENTE DE GENERACIÓN	73
TABLA 12:	MATRIZ DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO EN LA ACTIVIDAD DE LIMPIEZA DE RESIDUOS OCASIONADOS POR LA PODA.....	74
TABLA 13:	MATRIZ DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO EN LA ACTIVIDAD DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS DE PODA	74
TABLA 14:	MATRIZ DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO EN LA ACTIVIDAD DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE ACTIVIDAD DE PODA	75
TABLA 15:	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES EN LA ACTIVIDAD DE ACOPIO EN LA FUENTE DE GENERACIÓN	76
TABLA 16:	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES EN LA ACTIVIDAD DE LIMPIEZA DE RESIDUOS OCASIONADOS POR LA PODA.....	77
TABLA 17:	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES EN LA ACTIVIDAD DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS DE PODA.....	78
TABLA 18:	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES EN LA ACTIVIDAD DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE ACTIVIDAD DE PODA	79
TABLA 19:	DETERMINACIÓN DE LA ALTERNATIVA (MATRIZ DE PUGH).....	97
TABLA 20:	SIGNIFICADO DE LOS VALORES EN LA MATRIZ DE PUGH.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICA 1:	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	15
GRÁFICA 2:	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS SEGÚN SU GENERACIÓN.	16
GRÁFICA 3:	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS SEGÚN SU NATURALEZA.	17
GRÁFICA 4:	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE IMPACTO AMBIENTAL	24
GRÁFICA 5:	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA MEDIDA CORRECTORA	27
GRÁFICA 6:	ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ALTO SELVA ALEGRE 2019	56
GRÁFICA 7:	NÚMERO DE ÁREAS VERDES POR ZONA.....	59
GRÁFICA 8:	GENERACIÓN DE RESTOS DE PODA EN LA ZONA ALTA	60
GRÁFICA 9:	GENERACIÓN DE RESTOS DE PODA EN LA ZONA MEDIA	61
GRÁFICA 10:	GENERACIÓN DE RESTOS DE PODA EN LA ZONA BAJA	62
GRÁFICA 11:	GENERACIÓN DE RESTOS DE PODA EN LA ZONA INDEPENDENCIA.....	63
GRÁFICA 12:	GENERACIÓN DE RESTOS DE PODA EN LA ZONA POLANCO	64
GRÁFICA 13:	GENERACIÓN PROMEDIO (KG) POR CADA SECTOR O ZONA.	65
GRÁFICA 14:	COMPOSICIÓN FÍSICA DE ÁREAS VERDES	66
GRÁFICA 15:	SUMA DE VALORES DE MATRIZ DE PUGH DE CADA ALTERNATIVA	99

LISTA DE ABREVIATURAS



ASA	Alto Selva Alegre
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CO ₂	Dióxido de carbono
EIA	Evaluación de impacto ambiental
EPS	Entidades Prestadoras del Servicio
GEI	Gases de efecto invernadero
GPC	Generación Per Cápita
GPF	Generación por Fuente
I	Importancia
M	Magnitud
MC	Medida correctora
MDASA	Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	Ministerio del Ambiente
ROF	Reglamento de Organización y Funciones
RSO	Residuos Sólidos Orgánicos
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática ambiental en el mundo posee una mayor significancia en los últimos años, debido a la búsqueda de la sostenibilidad y cuidado a la naturaleza, evidentemente este problema muestra un impacto directo que se relaciona con la generación de residuos sólidos.

Los residuos sólidos son una de las mayores dificultades que hoy el mundo enfrenta, ya que existe una estrecha correlación entre el crecimiento urbano e industrial con la generación de los desechos, de igual manera este problema amenaza con empeorar como consecuencia del crecimiento demográfico, consumismo y aumento de los niveles de vida. Asimismo, se adiciona que hay 2.000 millones de personas sin acceso a sistemas de gestión de desechos sólidos según lo afirma el informe ejecutivo “Hacia un planeta sin contaminación” presentado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en el año 2017 (PNUMA, 2017).

El Perú no es un país ajeno a este problema, y más aún cuando recordamos que nuestra nación está en vías de desarrollo, de esta manera el informe PLANRES 2016-2024 del Ministerio del Ambiente, muestra que generamos un total de 7 497 482 t/año de residuos sólidos urbanos municipales y que el 53.16% de ellos fueron materia orgánica (MINAM, 2016).

La problemática ambiental relacionada con los residuos sólidos orgánicos (RSO) genera importantes impactos ambientales que afecta directamente a la salud de las personas y a los cuerpos ambientales receptores de los desechos. Los recursos hídricos se ven afectados por la acidificación de aguas y la eliminación de oxígeno disuelto. El recurso atmosférico es impactado por la generación de gases de efecto invernadero como el metano y dióxido de carbono, de igual manera la contaminación del suelo se evidencia por la falta de productividad y desertificación (MINAM, 2017).

1.2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Actualmente las municipalidades distritales son encargadas del tratamiento de residuos sólidos (Ley N° 27972, 2003). En el distrito de Alto Selva Alegre existe un programa de reciclaje para los residuos inorgánicos a cargo de entidades prestadoras del servicio (EPS) sin embargo los RSO no son aprovechados y estos representan una fracción significativa de la cantidad de desechos generados.

Considerando que una de las mayores fuentes generadoras de estos desperdicios son las áreas verdes, las cuales arrojan 0.0046 kg m²/d (Municipalidad de ASA, 2017), resaltando que el distrito posee 187 439.35 m² de áreas verdes se puede determinar la gran cantidad de residuos orgánicos que no reciben ningún tratamiento, y que son llevados directamente en forma inadecuada a los diversos botaderos en el ámbito urbano y rural (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Frente a estas cifras en la provincia de Arequipa no existe un sistema de reutilización continuo, insertado en un sistema de economía circular que asegure una demanda. Por ende, las municipalidades prescinden de planificar el aprovechamiento de residuos orgánicos de jardines y restos de poda (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

La enorme cantidad de residuos sólidos orgánicos que se generan en las áreas verdes de ASA y de muchos otros distritos no son dispuestos correctamente incumpliendo el D.L 1278 donde exhorta a las municipalidades a priorizar la valorización de los residuos orgánicos de poda y mercados municipales.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo poder determinar una alternativa de valorización que pueda ser aplicada en el distrito de Alto Selva Alegre considerando sus limitaciones en la gestión municipal?

1.4. JUSTIFICACIÓN

En el distrito de Alto Selva Alegre es necesario plantear un sistema de valorización como alternativa de manejo sostenible de los residuos sólidos orgánicos municipales que minimicen los impactos ambientales generados por la inexistente gestión de la fracción orgánica de los residuos de áreas verdes, y de esta manera aportar elementos para una mejor gestión ambiental creando la capacidad de los actores involucrados para la utilización de la valorización y del reciclaje que llevan a una conciencia ambiental y contribuya con la gestión de residuos orgánicos propuesta para el distrito.

El tratamiento de los residuos orgánicos conlleva a la búsqueda de alternativas para su valorización y minimización de las alteraciones causadas en el ambiente, también el determinar y proponer alternativas de gestión basadas en el aprovechamiento de RSO podría significar un ingreso o ahorro económico.

La formulación del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos en la municipalidad distrital de ASA conlleva a la determinación y calificación de efectos ambientales para demostrar que las técnicas de reaprovechamiento como alternativas de valorización de los residuos sólidos orgánicos contribuirán a la minimización de impactos ambientales.

El desarrollo de esta investigación en ingeniería ambiental juega un papel importante gracias al carácter interdisciplinario que permite conocer las alteraciones en los sistemas ambientales y además proporcionar alternativas de valorización que disminuyan los impactos ambientales por ende mejorar la calidad de vida dentro del distrito.

1.5.OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

- Determinar la alternativa más optimada para la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales generados por las actividades de poda de las áreas verdes del distrito de Alto Selva Alegre.

1.5.2. Objetivo Específico

- Identificar la situación y manejo actual de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda de las áreas verdes del distrito.
- Identificar y calificar los impactos ambientales que generan los residuos sólidos orgánicos provenientes de áreas verdes en el distrito de ASA.
- Evaluar las diferentes alternativas de valorización y reconocer la más óptima para el desarrollo en el ámbito municipal.
- Proponer y diseñar un plan de gestión basado en la valorización de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda como medida de mitigación de impactos.

1.6. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La determinación de alternativas de valorización de los residuos sólidos orgánicos provenientes de las actividades de poda de la municipalidad del distrito de Alto Selva Alegre pretende analizar y escoger alguna de las alternativas que asegure el cumplimiento de indicadores ambientales, económicos y de sostenibilidad, y en base a esta desarrollar un plan de aprovechamiento de los RSO por lo que se tomará en consideración todas las áreas verdes del distrito, demostrando así la opción más óptima para valorizar de manera apropiada. Además, a través de la identificación y calificación de impactos se propone la formulación del plan como herramienta de gestión de los RSO para la mitigación de impactos ambientales.



1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Es preciso señalar la presencia de distintos factores limitantes en el ejercicio de esta investigación que no son posibles de controlar en ninguna de las etapas de elaboración.

Un factor limitante que acompaña el proceso en el desarrollo de la identificación y calificación cualitativa de impactos ambientales es el no contar con un equipo multidisciplinario que ofrezca experiencia en la elaboración de la evaluación de impacto ambiental.

Finalmente podemos destacar que la propuesta elaborada será ventajosa o negativa dependiendo de la disposición que aplique el gobierno distrital.



CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En nuestra indagación hemos logrado observar que en la mayoría de casos alrededor del mundo se usan como métodos de tratamientos al compostaje y biogás para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. Tal es el caso del gobierno de San Francisco, ciudad de California (Estados Unidos) muy conocida por su actividad ambiental, en el 2002 apostó por un sistema de recogido de tres flujos: reciclables, compostables y resto. Además, se aprobaron una serie de ordenanzas y medidas en coherencia con este sistema, como el reemplazo de envases de plásticos por un material compostable, se impuso la segregación selectiva obligatoria de estos tres flujos, se aplicó el principio conocido como “El que contamina paga” aplicando sanciones a los no cumplidores, se fomentó el compostaje doméstico a través de la formación, se incentivó a los agricultores a la creación y uso de compostaje, entre otras medidas. En lo que respecta a los residuos sólidos orgánicos, se montó una red de plantas de compostaje para la materia orgánica y compostable y una planta de digestión. El resultado de todo ha sido reducir las 900000 toneladas anuales de residuos a vertederos a 400000 toneladas (Horrach, 2018).

Debemos de saber que existe un claro contraste entre los países de mayores y menores ingresos económicos, de tal manera que existe una gran diferencia en la composición de sus residuos sólidos. Los países de ingresos altos tienen una composición de residuos sólidos orgánicos menor al 30% mientras que los de bajos ingresos es mayor al 50%, esto debido básicamente a la gran industrialización de los países más desarrollados (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

En la universidad nacional de Colombia Sede en Palmira, se desarrolló una investigación titulada “Residuos de poda, fuente potencial de energía renovable”, donde un grupo de investigadores afirma que la disposición de los residuos de la poda del pasto que se generan en los diferentes lugares que cuentan con amplias zonas verdes, se ha convertido en una considerable problemática ambiental debido a la naturaleza orgánica de estos materiales, su forma de manejo actual constituye un alto riesgo para

el ambiente, ya que al estar a la intemperie se dan los procesos naturales de descomposición, generándose lixiviados y gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), entre otros (Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 2013).

Frente a esta afirmación se propuso la aplicación de la digestión anaerobia como alternativa de disposición y aprovechamiento, con el objetivo de beneficiar el desempeño ambiental de la sede. Para su desarrollo se tomó muestras de los residuos de poda del campus, posterior a ello se desarrolló un análisis de laboratorio arrojando lo siguiente, el equipo de investigación determinó que el potencial de producción de biogás para los residuos de poda del campus es de 354 litros de biogás por kilogramo de residuo (Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 2013).

Aunque para la producción de energía a partir de estos residuos se necesitan tecnologías sofisticadas, las investigadoras aseguran que este es un buen comienzo para que los gobernantes piensen en aprovecharlos y obtener ganancias importantes que benefician el ambiente y la economía.

También es de consideración el estudio de “Generación de pellets y compost a partir de residuos agrícolas” desarrollado en la ciudad de Valparaíso Chile donde se muestra una alternativa diferente de valorización. Se presenta un levantamiento de información en La Feria, donde se concluye que hay cerca de 900 (ton/semana) de productos, tales como frutas, vegetales y semillas, y se generan aproximadamente 28 [ton/semana] de residuos agrícolas, también se extrae datos de las propiedades fisicoquímicas de los residuos (Soto Rojas, 2017).

A partir de los datos obtenidos y de una evaluación económica se opta por la tecnología de densificación de biomasa como lo es el peletizado, en donde se obtienen pellets como productos aumentando el poder calorífico de estos residuos agrícolas y obteniendo un potencial energético considerable. Para el aprovechamiento energético de este tipo de biomasa, se debe tener un proceso de secado eficiente, por lo que se opta por la utilización de la tecnología de Techo Solar Activo, en donde se aprovecha la energía solar para aumentar la temperatura del aire de secado y así, poder secar estos residuos agrícolas vegetales y disminuir la humedad desde un 85% hasta un 15%, que es lo ideal para el proceso de peletizado (Soto Rojas, 2017).

Una de las limitaciones que se presentan es el costo de la planta de peletizado la cual radican en los costos de Inversión, compuesto principalmente por el costo de la

infraestructura (construcción de galpón e instalación de Techo solar activo), costo de obras civiles y equipos, los que suman un costo total de 19.624 (UF) (Soto Rojas, 2017). Uno de los estudios de mayor interés, dado el carácter de nuestra tesis, es el “Plan de manejo ambiental de residuos sólidos orgánicos en las veredas Anganoy y San Juan de Anganoy corregimiento de Mapachico municipio de Pasto” (Benavides García & Josa Rojas, 2015) cuyo proceso metodológico involucra tres fases, la primera consiste en elaborar el diagnóstico físico natural y socioeconómico del corregimiento para determinar su estado actual, en la segunda fase se identificaron, calificaron y jerarquizaron los impactos ambientales que generan los RSO a través de la matriz de Leopold modificada, matriz de análisis estructural y matriz de impacto Conesa, finalmente hicieron una prospectiva comunitaria desde la visión de los diferentes actores sociales para proponer medidas de manera conjunta.

Por su parte, Vallejo Ocampo (2016) realizó un análisis del impacto ambiental de la gestión de residuos sólidos del municipio de Caldas en botaderos, donde el más común de todos los impactos es la proliferación de olores desagradables y la aparición de insectos, roedores y gallinazos. El autor también destaca la contaminación atmosférica producida por la quema al aire libre de los residuos.

Es de conocimiento que cada municipalidad presenta distintas oportunidades y falencias por lo que para lograr una implementación de un plan de valorización es necesario seleccionar una alternativa que cumpla con la valorización considerando las limitaciones que posee la municipalidad. Según Meza Medina (2017) en su investigación para obtener el título de ingeniero electrónico utilizó la Matriz de Pugh para establecer criterios y seleccionar la localización sostenible de una planta de biodiésel a partir del aceite vegetal de desecho en un entorno urbano. En su investigación propone ocho criterios desarrollándolos cada uno gracias a herramientas de ubicación espacial, califica cada modulo frente a cada criterio concluyendo que la opción más factible para construir la planta de biodiésel es el Módulo 12, pues obtuvo 10 puntos de un total de 12 posibles en los criterios asignados con su respectiva ponderación para la evaluación. El Módulo 12 es el que manifiesta las mejores condiciones en lo que respecta a accesibilidad de transporte y eficiencia de operación. Si bien la densidad de restaurantes no es la más alta de las obtenidas, es el que presenta mejores condiciones generales para la construcción de planta.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Dado que Perú genera más de 7000000 ton/año de residuos sólidos urbanos municipales y que de estos el 53.16% pertenecen a RSO (MINAM, 2016), el MINAM ha decidido, como parte de las metas para el 2021 por el bicentenario del Perú, mediante la publicación del PLANAA 2011-2021 que muestran un conjunto de distintas metas relacionadas a problemas sociales y ambientales en nuestro país, entre los cuales la meta 2 abarca el tema de residuos sólidos, donde se menciona: “La gestión integrada de residuos sólidos aún es un tema pendiente en la agenda de las autoridades municipales” (MINAM, 2011). En este documento se revela que en los últimos 10 años la generación per cápita de residuos creció en un 40% y que para el año 2009 la conformación de residuos sólidos estaba predominada por RSO en 48.2%, muestra además que, de la cantidad total de residuos actualmente dispuestos en rellenos sanitarios, el 99% corresponde a Lima y Callao mientras que el 1% al resto del país.

El PLANAA 2011-2021 establece la meta para residuos sólidos al 2021: “100% de residuos sólidos del ámbito municipal son manejados, reaprovechados y dispuestos adecuadamente”.

Esta meta, los puntos más relevantes para nuestra labor son el 2.1: “Asegurar el tratamiento y disposición final adecuados, de los residuos sólidos del ámbito municipal” y 2.2: “Minimizar la generación, mejorar la segregación, recolección selectiva y reciclaje de residuos sólidos del ámbito municipal”, el primero señala que hacia el 2017 el 70% y al 2021 el 100% de nuestros residuos sólidos no reutilizables son tratados y dispuestos adecuadamente, mientras que el segundo que para el 2017 el 60% de los residuos sólidos reutilizables son reciclados y para el 2021 el 100%.

Bajo este marco se publicó la “Guía para el cumplimiento de la meta 21- Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales” (MINAM & MEF, 2018) que va dirigido a las municipalidades provinciales y distritales del país para la mejora de la gestión ambiental, esta establece las pautas y procedimientos a seguir por las municipalidades para el correcto cumplimiento de la meta al 2021.

En el Perú sólo algunas municipalidades cuentan con un plan de valorización de RSO, hasta el 2016, en Lima solo dos consejos municipales contaban con plantas de valorización: San Borja (desde el 2009) y San Isidro (desde el 2012) que procesan hasta 392 toneladas de RSO al mes, de manera tal que su producción bordea las 3 toneladas

de compost al mes usados en viveros y áreas verdes teniendo un ahorro de hasta S/10000 al año en fertilizantes (Sandoval DelÁguila, 2016), un nuevo ejemplo de ello es la municipalidad del distrito de San Martín de Porres en Lima, que enfoca en el tratamiento de los RSO producidos en áreas verdes, mercados municipales y algunas instituciones educativas a través del compostaje, las últimas recibirán a modo de donación parte del excedente de la producción de materia orgánica valorizada con el fin de incentivar las iniciativas locales en materia de promoción ambiental cuyo objetivo es tratar hasta 3 toneladas de compost cada mes (Municipalidad Distrital de San Martín de Porres, 2018).

La investigación elaborada por Llave Chacca (2018) demuestra el potencial de los residuos orgánicos municipales para ser sometidos a procesos de compostaje a partir de la caracterización de los residuos del distrito de Yauri en donde también se determinó cantidades y composición.

Frente a estos resultados el autor propone el dimensionamiento de una cancha de composteo de 6 hectáreas, la cual lograra procesar estos residuos para su posterior valorización.

Recientemente se aprobó la publicación de la “Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos” (MINAM, 2019) donde se detalla la estructura para el desarrollo de actividades para la gestión de residuos sólidos en general, sin embargo, es de gran utilidad para nuestros propósitos dado que en esta guía existe la posibilidad de dar un enfoque exclusivo a un solo tipo de residuos y desarrollar un plan a través del estudio de diferentes alternativas.

Esta guía tiene como finalidad (MINAM, 2019):

- Prevenir o minimizar la generación de residuos sólidos en origen.
- Recuperar y valorizar los residuos sólidos generados.
- Realizar una disposición final ambientalmente adecuada de los residuos sólidos que no lograron ser valorizados.

Esta estructura presentada por la guía es un instrumento de planificación que permite realizar un diagnóstico de diferentes factores relevantes para el desarrollo de acciones de manejo para luego priorizar la solución de los problemas más significativos a través de diferentes alternativas que serán evaluadas desde el punto de vista técnico – financiero, social, institucional, legal y ambiental. La guía enfatiza en dejar atrás el

enfoque lineal tradicional y cambiarlo por uno moderno, que es el concepto de economía circular adaptable a las municipalidades.

2.1.3. Antecedentes Locales

El “Plan de integral de gestión ambiental de residuos sólidos (PIGARS) de la provincia de Arequipa 2017 – 2028” (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017) menciona que se producen 709.46 t/día de residuos sólidos municipales en nuestra provincia de los cuales la materia orgánica conforma el 55.1% del total, afirma también que en toda la ciudad existen pocas iniciativas permanentes para la generación de compost, humus y otros subproductos cuando para fines de reaprovechamiento (75% de residuos sólidos totales) existen 58.74% de residuos orgánicos en el ámbito urbano.

Tiene entre sus objetivos más relevantes para nuestros fines el objetivo V: “Promover la valorización de residuos sólidos a través de la segregación en fuente, compostaje acopio y tratamiento de RAEE y promoción de empleos verdes” que medirá la elaboración de compost a través del número de municipalidades que compostan y las toneladas de compost que se producen.

En el mismo documento se alude que en nuestra provincia se ha implementado el “Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva” en 17 municipalidades las cuales pueden acceder al plan de incentivos planteado por el MINAM y MEF.

La investigación desarrollada por Soria Tito (2018) expone la adecuación e implementación de un sistema técnico para la producción de compost, mediante el uso de los residuos orgánicos municipales generados diariamente en el distrito de Socabaya, pudiendo lograr una reducción del 18% del total de RSO. En el estudio también menciona los impactos ambientales derivados a una inadecuada disposición final de estos residuos y los beneficios económicos que puede generar la transformación de estos.

En el distrito que es materia de nuestro estudio existe la investigación de “Evaluación del manejo de residuos sólidos en el distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa, 2014-2016” (Gomez Cari, 2017) nos muestra que el tipo de residuos sólidos predominante en el año 2014 es de 63.19% y en el 2016 61.35% correspondientes a la materia orgánica y que estos aún no son tratados de ninguna manera. Mientras que el resto de residuos sólidos con potencial de ser reaprovechados cuentan con un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva a través de la distribución de bolsas y una entrega

de un bono a manera de incentivo. A su vez se colocaron contenedores de polietileno distinguidos por el color de su tapa (azul, amarillo) que eran parte de segregación, sin embargo, los RSO finalmente eran juntados en un mismo conjunto con los residuos sólidos generales, dado que estos no cuentan con un tratamiento correspondiente.



2.2.MARCO TEÓRICO

2.2.1. Residuos Sólidos

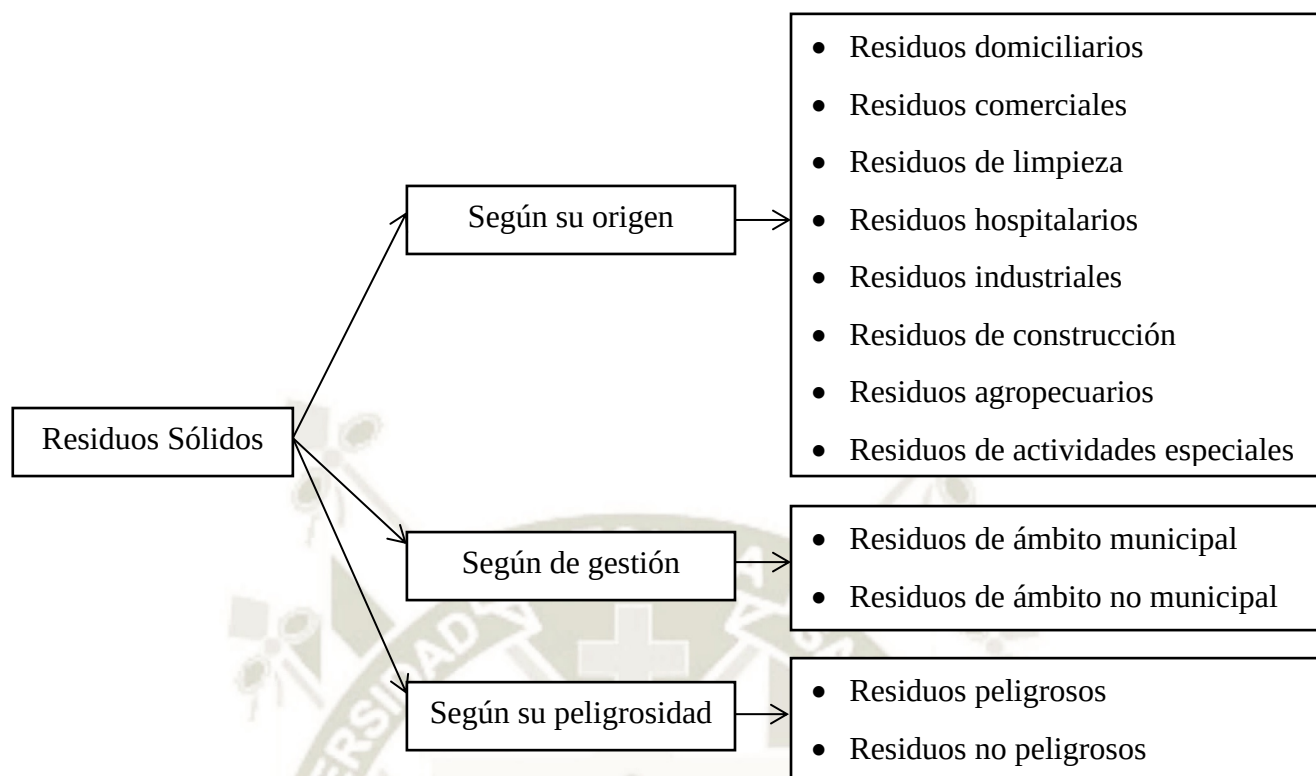
Se entiende como residuo sólido al objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, en la cual su generador tenga la intención u obligación de desprenderse, para que este pueda ser gestionado de manera correcta priorizando su valorización y en último caso, su disposición final (D.L. 1278, 2017).

El crecimiento demográfico en el mundo junto al estilo de consumo moderno ha generado que cada vez se incremente más la generación de residuos sólidos, muchos de ellos no pueden ser tratados de ninguna manera ocasionando acumulación y generación de riesgos, incentivando a la explotación de recursos naturales, lo que finalmente deriva en contaminación ambiental a través de la magnitud del impacto ambiental. Sin embargo, la mayor parte de todos los residuos pueden ser tratados e incluso reaprovechados remplazando la cultura de “usar y desechar”.

2.2.1.1. Clasificación de Residuos Sólidos

Como hemos mencionado, cada una de nuestras actividades cotidianas desencadena la generación de muchos residuos sólidos, para que estos puedan ser estudiados debemos establecer los tipos de residuos.

El MINAM (2016) nos proporciona la siguiente clasificación de residuos sólidos (Gráfica 1).



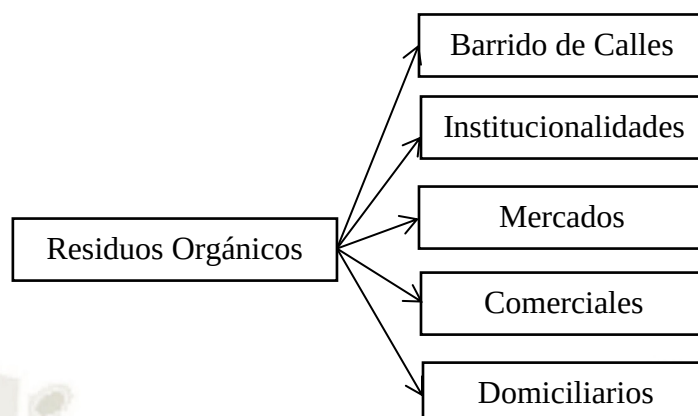
Gráfica 1: Clasificación de Residuos Sólidos

Fuente y elaboración: MINAM (2016)

2.2.1.2. Residuos Sólidos Orgánicos

Se puede entender como residuos sólidos orgánicos a todo material residual proveniente de especies vivas como flora y fauna, y que puede integrarse a los procesos de descomposición por microorganismos (CCA, 2017). Estos residuos pueden ser desintegrado en otro tipo de materia orgánica. De esta clasificación de residuos sólidos se exceptúa al plástico, porque a pesar de tener su origen en un compuesto orgánico, posee una estructura molecular más complicada (Jaramillo & Zapata, 2018).

Se tomará la clasificación de residuos sólidos orgánicos considerando los criterios de su generación y naturaleza propuestos por Flores (2001) plasmados en la gráfica 2 .



Gráfica 2: Clasificación de los Residuos Orgánicos según su generación.

Fuente y elaboración: Flores (2001)

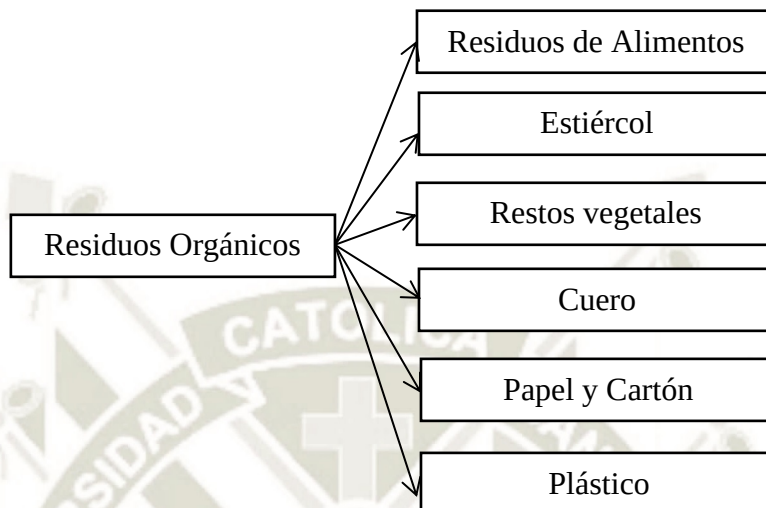
En la Gráfica 2 se omite a los residuos sólidos provenientes de las áreas verdes, los cuales pueden estar incluidos dentro de barrido de calles, como en la mayoría de las municipalidades, usualmente, dentro del área de barrido de calles y limpieza pública se encuentra la gestión la actividad de podas.

A lo propuesto por Flores (2001) en la clasificación por su generación, se adiciona:

Residuos sólidos orgánicos provenientes de áreas verdes: Estos residuos son generados a través de las actividades de mantenimiento y limpieza de los parques, jardines, canchas deportivas, bermas, etc. Su potencial de aprovechamiento es muy alto y no necesitan una mayor segregación ya que casi en su totalidad pueden ser aprovechados.

- **Según su naturaleza:**

Según Flores (2001) esta generación depende de la naturaleza del residuo orgánico en donde los clasifica de la siguiente manera



Gráfica 3: Clasificación de los Residuos Orgánicos según su naturaleza.

Fuente y elaboración: Flores (2001)

Frente a la Gráfica (3) propuesta por Flores (2001) los restos vegetales presentan un potencial de aprovechamiento alto por gran cantidad de nutrientes como el nitrógeno y fósforo que posee, por ello facilita su transformación como abono orgánico o biogás. También los restos vegetales son considerados que pueden ser sometidos a procesos de valorización de residuos orgánicos en su totalidad (Jaramillo & Zapata, 2018).

Existe controversia en la naturaleza del plástico y cartón ya que se pueden considerar de origen inorgánico, sin embargo, estos son fabricados a partir de compuestos orgánicos, pero no en su totalidad, el potencial de estos residuos puede desarrollarse en su reciclaje pues su descomposición es muy lenta (Flores, 2001).

2.2.1.3. Residuos Sólidos Municipales

Son aquellos que son generados en los domicilios, actividades de barrido y limpieza de espacios públicos, lo que incluye a los residuos de las actividades de poda de parques, jardines y bermas, cuya disposición está a cargo de la gestión municipal (D.L. 1278, 2017).

Aquellos residuos de origen doméstico y comercial provenientes de actividades cotidianas como alimentación y aseo. Estos residuos están conformados en su mayoría por materia orgánica, papel y cartón, plástico, latas y similares. A ellos se adiciona los residuos provenientes del servicio de aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros) y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios (MINAM, 2016).

Las municipalidades son las encargadas de la gestión de este tipo de residuos sólidos desde el momento en que el generador los entrega a los operarios de la entidad responsable de la prestación del servicio de residuos sólidos, o cuando los dispone en el lugar establecido por dicha entidad para su recolección (D.L. 1278, 2017).

2.2.2. Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos

Existen algunas confusiones acerca del significado de este término por lo cual primero debemos entender qué es la valorización, en el capítulo 2 del Decreto Legislativo 1278 se dice que “Consiste en la operación en el que el residuo, o sus materiales que lo componen, sean reaprovechados”. Este aprovechamiento puede ser material o energético logrando la transformación del residuo.

Sin embargo debemos de recalcar que existe una confusión entre los términos “valorización” y “valoración” asumiendo muchas veces que estos aluden a los mismos conceptos y a pesar de no estar aun claramente definidas sus diferencias, podemos asumir, debido al uso de cada término por el MINAM en sus distintas publicaciones, que el primero hace referencia al reaprovechamiento, es decir dar un nuevo valor o uso a un producto que es considerado inútil, mientras que el segundo hace referencia a dar un valor económico o monetario a un bien o servicio, es por esto que se ha decidido utilizar el primero en esta tesis.

La valorización de residuos, como dice el decreto legislativo citado da prioridad a los parques y jardines para ser los beneficiados del producto obtenido en los programas de

valorización de los residuos orgánicos que se generan a través del servicio de limpieza pública, también cabe recalca que en el caso de excedentes pueden ser donados o intercambiados con otras municipalidades (D.L. 1278, 2017), esto implica distintos métodos de reaprovechamiento que buscan el mayor beneficio dependiendo de los propósitos del proyecto.

2.2.2.1. Compostaje

Haug (1993) se refiere al compostaje como la descomposición y estabilización biológica de elementos orgánicos, bajo elevadas temperaturas las cuales son el resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final libre de patógenos, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo.

Es importante mencionar que algunos autores opinan que a pesar de ser un tratamiento correcto de gestión de RSO este puede representar un riesgo que incremente el calentamiento global. Durante el proceso biológico donde los microorganismos degradan la materia orgánica se liberan ciertos gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) en distintas proporciones (Sánchez-Monedero, Serramiá, García-Ortiz Civantos, Fernández-Hernández, & Roig, 2010), esto se puede discutir asumiendo que el proceso de compostaje aeróbico no permite la creación de estos gases por la constante remoción, a menos que el proceso se lleve de manera errónea, por lo tanto solo se produciría CO_2 y agua (H_2O) y biomasa (compost), la aireación no permite que ocurra la formación de los otros compuestos altamente nocivos para el medio ambiente (CH_4) (Soria Ttito, 2018).

La gran mayoría de materia orgánica es apta para un compostaje común, es decir de fácil manejo, Román, Martínez, & Pantoja, (2003) nos muestran, en un informe elaborado para la FAO, la siguiente lista de materiales recomendados:

- Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos. Heno y hierba segada. Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecadas).
- Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral.
- Restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas). Alimentos estropeados o caducados. Cáscaras de huevo (preferible trituradas). Restos de café. Restos de

té e infusiones. Cáscaras de frutos secos. Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceadas). Papas estropeadas, podridas o germinadas.

- Aceites y grasas comestibles (muy esparcidas y en pequeña cantidad).
- Virutas de serrín (en capas finas).
- Servilletas, pañuelos de papel, papel y cartón (no impresos ni coloreados, ni mezclados con plástico).
- Cortes de pelo (no teñido), residuos de esquilado de animales.

No se deben incluir materiales inertes, tóxicos o nocivos tales como:

- Residuos químicos-sintéticos, pegamentos, solventes, gasolina, petróleo, aceite de vehículos, pinturas.
- Materiales no degradables (vidrio, metales, plásticos).
- Aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín).
- Tabaco, ya que contiene un biocida potente como la nicotina y diversos tóxicos.
- Detergentes, productos clorados, antibióticos, residuos de medicamentos.
- Animales muertos (estos deben ser incinerados en condiciones especiales, o pueden ser compostados en pilas especiales).
- Restos de alimentos cocinados, carne.

2.2.2.2. Biochar

Biochar o Biocarbón, consiste básicamente en la quema de biomasa bajo condiciones controladas de oxigenación y temperatura, obteniendo como resultado un carbón con alto contenido nutritivo que luego es aplicado y mezclado con los suelos para aumentar su fertilidad.

Según Tortosa (2015) el biochar es un producto orgánico muy complejo químicamente hablando que proviene del pirólisis de cualquier material orgánico como madera, hojas, residuos orgánicos, estiércol, etc. Este pirólisis se realiza a una temperatura menor de 700°C, con limitaciones en oxigenación, presión y tiempo, estos factores dependen de la cantidad de biomasa y la tecnología usar.

A pesar de que existen muchos estudios que muestran los usos múltiples del biochar y sus resultados exitosos en la mejoría de producción en cultivos y en calidad de suelos, se cree que hay reservas para su aplicación (Mills, 2012).

La quema de algunos compuestos podría generar algunos contaminantes y muchos de ellos podrían estar presentes en el biochar por lo que se debería de conocer las consecuencias para la salud humana especialmente con los HAP'S (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos), compuestos clorinados, etc, es por ello que antes de recomendar la aplicación de biochar se deberán someter a pruebas (Escalante Rebolledo, y otros, 2016).

Entre sus principales beneficios se encuentra (Carbotecnia, 2016):

- Adsorbe nutrientes orgánicos e inorgánicos, liberándolos lentamente hacia el sistema radicular.
- Hace más eficiente el consumo de fertilizante al evitar pérdidas por lixiviación.
- Promueve el asentamiento de microorganismos benéficos en torno a la rizosfera.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Posee una marcada tendencia a estabilizar el pH.
- Mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención hídrica.
- Favorece la formación de compuestos orgánicos estables.

2.2.2.3. Pellets

Hace alusión a pequeños cilindros comprimidos de biomasa con bajo porcentaje de humedad que sirven como material para la combustión través de procesos de molienda, secado y trituración. La mayoría de pellets no generan emisiones de gases de efecto invernadero al ser incinerados.

Las materias primas más comunes para la producción de pellets es el chip, la viruta y el aserrín logrando presentar una alternativa para la valorización de los residuos generados por los aserrados y carpinterías. Estos materiales son sometidos a una alta presión hasta que se unen en cápsulas donde la lignina actúa como un aglomerante, de tal manera que no se utilizan ningún tipo de pegamentos, aunque en algunos casos puede llegar a usarse algún tipo de almidones. El pellet teóricamente puede ser elaborado por cualquier residuo verde de diversos orígenes que han sido previamente estudiados para que estos otorguen una buena calidad de combustible

Los pellets son usados como combustibles en estufas que brindan calor en temporadas frías o para cocinar, dado su alto poder calorífico de aproximadamente 4.300 kcal/kg, de tal manera que puede establecerse que de 2 a 2.2 kg de pellets equivalen energéticamente a un litro de gasóleo (Comisión mixta de la biomasa forestal de Navarra, 2015).

2.2.2.4. Biogás

La biodigestión es un proceso controlado de descomposición de materia orgánica, principalmente excreta animal, mediante la actividad de microorganismos anaeróbicos, es decir este es un proceso totalmente hermético que genera metano y dióxido de carbono, este conjunto de gases se denomina “Biogás”, que es utilizado como combustible. López del Pino & Martín Calderón (2016) lo definen como un gas de alto poder calorífico compuesto principalmente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), nitrógeno (N₂) y ácido sulfhídrico (H₂S), así como otros gases en proporciones menores producido por la degradación anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de la fracción de materia orgánica presente en los residuos urbanos o municipales.

Se han realizado muchos experimentos que han probado diferentes métodos donde varían sus condiciones y las materias que usan, sin embargo, se puede establecer que

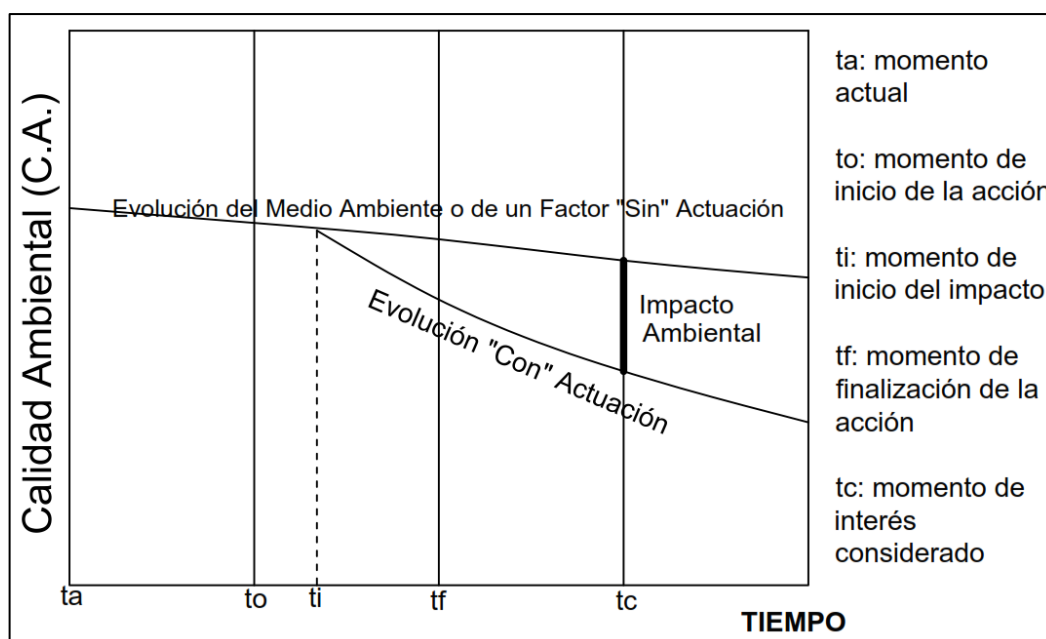
el estiércol de los animales, las cáscaras de las frutas, las hojas, los residuos de la cocina y los demás materiales orgánicos similares pueden, teóricamente, ser convertidos en energía (Corona Zúñiga, 2017).

La forma principal de generar este gas es a través de un “biodigestor” que puede ser de diversos materiales, es dentro de este recipiente donde se colocará toda la materia a procesar, y el biodigestor será cerrado herméticamente para producir metano. La digestión anaerobia se puede llevar a cabo con uno o más residuos con las únicas premisas de que sean líquidos, contengan material fermentable, y tengan una composición y concentración relativamente estable (Varnero Moreno, 2011). Cabe resaltar que existen muchas formas de realizar este proceso, con distintos materiales y tipos de biodigestores.

Los métodos desarrollados anteriormente, Compostaje, Biochar, Pellet y Biogás constituyen una reducción significativa en la presión sobre los rellenos sanitarios, dado que los materiales que serían vertidos en ellos en forma de deshecho son valorizados y aprovechados tomando un nuevo propósito, además brindan un beneficio económico ya sea por el dinero ahorrado en rellenos sanitarios o el dinero que podría significar la restauración del medio ambiente por no tratar este tipo de residuos.

2.2.3. Impacto Ambiental

Según Vicente Conesa (2010) se entiende como impacto ambiental a una alteración favorable o desfavorable en el medio o en algunos componentes del medio modificando la calidad ambiental (CA) como se muestra en la Gráfica 4. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.



Gráfica 4: Descripción de Impacto Ambiental

Fuente y elaboración: Conesa Fernández-Vítora (2010)

En la Gráfica 4, se puede observar la disminución de la calidad ambiental producido por un impacto ambiental negativo el cual no ha recibido ningún tipo de medida de correctora.

El medio ambiente se relaciona directa o íntimamente al hombre (Conesa Fernández-Vítora, 2010), y cualquier cambio en la calidad ambiental por acción natural o antrópica se conoce como impacto ambiental.

Los impactos medio ambientales pueden producirse de manera directa como también de manera indirecta, estos impactos pueden generar modificaciones al medio ambiente natural y el grado de impacto de una actividad depende de las condiciones de fragilidad, vulnerabilidad o riesgo del territorio en el que se localice una determinada actividad. (FUNIBER, 2012).

Un impacto ambiental se produce como consecuencia de un aspecto ambiental que influye en un factor ambiental, es decir por causa de una acción o actividad que interviene en un elemento del medio biótico o abiótico.

Una herramienta para lograr la estimación de los impactos y efectos de una determinada actividad es la evaluación de impacto ambiental (EIA). La EIA, es un procedimiento jurídico – administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá en el

caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos (Conesa Fernández-Vítora, 2010).

2.2.3.1. Impactos Ambientales de los Residuos Sólidos Orgánicos

Al descomponerse en rellenos sanitarios, la materia orgánica genera gases de efecto invernadero (GEI), dióxido de carbono (CO₂) y metano, emisiones que contribuyen al cambio climático mundial. Además, estas emisiones también afectan la calidad del aire y están asociadas con problemas de salud pública, como el asma (CCA, 2017). Comúnmente la identificación de impactos ambientales referidos a los residuos sólidos orgánicos se elabora de manera conjunta para todos los residuos sólidos que son llevados al relleno sanitario, estos impactos ambientales serán clasificados según su naturaleza en positivos y negativos (Soria Ttito, 2018).

- **Impactos negativos**

Los impactos negativos se dan en manifiesto cuando los residuos sólidos se manejan de manera incorrecta, presentando omisiones o errores en las etapas de gestión de residuos sólidos.

Soria presenta algunos de los impactos negativos que se dan por el mal manejo de residuos sólidos (Soria Ttito, 2018):

- Pérdida de espacios públicos
- Proliferación de vectores
- Degradación de los ecosistemas.
- Contaminación del agua, aire y suelo.
- Incremento del calentamiento global
- Aumento del reciclaje informal, chancherías clandestinas, afectando las condiciones laborales de los recicladores
- Aumento del costo del servicio de limpieza pública
- Aumento del costo en clausura y conversión de botaderos a rellenos sanitarios.

- **Impactos positivos**

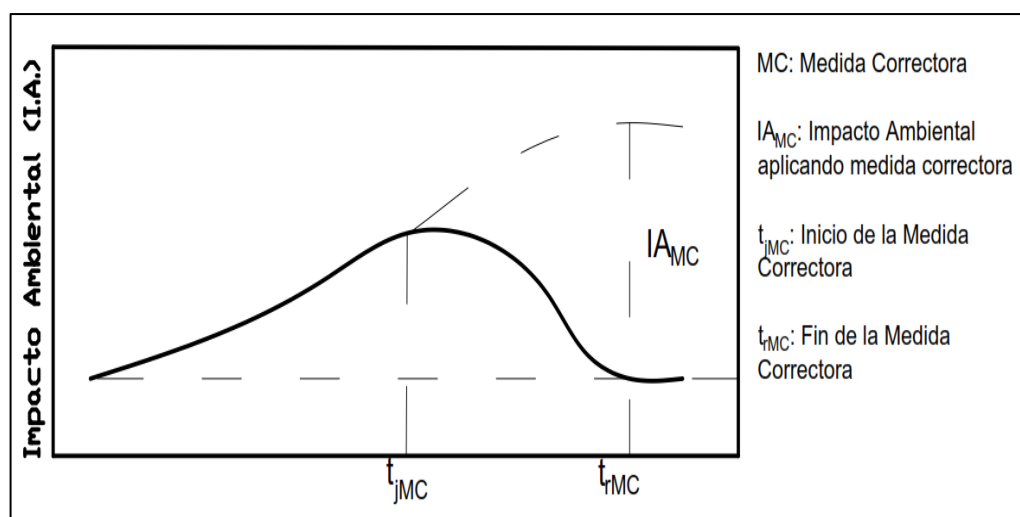
Por lo contrario, el impacto positivo se presenta cuando la gestión de residuos sólidos fue desarrollada de manera adecuada completando las etapas de gestión y manejando conceptos de sostenibilidad.

Los principales impactos positivos presentados por Soria (2018), son acciones opuestas a los impactos negativos enlistados, resaltando una mejora en los procesos de reciclaje y en el trabajo de los recicladores formalizados, de igual manera otro impacto significativo es la recuperación de espacios públicos eliminando cualquier tipo de plagas y contribuyendo a la mejora de la calidad de vida y a la reducción de la contaminación ambiental.

2.2.3.2. Mitigación de Impactos

La mitigación de impactos consiste en un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación y restauración de impactos ambientales negativos con el fin de disminuir los niveles de contaminación ambiental en un ambiente dado. Son acciones correctoras que buscan disminuir el deterioro ambiental.

Se entiende como medida correctora (MC), aquellas acciones de carácter antrópico que ejerce sobre el medio una presión de carácter beneficioso o sea de signo positivo. Esto se ve plasmado en la Gráfica 5, donde se evidencia el inicio o manifestación producido por la MC (t_{jMC}) y la finalización, anulación o desaparición del efecto producido por la acción de la introducción del MC (t_{fMC}). Las medidas correctoras son acciones de respuesta, que dan idea de cómo la sociedad se esfuerza, tanto en evitar el deterioro del medio, como corregir los impactos sobre él causados (Conesa Fernández-Vítora, 2010).



Gráfica 5: Descripción de la Medida Correctora

Fuente y elaboración: Conesa Fernández-Vítora (2010).

La Gráfica 5 demuestra las diferencias cuando se aplica una medida correctora y cuando no se utiliza ninguna, existiendo una gran variación del impacto ambiental.

2.2.4. Evaluación de Alternativas

Según Pugh (1991) las matrices de selección de alternativas sirven para determinar cuál es la mejor opción para resolver el problema planteado a través de la comparación de propuestas contra una serie de criterios relevantes propuestos para el proceso de elección de la mejor alternativa.

Luego de haber establecido los criterios y alternativas, se coloca el procedimiento actual que se desea mejorar o reemplazar. Al enfrentar los criterios con las nuevas alternativas se debe colocar un “+1” si es que este es superior o mejor que el actual método, y “-1” si es que la alternativa es mejor que el actual método y “0” si es que la alternativa que se compara es igual a la actual. Para realizar esta comparación se debe de tener una base teórica que justifique la puntuación colocada. En esta matriz se puede añadir una columna donde se coloca un nuevo “peso” según la magnitud del criterio.

Este método está sujeto a cambios en criterio, grado de relevancia y puntuación según el evaluador dependiendo del tipo de proyecto.

Seguidamente se debe de realizar la suma de estos puntajes, la alternativa que obtenga el mayor resultado será la más óptima.

2.3.MARCO LEGAL

La base legal de nuestra indagación radica en el contenido de los siguientes títulos.

- **La Constitución Política del Perú**

En el artículo 2 numeral 22, establece que “toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (Constitución Política del Perú, 1993).

En su artículo 67 establece que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales (Constitución Política del Perú, 1993).

- **Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos**

El objetivo de esta Ley es establecer derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo (D.L. 1278, 2017).

En el artículo 2 señala que la gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, biochar, uso de biodigestores, o creación de pellets, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas, las cuales

se definirán en el reglamento del presente Decreto Legislativo emitido por el Ministerio del Ambiente (D.L. 1278, 2017).

En el artículo 24 inciso 2 describe las competencias y responsabilidades de las municipalidades distritales y las provinciales en lo que concierne a los distritos del cercado en el ámbito de los residuos sólidos y estas son (D.L. 1278, 2017):

- a) Asegurar que se presten los servicios de limpieza pública, recolección, transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos, de acuerdo con las disposiciones reglamentarias aprobadas por el MINAM y los criterios que la municipalidad provincial establezca, bajo responsabilidad.
- b) La prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos municipales y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a infraestructuras de residuos autorizadas por la municipalidad provincial, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes.
- c) Suscribir contratos de prestación de servicios con empresas registradas en el Ministerio del Ambiente.
- d) Promover e implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando la valorización de los residuos y asegurando una disposición final técnicamente adecuada.
- e) Ejecutar programas para la progresiva formalización de las personas, operadores y demás entidades que intervienen en el manejo de los residuos sólidos sin las autorizaciones correspondientes.
- f) Supervisar, fiscalizar y sancionar a los recicladores y/o asociaciones de recicladores en el cumplimiento de sus obligaciones en el marco del sistema municipal de gestión y manejo de residuos sólidos en el distrito del cercado.
- g) Supervisar y fiscalizar a los generadores del ámbito de su competencia por incumplimiento del presente Decreto Legislativo y su Reglamento.

En el artículo 37 describe a la valorización como una alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin (D.L. 1278, 2017).

En el capítulo 2 del Título V desarrolla plenamente la valorización de residuos sólidos contemplados en los artículos 47, 48, 49, 50, 51 y 52 (D.L. 1278, 2017).

En el artículo 51 considera la valorización de los residuos orgánicos municipales describiendo que Las municipalidades deben valorizar, prioritariamente, los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y mercados municipales, así como, de ser factible, los residuos orgánicos de origen domiciliario (D.L. 1278, 2017).

Los programas de parques y jardines de las municipalidades son beneficiarios prioritarios del compost, humus o biochar producido con los residuos orgánicos que se generan a partir del servicio de limpieza pública. En caso de excedentes estos podrán ser destinados a donación en general o intercambio con otras municipalidades (D.L. 1278, 2017).

- **Ley orgánica de municipalidades, Ley 27972**

La presente ley orgánica establece normas sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades; también sobre la relación entre ellas y con las demás organizaciones del Estado y las privadas, así como sobre los mecanismos de participación ciudadana y los regímenes especiales de las municipalidades.

En el artículo 80, Saneamiento, Salubridad y Salud se detalla las funciones de las municipalidades referentes a este tema. En el inciso 3 señala las funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales y una de ella es proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios. En el inciso 4 funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales se detalla que tienen como

función administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.

- **Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245**

La presente Ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.

En el artículo 3 señala que el Sistema Nacional de Gestión Ambiental tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

- **Resolución Ministerial N.º 100-2019-MINAM**

Resolución mediante la cual se aprueba la publicación y difusión de la “Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos”. Esta guía será uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de nuestra propuesta e investigación

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación para la Determinación de Alternativa de Valorización de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales Generados por las Actividades de Poda de las Áreas Verdes del Distrito de Alto Selva Alegre – 2019 es de tipo descriptiva.

3.2.CAMPO DE VERIFICACIÓN

3.2.1. Lugar de ejecución y ubicación espacial

El proyecto se desarrolló en la zona urbana del distrito de Alto Selva Alegre, provincia y región Arequipa, a 2520 m.s.n.m a 19° 29'04'' de latitud y a 71° 27'55'' de longitud cuyo capital es el núcleo urbano Selva Alegre. Su extensión es de 6978 km², con más de 70 asentamientos humanos, entre urbanizaciones, cooperativas, pueblos jóvenes, etc. (Municipalidad Distrital de ASA, 2017), se localiza sobre el margen derecho del río Chili. Es en este distrito donde se encuentran todas las áreas verdes que son materia de estudio.

3.3.POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Población

La población estudiada corresponde a 109 áreas verdes que el distrito de Alto Selva Alegre tiene en su jurisdicción y a su responsabilidad las cuales representan un total de 187448.4 m² de área.

3.3.2. Muestra

Las muestras del estudio en la presente investigación están constituidas por la totalidad de las áreas verdes que posee el Distrito de ASA. Asimismo, para el levantamiento de información se realizó el pesaje en los días en que la municipalidad realizaba la poda de las áreas verdes.

3.3.3. Muestreo

Las muestras fueron recolectadas por muestreo total en cada una de las áreas verdes localizadas en el Distrito de Alto Selva Alegre, siguiendo los procedimientos de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales y tomando en consideración normas de seguridad y la utilización de equipos de protección como guantes y barbijos. Posteriormente se ubicó las coordenadas de donde fueron obtenidas las muestras a través de un GPS (Anexo 1), las cuales fueron anotadas en el cuaderno de campo para su posterior digitación en el software Excel.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se aplicaron los siguiente instrumentos y técnicas de investigación.

3.4.1. Observación Directa

La observación directa se logra a través de las visitas realizadas a las distintas áreas verdes en las cuales se observó la actividad de poda, transporte y en muchos casos la disposición final evidenciando que los residuos eran arrojados a quebradas y en algunos casos incinerados por el personal de mantenimiento de áreas de manera informal.

3.4.2. Ficha de recolección de datos

Se elaboró y aplicó una ficha de recolección de datos a los servidores públicos de la Gerencia de Servicio al Ciudadana de la MDASA con el objetivo obtener información de los aspectos técnicos y evaluar si los funcionarios conocían la realidad de la gestión de los residuos en materia de estudio.

3.4.3. Análisis Documental

Para lograr el levantamiento de información de revisaron artículos científicos, libros, revistas, páginas web, planes de manejo de residuos sólidos y planes de valorización de residuos orgánicos, con ellos se recabó información sobre los impactos ambientales que genera la mala disposición final de los residuos de poda y las maneras que podrían ser valorizados estos residuos.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS

3.5.1. Materiales Biológico

- Se empleó residuos orgánicos procedentes de la actividad de poda realizada por la MDASA

3.5.2. Materiales

- Bolsas
- Sacos
- Guantes
- Barbijos

3.5.3. Equipos

- Balanza de plataforma

3.5.4. Herramientas Informáticas

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- AutoCAD versión 2018

3.5.5. Sistemas de Información Geográficos

- ArcGis 10.4.1
- Google Earth

3.6. DISEÑO METODOLÓGICO

3.6.1. FASE I: Identificación de la situación actual

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico se dio a conocer la situación actual de la gestión de los restos de poda de las áreas verdes que brinda la municipalidad, analizando el entorno físico, la situación institucional y los estudios técnicos operativos. Para esta etapa se empleó fuentes primarias y secundarias con la finalidad de contar información para el desarrollo de las siguientes etapas.

Cabe mencionar que para la obtención de datos se coordinó una cita con la oficina de “Servicio al ciudadano y Gestión Ambiental” de la municipalidad de ASA y solicitar los permisos pertinentes para la realización de las labores de investigación. Adicionalmente coordinar con las autoridades correspondientes y comunicar las actividades a realizar en la municipalidad para que ellos estén informados y predispuestos a ser parte del estudio.

3.6.1.1. Análisis del entorno físico

Se analizó las características físicas y geográficas del distrito para determinar el escenario donde se desarrolla la gestión y saber cuáles son sus potenciales y limitantes naturales. Esto permitirá saber que partes del entorno han venido siendo afectados por el actual manejo de restos de podas.

3.6.1.2. Análisis Climatológico

Se realizó una descripción de las principales características del clima que influyen en el manejo de los restos de poda como: humedad, lluvia, vientos y temperatura. Los datos serán obtenidos de estaciones meteorológicas más cercanas, estudios hechos por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), estudios realizados por la municipalidad y otras fuentes secundarias.

El factor climatológico puede influenciar las diferentes actividades que se realizan, por ejemplo: la lluvia puede llegar a paralizar todas las actividades o las altas temperaturas pueden acelerar el proceso de descomposición de los RSO.

3.6.1.3. Análisis de la situación institucional

3.6.1.3.1. Aspecto Normativo

Se detalló información correspondiente a la normativa local existente para el correcto manejo de residuos sólidos orgánicos. En esta parte se incluyó las ordenanzas municipales del distrito de ASA frente a los residuos sólidos y también el régimen de sanciones referentes al tema.

3.6.1.3.2. Organización interna

En esta parte describimos la organización del área de la municipalidad que se encarga de la actual gestión de los restos de poda de áreas verdes del distrito, identificando a la unidad encargada. Así mismo se mostrará el organigrama de la institución.

3.6.1.4. Análisis de aspectos técnicos operativos

Para la correcta toma de decisiones se debe de saber cuál es la cantidad de producción de restos de poda generados por las áreas verdes y qué acciones se están realizando en relación a ellos, de tal manera que lograremos identificar las deficiencias.

3.6.1.4.1. Estudio de caracterización

Se presentaron los resultados cuantitativos del estudio de caracterización de los restos de podas de áreas verdes provenientes de revisión bibliográfica, los cuáles comprendieron a las fuentes de generación (cada uno de los parques y jardines), la generación total (en unidades de toneladas o kilogramos por mes o día según convenga), la humedad de estos residuos y su composición física (%) (MINAM, 2019).

3.6.1.4.2. Información sobre operaciones de limpieza pública

Se recolectó la información a través del uso de fichas de recolección de datos a los encargados de la gestión de restos de podas del municipio para la obtención de la

información requerida según la “Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos” (MINAM, 2019).

Detallamos las características del servicio de actividades de poda.

- **Rutas y unidades:** Establecer cuántas son las rutas que actualmente sigue el servicio de recolección de restos de podas y cuántas son las unidades de transporte que realizan el servicio.
- **Frecuencia:** Determinar cuántas veces por semana o mes se realiza la poda y recolección de parques y jardines.
- **Cantidad promedio recolectada:** Detallar la cantidad que se recolecta por cada unidad.
- **Valorización:** A través de la ficha de recolección de datos se indicó si la municipalidad realiza algún tipo de valorización de RSO y esta será detallada.
- **Transferencia y disposición final:** Mediante las fichas de recolección de datos se obtuvo información de la transferencia de RSO generados por las actividades de poda y la disposición final de los mismos.

3.6.2. FASE II: Identificación y calificación de impactos

La segunda fase metodológica tiene la finalidad de dar cumplimiento al segundo objetivo específico a través de la recopilación de información bibliográfica que nos permita concebir una idea cercana a la realidad ambiental que se enfrenta.

Específicamente para el desarrollo de esta etapa se realizó una evaluación de impacto ambiental (EIA). Dichas evaluaciones son empleadas en distintos rubros de proyectos, dependiendo de las características que los mismos poseen.

Nuestra investigación utiliza la Matriz de Conesa (simplificada) por ser considerada una de las más completas para realizar una evaluación cualitativa de impactos ambientales, esto se debe a la cantidad de criterios que maneja resaltando la intensidad y la extensión. También es de consideración que esta matriz posee los criterios de reversibilidad y recuperabilidad por lo que, al cambiar la disposición final por el proceso de valorización, los impactos pueden ser sometidos a medidas correctoras o lograr una reversibilidad anteriormente evaluada.

Se optó por el método simplificado dado que la parte cuantitativa de la matriz Conesa que involucra al método de evaluación de Batelle arroja resultados irrelevantes para nuestros propósitos.

3.6.2.1. Matriz de Conesa

Conesa es una metodología de identificación y valoración presentada en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental propuesta por Vicente Conesa Fernández y sus colaboradores en 1997 que a su vez se deriva de la metodología del Instituto Battelle Columbus y la Matriz de Leopoldo. Este método se enfoca en asignar un valor mediante dos factores: Magnitud (cuantitativo) e Importancia (cualitativo).

“Conesa simplificado” es la parte de caracterización cualitativa del método analítico, por el cual se asigna una importancia, en términos numéricos, a cada impacto ambiental identificado previamente, mediante el uso de una matriz.

Según Conesa Fernández-Vítora (1997) esta matriz debe de ser calificada “en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad”.

A continuación, en la tabla 1 se presenta una breve explicación de cada criterio que este método toma en cuenta para su consideración:

Tabla 1: Criterios de evaluación del método Conesa Simplificado.

CRITERIOS	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Signo	+/-	Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. Varía entre 1 y 12, en el que (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y (1) una afección mínima. Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor, % de área afectada por la acción, respecto al entorno total, en que se manifiesta el efecto.
Extensión	EX	Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo el, el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta

CRITERIOS	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Momento	MO	Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo plazo (1).
Persistencia	PE	Tiempo en el que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez esta deja de actuar sobre el medio.
Recuperabilidad	RC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación; por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras. Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar en su totalidad, por la acción humana) le asignamos el valor (8).

CRITERIOS	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
Acumulación	AC	Este atributo, da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), se le otorga el valor de (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).

FUENTE: Conesa Fernández-Vitora (1997)

Cada uno de estos criterios tiene diferentes rangos de calificación de impactos, los cuales se ven en la tabla 2:

Tabla 2: Valores de cada criterio de evaluación.

Signo		Intensidad (i) *	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12	-	-
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4	-	-
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
-	-	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)			
Inmediato	1	$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

FUENTE: Conesa Fernández-Vítora (2010)

Todos estos valores lograron determinar la importancia (I) del impacto a partir de la siguiente fórmula.

$$I = +ó - (3IN + 2EX 2 MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

El índice de importancia es un valor que resulta de la calificación de un determinado impacto. La calificación engloba muchos aspectos del impacto que están relacionados directamente con la acción que lo produce y las características del componente socio-ambiental sobre el que ejerce cambio o alteración.

La aplicación de la fórmula puede tomar valores entre 13 y 100, de modo que se ha establecido rangos cualitativos (tabla 3) para evaluar su resultado.

Tabla 3: Rangos de Importancia.

Índice de Importancia	Grado de Impacto	Nivel de Importancia
$I < 25$	Leve	Impacto No
$25 \leq I < 50$	Moderado	Significativo
$50 \leq I < 75$	Alto	Impacto Significativo
$75 \geq I$	Crítico	

FUENTE: Conesa Fernández-Vítora (2010)

La determinación de cada uno de estos valores se realiza mediante una sola matriz de evaluación (tabla 4) donde se presentan los impactos, el sistema afectado, el subsistema y el componente ambiental.

Tabla 4: Matriz de determinación de importancia.

Factores del Medio					Valoración del Impacto												Grado de impacto
Sistema	Subsistema	Factor	Sub - Factor	Impacto Ambiental	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Calidad del suelo														
			Uso de la Tierra														
			Vibraciones														
			Geomorfología														
		Agua	Calidad del agua superficial														
			Calidad del agua subterránea														
		Aire	Calidad del aire														
			Calidad del ruido														
	Medio Biótico	Flora	Hábitat														
			Cubierta vegetal														
			Diversidad														
		Fauna	Especies Protegida o endémicas														
			Hábitat														
			Diversidad														
			Especies Protegida o endémicas														

Factores del Medio					Valoración del Impacto													
Sistema	Subsistema	Factor	Sub - Factor	Impacto Ambiental	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Grado de impacto	
Medio Socio Económico	Medio perceptual	Paisaje	Fauna Nociva															
			Calidad del paisaje															
			Desarmonía															
			Vistas escénicas o panorámicas															
	Medio Socio - Cultural	Cultural	Vestigios arqueológicos															
			Monumentos															
			Sitios y objetos históricos arqueológicos															
			Valores históricos artísticos															
		Infraestructura	Tráfico Vehicular															
			Vías de acceso															
			Red vial afectada															
	Humanos	Calidad de vida																
		Salud y seguridad																
		Economía y Población	Económicos	Cambio de valor del suelo														
				Economía local														

FUENTE: Conesa Fernández-Vítora (2010)

Finalmente, estos resultados fueron catalogados (según la Tabla 4) y plasmados en una tabla resumen, además, aquellos que resultaron como “Impacto Significativo” deberán ser analizados con especial énfasis para que logren ser corregidos en nuestra propuesta.

3.6.3. FASE III: Determinación de alternativa de valorización y propuesta del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos

Habiendo culminado con la identificación de la situación actual del manejo de residuos sólidos orgánicos provenientes de las actividades de poda de áreas verdes del distrito de ASA, podremos proponer un plan que logre dar solución a los principales problemas e impactos que se tienen en la actualidad. Esta propuesta tendrá como punto de mayor relevancia la elección de una tecnología mediante el análisis de diferentes alternativas y posteriormente el desarrollo del plan basado en la prevención y mitigación de los impactos ambientales significantes obtenidos en la fase anterior.

3.6.3.1. Formulación de objetivos

Se deberá establecer un objetivo central del plan enfocado en la valorización y a las deficiencias encontradas anteriormente para lograr una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos orgánicos de las actividades de poda.

Definido el objetivo se deberá determinar cuáles son los medios de primer nivel y medios fundamentales para lograr el objetivo central según lo ejemplariza la “Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos”.

3.6.3.2. Determinación de alternativa

Luego de haber obtenido los resultados de las fases anteriores se formuló el plan de valorización enfocada en el manejo de los RSO de áreas verdes, para este fin se evaluó diferentes alternativas de valorización y se escogió a través de la Matriz de Decisión de Pugh la más adecuada para una gestión pública considerando los factores que presenta nuestro caso de estudio y los elementos principales de afectación al medio ambiente encontrados. Se presentó las diferentes propuestas de tratamiento de RSO (pellets, compost, biochar y biogás) y se elaboró un análisis de cada alternativa para determinar cuál de ellas es la mejor para ser desarrollada en el distrito, considerando diversos factores como ambientales, económicos y sociales.

Según Pugh (1991) las matrices de selección de alternativas sirven para determinar cuál es la mejor opción para resolver el problema planteado a través de la comparación de propuestas contra una serie de criterios relevantes propuestos para el proceso de elección de la mejor alternativa.

Luego de haber establecido los criterios y alternativas, se colocó el procedimiento actual que se desea mejorar o reemplazar. Al enfrentar los criterios con las nuevas alternativas se debe colocar un “+1” si es que este es superior o mejor que el actual método, y “-1” si es que la alternativa es mejor que el actual método y “0” si es que la alternativa que se compara es igual a la actual. Para realizar esta comparación se debe de tener una base teórica que justifique la puntuación colocada. En esta matriz se puede añadir una columna donde se coloca un nuevo “peso” según la magnitud del criterio.

Este método está sujeto a cambios en criterio, grado de relevancia y puntuación según el evaluador dependiendo del tipo de proyecto.

Seguidamente se debe de realizar la suma de estos puntajes, la alternativa que obtenga el mayor resultado será la más óptima.

La tabla 5 muestra la Matriz de Decisión de Pugh.

Tabla 5: Matriz de Pugh.

CONCEPTOS (Alternativas de diseño)					
CRITERIOS	Método actual (referencia)	Peso (opcional)	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Criterio 1					
Criterio 2					
Criterio 3					
Criterio 4					
Criterio 5					
Suma positivos (+)					
Suma negativos (-)					
SUMA GENERAL					

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.3. Plan de acción

El plan de acción describió las actividades prioritarias a desarrollar considerando la prevención, mitigación y corrección de los impactos ambientales significativos como lo propone la “Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos” (MINAM, 2019).

A continuación, elaboraremos un cronograma de actividades para el desarrollo monitoreado de cada acción.

Las acciones propuestas serán descritas y su formulación se desprende del alcance al objetivo central. También buscan la ejecución de la alternativa seleccionada con el fin de solucionar los impactos ambientales que se generan sin plan de valorización.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Fase I: Identificación de la situación actual

4.1.1.1. Análisis del entorno físico

4.1.1.1.1. Aspectos geográficos y políticos

El distrito de Alto Selva Alegre, como se muestra en la figura 1, se encuentra separado del distrito de Cayma por el río Chili, también separado del distrito de Miraflores por la torrentera San Lázaro. Limitado por el norte y este con el distrito de Cayma, a partir de la desembocadura de la quebrada Volcancillo en el río Chili, por el sureste y suroeste con los distritos de Miraflores y Arequipa, a partir de la quebrada o torrentera San Lázaro, por el oeste y noroeste con los distritos de Arequipa y Cayma a partir de la avenida “La Chilina” (Municipalidad Distrital de ASA, 2018).

Geográficamente el distrito es accidentado asentado en estribaciones andinas que luego conforman volcanes y montañas que conforman la olla geográfica donde está asentada la ciudad (MDASA, 2012). A su vez el distrito presenta 3 torrenteras: San Lázaro, Polanco e Independencia.

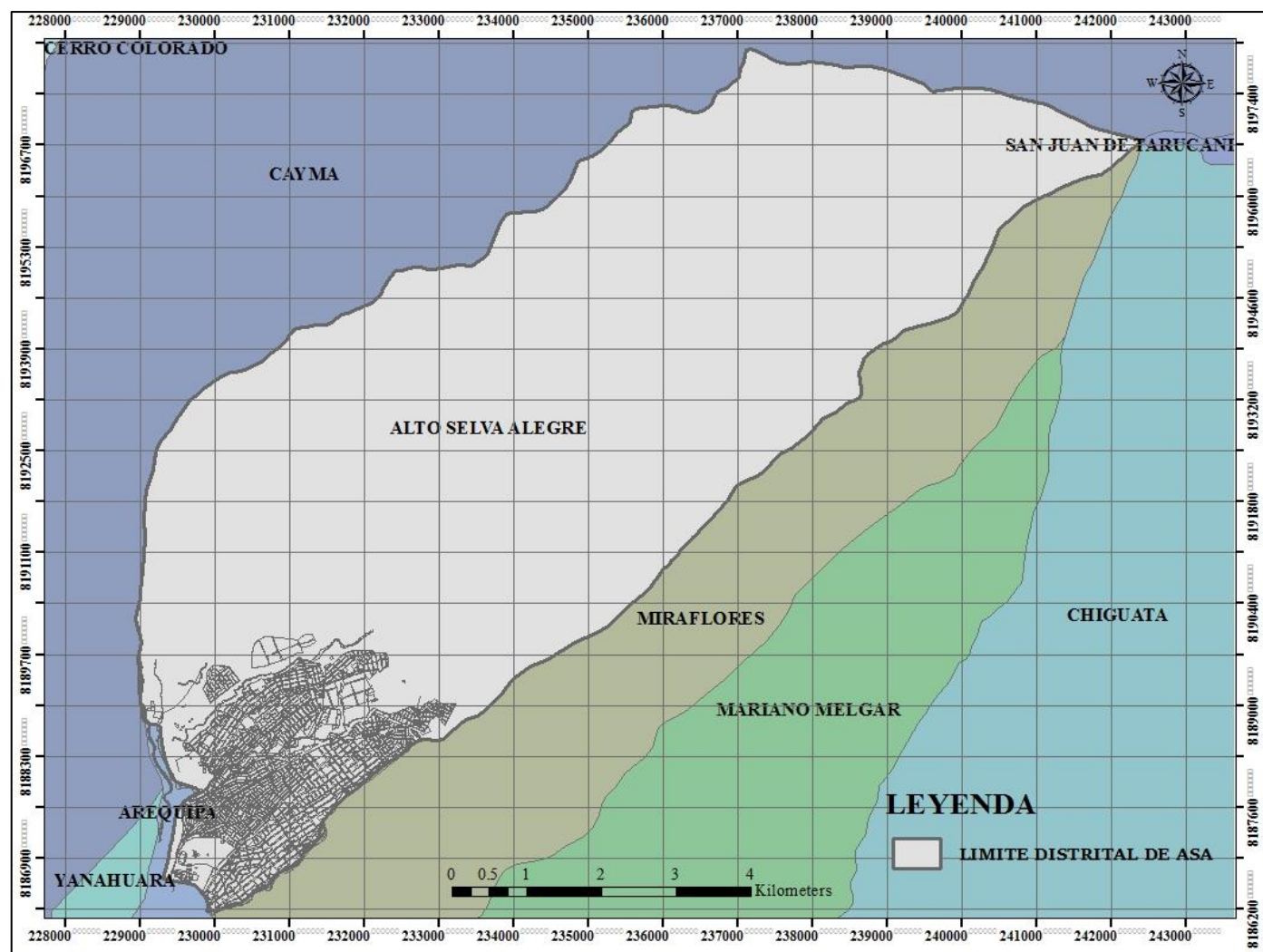


Figura 1: Localización del distrito de ASA.

Fuente: Software Arcgis

Elaboración: Propia.

En referencia a nuestra investigación identificamos la ubicación de las fuentes generadoras de residuos de poda, logrando ilustrar todas las áreas que la MDASA tiene en su jurisdicción y que son de su responsabilidad. De igual manera desarrollamos una sectorización según datos obtenidos en la MDASA para un mejor dominio. La sectorización es la misma con la que trabaja la municipalidad dividiendo a su distrito en 5 sectores o zonas las cuales son: Zona Baja, Zona Media, Zona Alta, Polanco e Independencia.

Estas 5 zonas o sectores cuentan con todos los servicios básicos que otorga la MDASA como son el mantenimiento de parque y jardines y la limpieza pública. Se identificaron asentamientos humanos que no se ubicaban dentro de esta sectorización desarrollada ya que aún no son categorizados dentro de estas zonas ya que su elaboración de sectorización se elaboró antes de su creación. Además, estas zonas aun no gozan de servicios otorgados por la Municipalidad Distrital. Dentro de estas 5 zonas se ubicaron todas las 109 áreas verdes del distrito, plasmadas en la Figura 2.

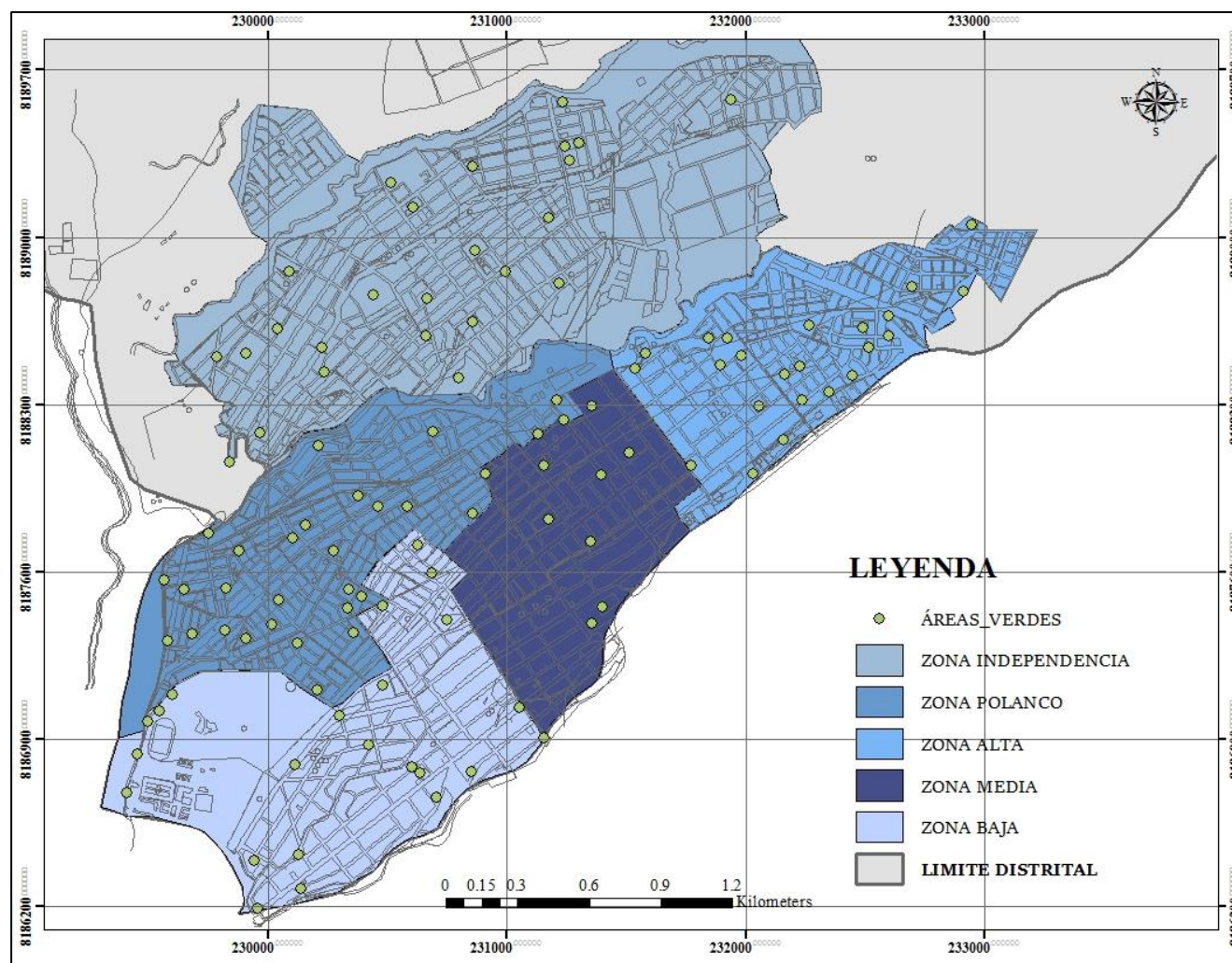


Figura 2: Localización del Áreas Verdes del distrito de ASA.

Fuente: Software Arcgis

Elaboración: Propia.

4.1.1.1.2. Análisis Climatológico

El distrito de Alto Selva Alegre tiene un clima predominantemente templado y seco como consecuencia de la escasa humedad relativa promedio anual de 15% y una precipitación también escasa de 20mm en promedio al año, usualmente en la ciudad de Arequipa se producen con cierta frecuencia chubascos que se dan en los meses de enero, febrero y marzo (verano), además cuenta con temperaturas que oscilan entre 10°C y 25°C, con una gran variación diaria de temperatura entre el día y la noche, sin embargo, con una pequeña variación anual; cabe resaltar que debido a la sequedad presentes durante las otras estaciones se percibe un gran número de horas de sol. Los vientos predominantes recorren la dirección de Oeste a Noroeste con una velocidad de 3.5 m/s aproximadamente mientras que la cuenca en el distrito recibe la influencia de la brisa que proviene del valle de Chilina alcanzando velocidades de 1 hasta 8 m/s. Debemos de tener en cuenta que cada verano acontece el “Fenómeno del Niño” que acompañado del cambio climático han generado situaciones extremas como intensas precipitaciones, adelanto o atraso de precipitaciones e incluso períodos de sequía (MDASA, 2012).

4.1.1.2. Análisis de la situación institucional

4.1.1.2.1. Aspecto Normativo

La MDASA cuenta un marco normativo local puntual referido al tema de residuos sólidos, en donde destacan la Ordenanza Municipal N.º 379 MDASA, la que aprueba el Plan de Manejo de Residuos Sólidos del distrito. Sin embargo, no incluye un tratamiento especial para residuos sólidos orgánicos de ningún tipo, enfocado casi en su totalidad en manejo de residuos sólidos inorgánicos. Por otro lado, la Ordenanza Municipal N.º 386 MDASA aprobada en el 2015, norma el uso correcto del sistema de contenerización, con contenedores soterrados y contenedores visibles en el distrito de ASA. Esta ordenanza expone la disposición de los residuos en los contenedores, el cuidado y protección de los contenedores, y determina las infracciones y las multas correspondientes. En su contenido se refiere que no pueden ser desechados dentro del contenedor excretas de animales de granja (cuyes, ganado ovino, ganado vacuno, etc.) los cuales según nuestra investigación poseen gran potencial para la valorización de RSO, de igual manera señala que los

residuos aprovechables no podrán ser dispuestos en el contenedor, refiriéndose exclusivamente a residuos inorgánicos.

Otra Ordenanza resaltada en las fichas de recolección es la Ordenanza Municipal N.º 413 MDASA promulgada en año 2016 donde se aprueba el Reglamento de Segregación de Residuos Sólidos en la fuente, promoción, reconocimiento, educación y la formalización de los recicladores en el distrito, esta ordenanza basa sus lineamientos en la Ley 29419, la cual regula la actividad de los recicladores, también promueve programas de sensibilización y educación ambiental; la aplicación de esta ordenanza manifestó resultados favorables para la gestión ya que se logró el cumplimiento de metas propuestas por el MINAM y el MEF, sin embargo no presenta ningún aspecto referido RSO exclusivamente.

Finalmente es de consideración la Ordenanza Municipal N.º 444 MDASA la cual ordena la aprobación de la Política Ambiental Local de Distrito de ASA, el Plan de Acción Ambiental Local 2016 – 2024 del distrito y la Agenda Ambiental Local 2016 – 2017 del distrito del ASA. En cuanto a RSO y temas de valorización solo se desarrolla en la Política Ambiental Local de Distrito de ASA, la cual en uno de sus lineamientos de cumplimiento obligatorio describe que se debe realizar la gestión sostenible de residuos promoviendo la segregación en la fuente y en RSO impulsar tratamiento tecnificado para beneficio de la población orientando estos lineamientos a alcanzar el desarrollo sostenible del distrito.

4.1.1.2.2. Organización Interna

Actualmente en la municipalidad de ASA existe la “Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental” a cargo de la Ingeniera Marleny Figueroa Puma, a su vez, dentro de esta gerencia encontramos a la Subgerencia de Áreas Verdes y a la Subgerencia de Limpieza Pública y Gestión Ambiental, la primera de ellas es la encargada de velar por el correcto tratamiento y disposición de los residuos de áreas verdes, mientras que la segunda es la encargada del correcto recojo y traslado de este tipo de residuos.

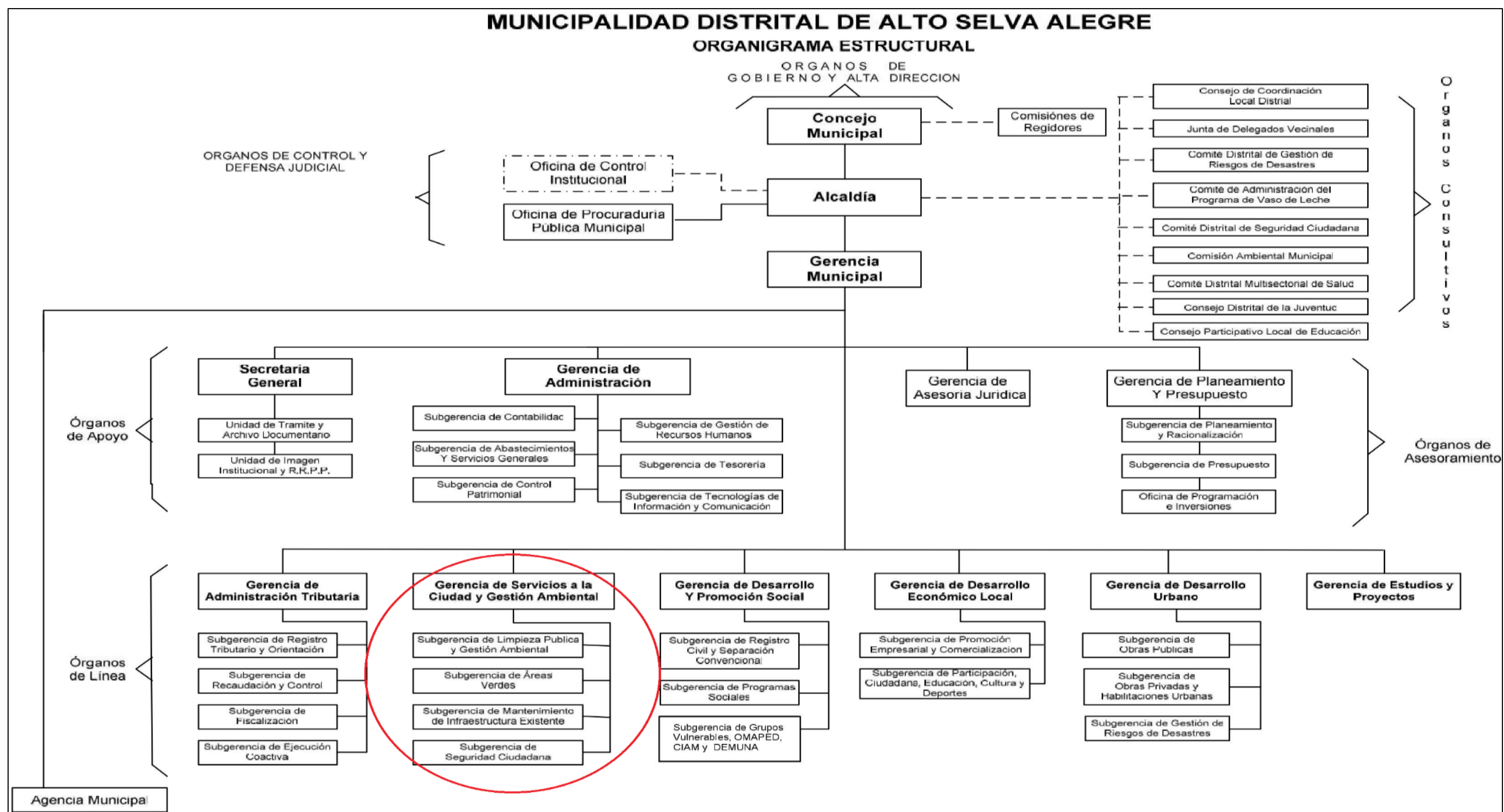
Según el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) (MDASA, 2017) la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental es el encargado de planificar, programar, supervisar, ejecutar y brindar los servicios de mantenimiento y la conservación de las áreas verdes, parques y jardines manejando las actividades

relacionadas con la gestión del medio ambiente en su jurisdicción y en sus diferentes fases de recolección hasta su disposición final. Tiene entre sus funciones formular y proponer el Plan de Gestión de Residuos Sólidos del Distrito por lo tanto la MDASA debería de proponer planes de manejo de RSO provenientes de podas y proponer políticas de prevención de la contaminación ambiental que incluye el dictamen de ordenanzas, acuerdos y resoluciones en materia de áreas verdes.

Por su parte la Subgerencia de Limpieza Pública y Gestión Ambiental es el encargado de ejecutar los servicios de recolección de residuos sólidos dentro de los que se encuentran los de podas, además de establecer rutas, horarios y turnos y velar por el tratamiento adecuado de estos. A su vez esta área coordina con la Gerencia Regional de Salud (Inspector Sanitario) operativos inopinados en lugares donde se sospeche una posible contaminación ambiental, bajo el mismo enfoque elabora el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

La Subgerencia de Áreas Verdes es la principal encargada de la ampliación y mantenimiento de jardines del distrito con el fin de mejorar la calidad de aire. Dentro de sus funciones encontramos, formular y ejecutar los planes del mantenimiento, conservación y forestación de parques, jardines y áreas verdes y brindar un adecuado servicio de recolección de la maleza generada por la labor de mantenimiento.

En la Gráfica 6 se señala las secciones de la municipalidad de ASA que están encargadas de la gestión de los residuos de poda.



Gráfica 6: Organigrama Estructural de la Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre 2019

Fuente y elaboración: MDASA (2017)

4.1.1.3. Análisis de aspectos técnicos operativos

4.1.1.3.1. Información sobre generación de residuos

Se obtuvo como resultados (Anexo 1) la cantidad de residuos sólidos orgánicos de los desechos de poda de parques, jardines y áreas verdes en un mes de actividades normales. Todas las áreas estudiadas están bajo jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre. El pesaje de estos residuos fue realizado luego de cada actividad de poda y posteriormente se obtuvo la suma total durante un mes por cada complejo o losa (MDASA, 2017).

Se cuenta con un total de 187448.4 m² de áreas verdes administradas por el distrito. Mientras que la generación promedio total de restos de podas obtenida fue de 26170.824 kg por mes en todo el distrito.

Desarrollamos una clasificación de Áreas verdes según su zona de ubicación graficando su generación en 4 rangos (Figura 3).

- **De 0 a 100 kg:** 63 fuentes de generación.
- **De 100 a 500 kg:** 34 fuentes de generación.
- **De 500 a 1500 kg:** 8 fuentes de generación.
- **De 1500 a más kg:** 4 fuentes de generación.

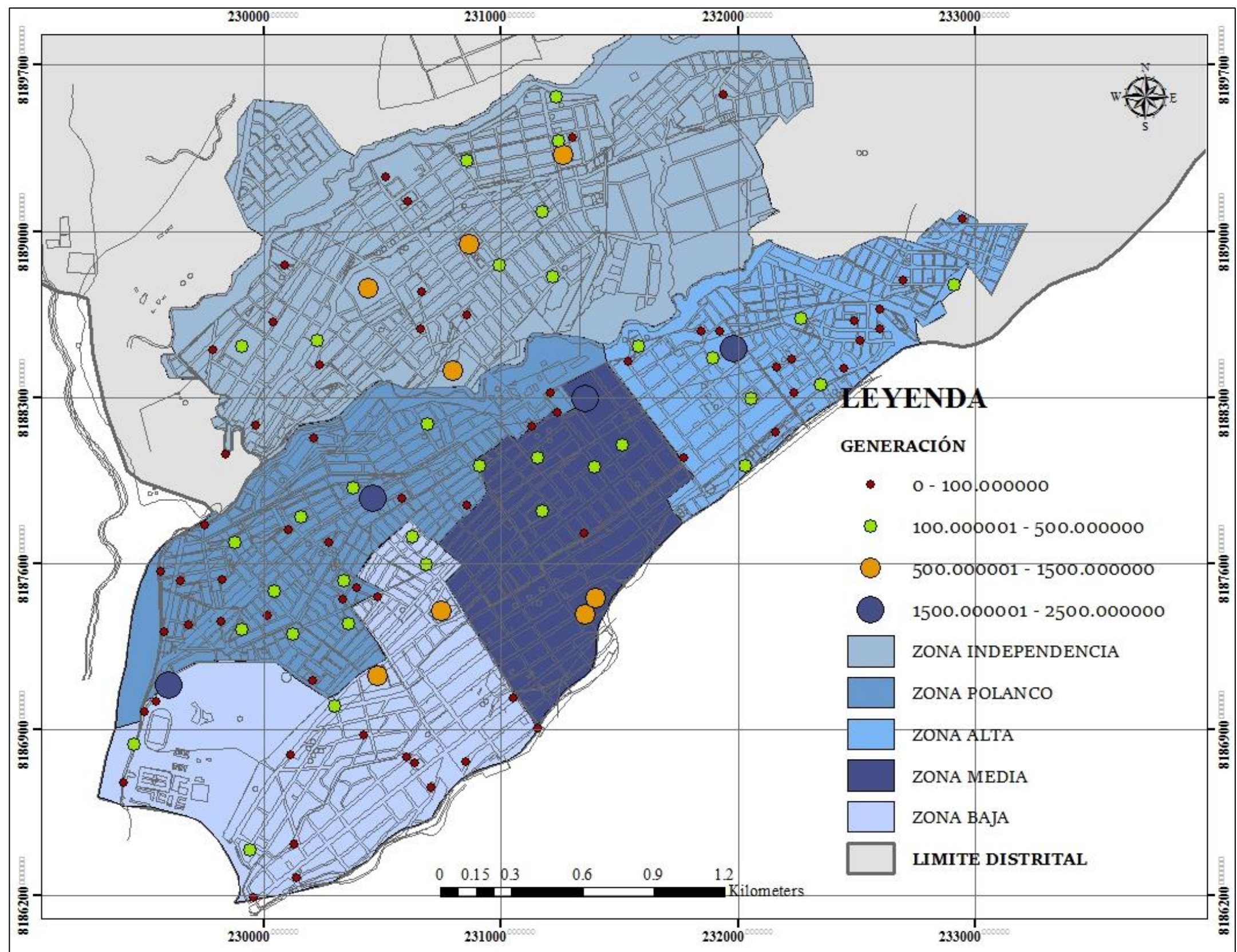
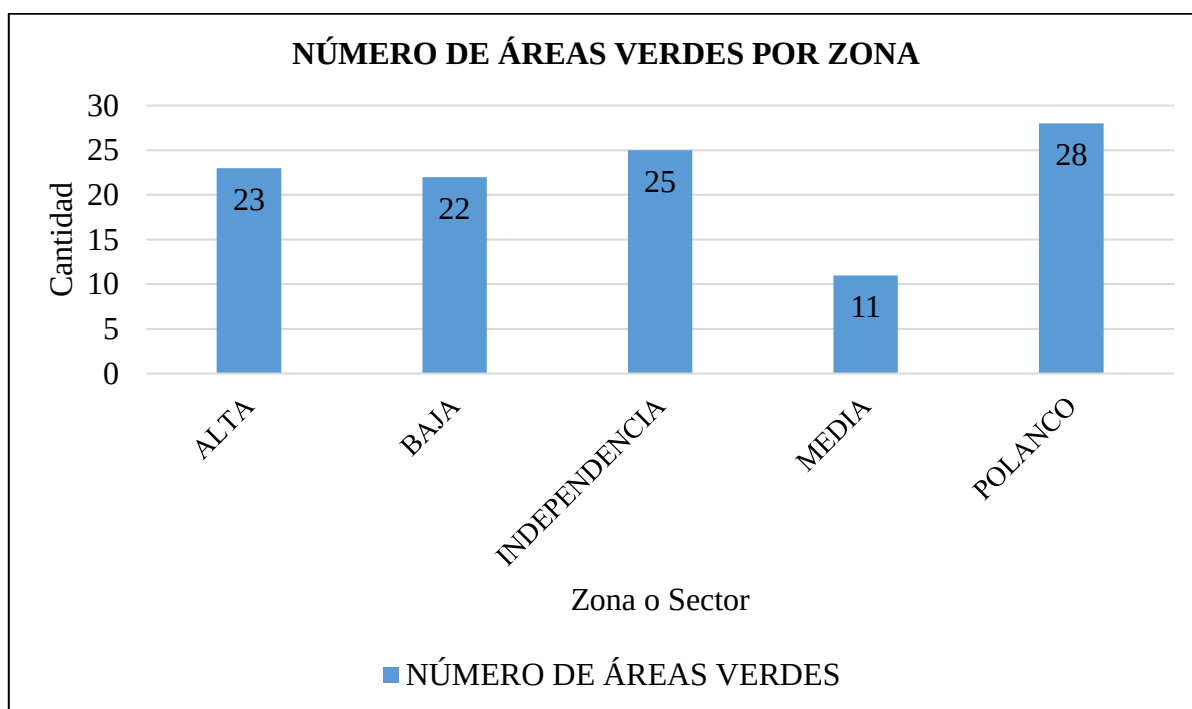


Figura 3: Generación de residuos de poda de Áreas Verdes del distrito de ASA.

Fuente: Software Arcgis

Elaboración: Propia.

La Gráfica 7, refleja el número de áreas verdes por cada sector. Siendo “Polanco” la zona con el mayor número, 28, y “Media” la más baja con solo 11 áreas verdes.

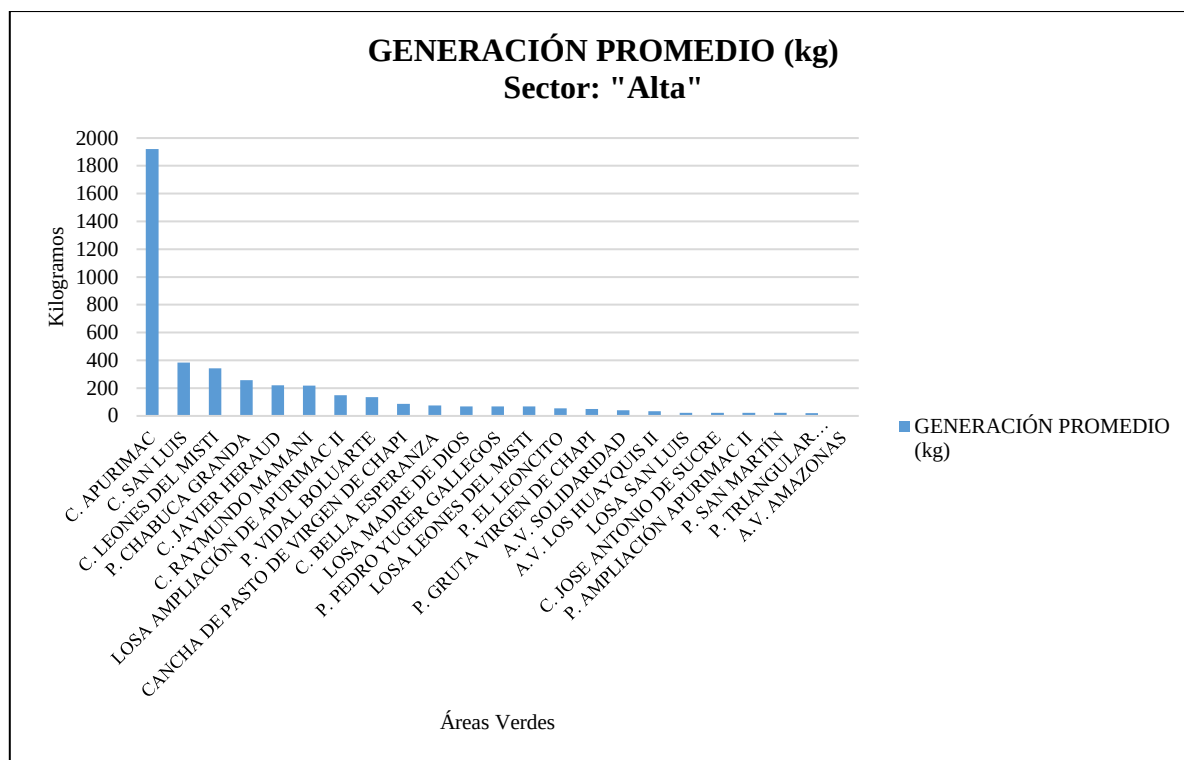


Gráfica 7: Número de Áreas Verdes por zona.

Fuente y elaboración: Propia

A través de la Gráfica 7 y la Figura 3 se observa que el menor generador, Zona media, tiene a su vez la menor área, y que Polanco tiene la mayor generación y la mayor área del distrito.

Referente a su generación, la zona Alta posee 23 fuentes generadoras y refleja uno notablemente superior (Complejo Apurímac) en referencia a las demás áreas verdes ubicadas en esta zona como se puede observar en la Gráfica 8.

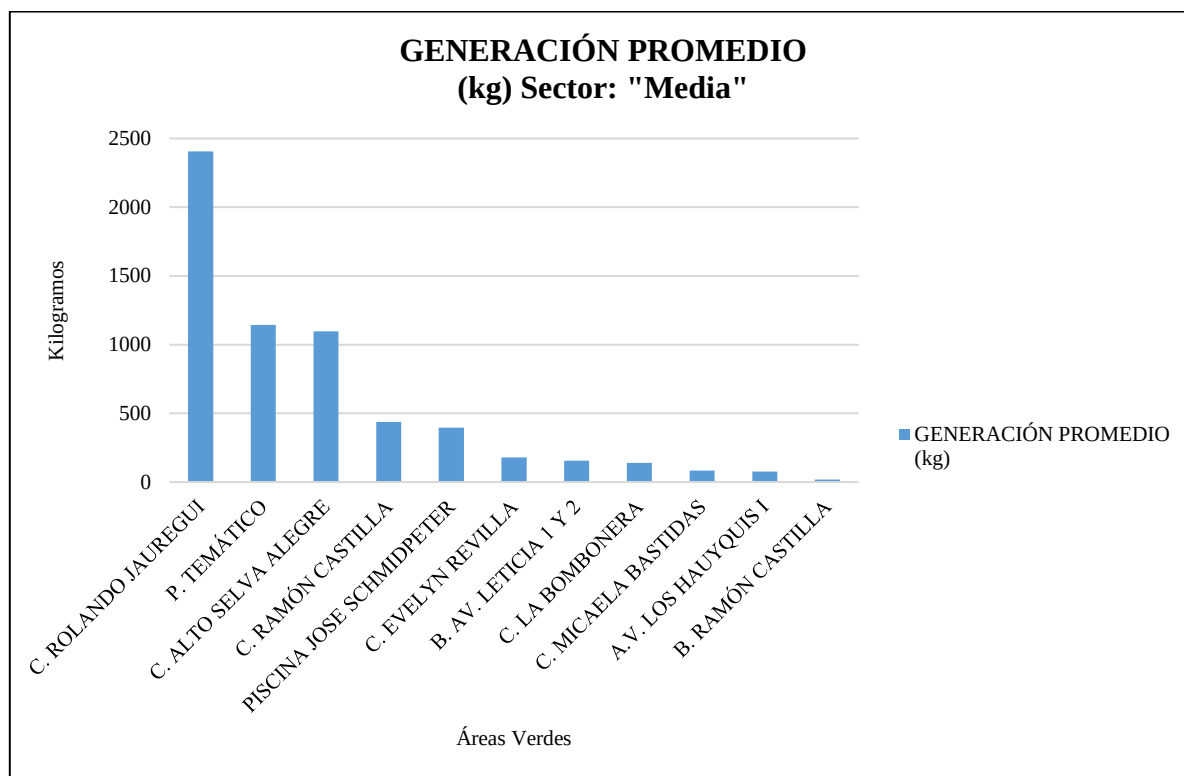


Gráfica 8: Generación de restos de poda en la zona Alta

Fuente y Elaboración: Propia

En la Zona Alta se encuentran un solo generador que se encuentra en el rango de 1500 a 2500 kg de residuos de podas.

La zona Media posee menor cantidad de áreas verdes (11), sin embargo, es la zona que presenta mayor generación de residuos por actividades de poda (Gráfica 9).

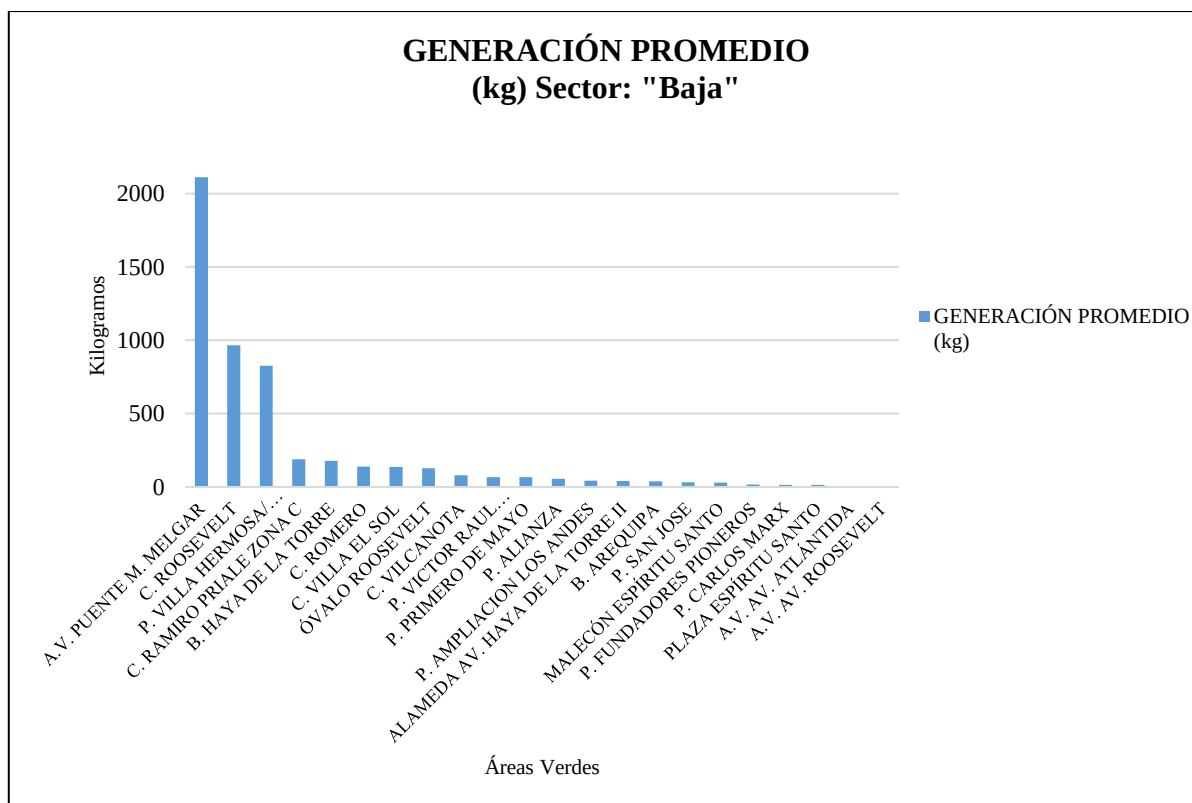


Gráfica 9: Generación de restos de poda en la zona Media

Fuente y Elaboración: Propia

En la Zona Media se ubican los mayores generadores del distrito como son Complejo Ronaldo Jáuregui, Parque Temático, Complejo Alto Selva Alegre, entre otros; esta generación es proporcional a la cantidad de metros cuadrados que poseen las áreas. Además, en este distrito se encuentra el lugar de mayor generación de todo el distrito, “Complejo Rolando Jáuregui”.

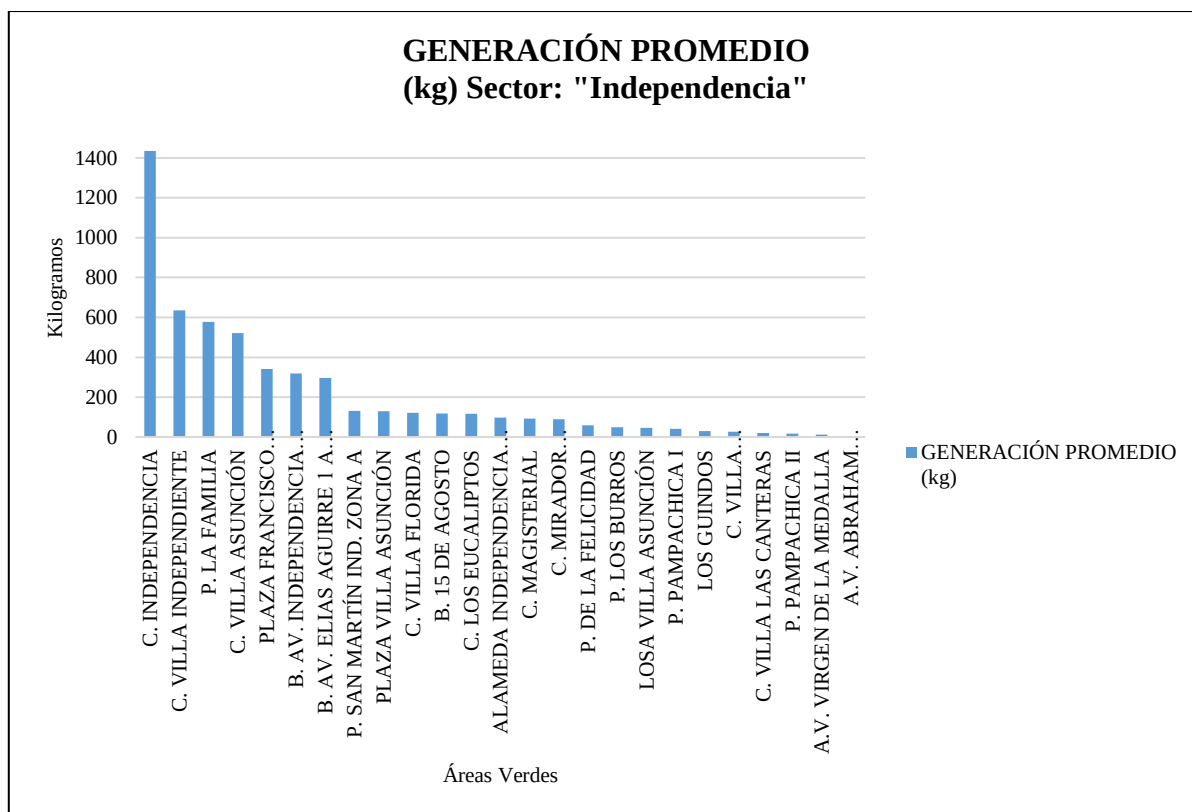
Por otra parte, en la Zona Baja resalta la generación del área verde “Puente M. Melgar”, “Complejo Roosevelt” y “Parque Villa Hermosa/Palacio Municipal” como se refleja en la Gráfica 10.



Gráfica 10: Generación de restos de poda en la zona Baja

Fuente y Elaboración: Propia

En el sector de Independencia se distribuyen 25 áreas verdes de las cuales resaltan por su generación el “Complejo Independencia” y las demás áreas se encuentran dentro de un intervalo de 600 kg/mes a 50 kg/mes como se puede apreciar en el Gráfico 11.

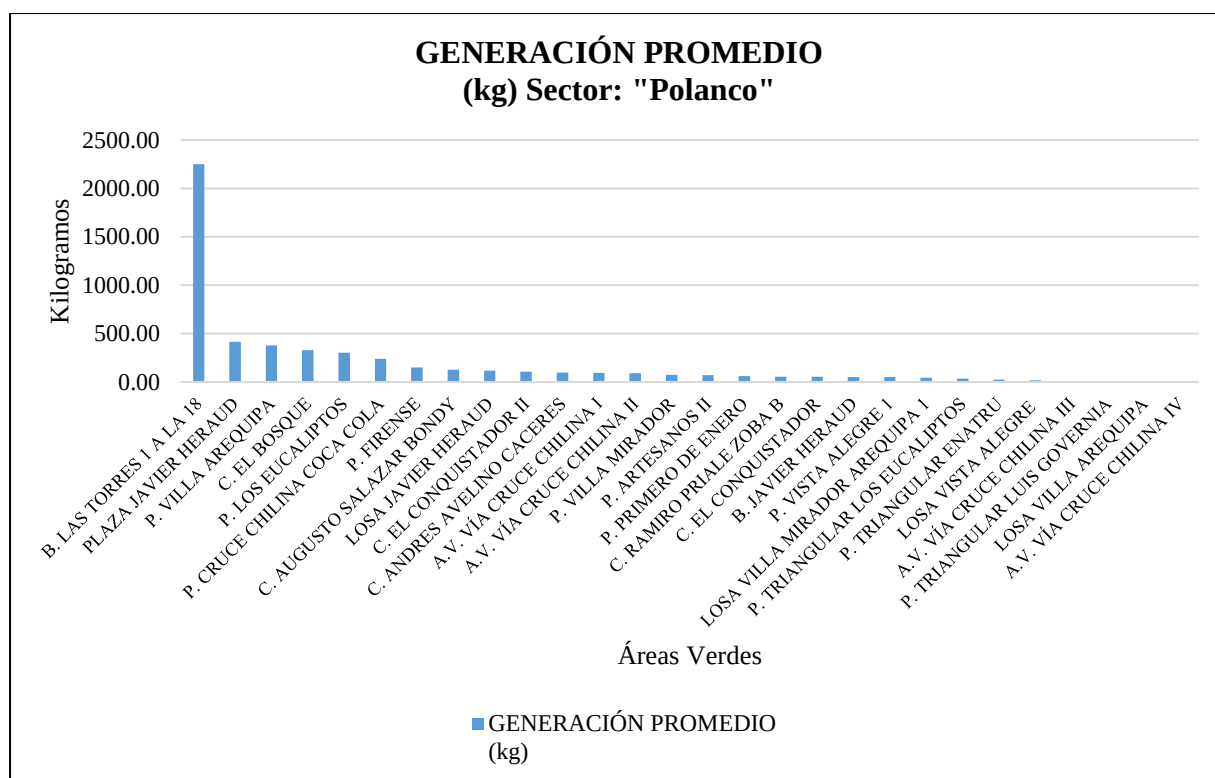


Gráfica 11: Generación de restos de poda en la zona Independencia

Fuente y Elaboración: Propia

En la Zona de Independencia no existe ningún generador que supere los 1500 kg al mes, mientras que existen 4 generadores mensuales que se encuentran en el rango de 500 a 1500 kg al mes.

Finalmente, en el Gráfico 12 se ilustra las fuentes de generación del sector de Polanco. Dentro de las cuáles resalta la “Berma las Torres” con una generación de 2250 kg/mes, siendo esta la segunda de mayor generación en todo el distrito.

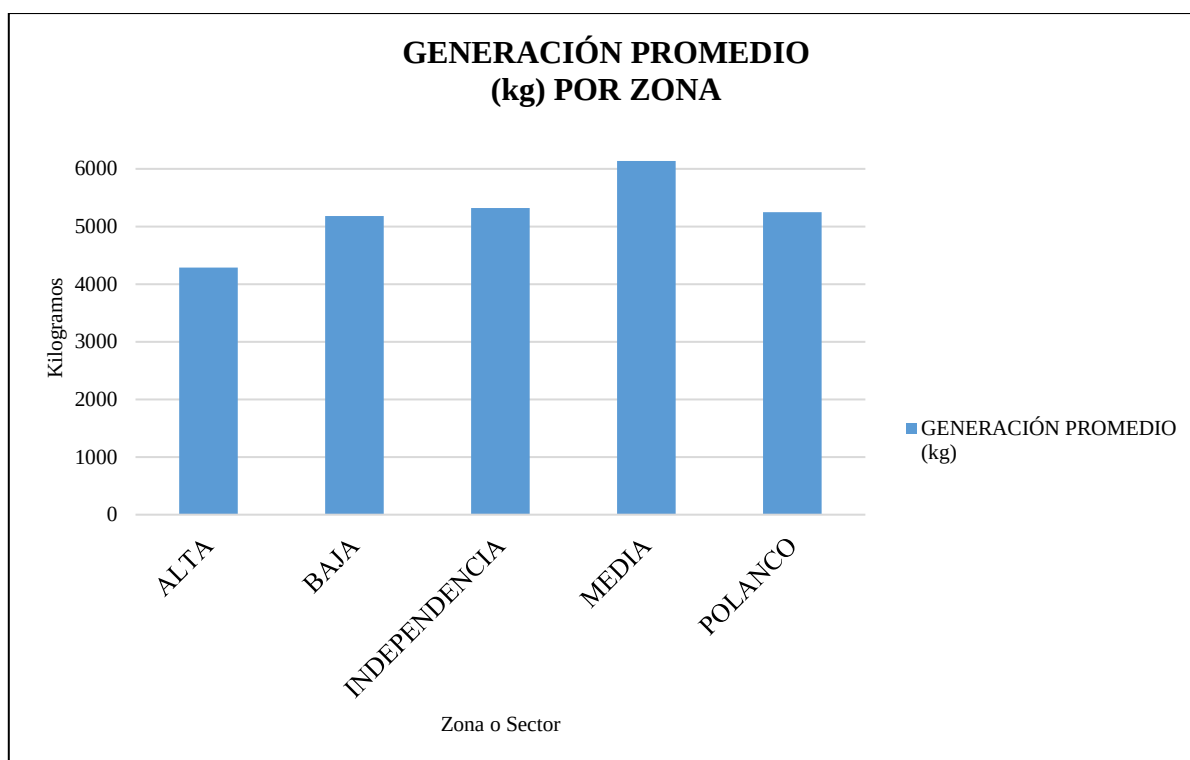


Gráfica 12: Generación de restos de poda en la zona Polanco

Fuente y Elaboración: Propia

El sector de Zona Polanco posee el mayor número de áreas verdes, sin embargo, las que se encuentran son de menor cantidad de m^2 de áreas verdes por lo que su generación es inferior.

El Gráfico 13 muestra la generación total de cada zona del distrito al mes, que muestra el resultado de los gráficos de generación anteriores.



Gráfica 13: Generación promedio por cada sector o zona.

Fuente y Elaboración: Propia

En promedio cada zona o sector produce 5234 kg/mes de residuos de podas, siendo la Zona Media la de mayor generación.

Luego, se obtuvo la “Generación Por Fuente” (GPC) de residuos de podas del distrito a partir de la división de la suma total de Generación Promedio (kg) entre la suma total de Áreas Verdes (m^2).

Los residuos de poda son $0.14 \text{ kg}/m^2$ por cada mes. Estos resultados se ven plasmados en la Tabla 6. Esta cifra corresponde a todas áreas en estudio, salvo por la “Plaza Espíritu Santo” que produce $0.03 \text{ kg}/m^2$.

Dado que estos datos fueron recolectados en un mes, se puede estimar que aproximadamente se obtendrán 314.05 toneladas de residuos de podas al año.

Tabla 6: Resultados de Proyección de Generación Per Cápita para áreas verdes

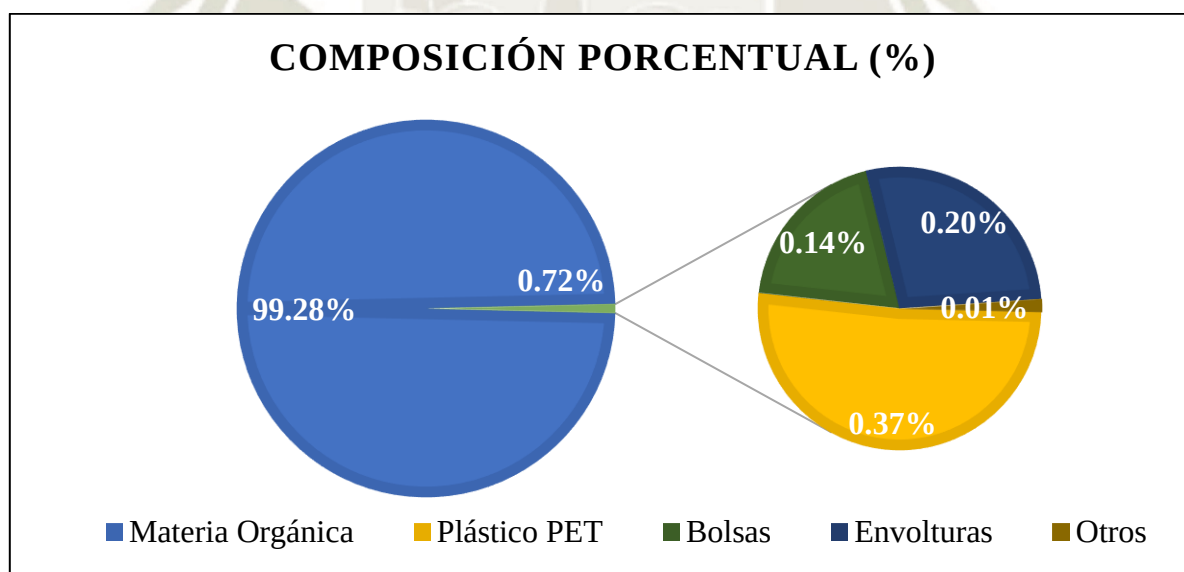
m ² de áreas verdes	GPF Kg/m ² mes	Generación mensual (t/mes)	Generación Anual (t/año)
187448.4	0.13961619	26.170824	314.04989

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.3.2. Información sobre composición de los residuos

Respecto a la composición física que tienen este tipo de residuos, se siguió el método de cuarteo hasta tener una muestra homogénea de la muestra total (MDASA, 2017). Los resultados de la composición física se plasman en la Gráfica 14.

La materia dominante fue “Materia Orgánica” con un 99.28%, mientras que el resto obtuvieron resultados despreciables (menores a 1%).


Gráfica 14: Composición Física de Áreas Verdes

Fuente y Elaboración: Propia

Los resultados de la Gráfica 14 fueron los esperados, dado que menos del 1% son residuos no orgánicos que son aquellos desechados indebidamente en las áreas verdes.

Para establecer la Densidad se usó un recipiente estándar el cual fue llenado hasta el tope de los residuos de podas a través del método gravimétrico para de esta manera saber el espacio que ocupan, obteniendo como resultado 121.05 kg/m^3 .

Los residuos orgánicos generados por actividades de poda están compuestos de manera predominante por hojas verdes, pasto, hierba seca y ramas de árboles cuyos valoren en su composición de C/N se encuentran en la Tabla 7.

Tabla 7: Relación C/N de los residuos de Poda

Elemento	Relación C/N
Trozos o astillas de madera	200-500:1
Hojas de arboles	47:01:00
Césped	43:01:00
Ramas de poda	30:01:00
Hierba seca	81:01:00

Fuente: Román, Martinez, & Pantoja (2003)

4.1.1.3.3. Información sobre operaciones de limpieza pública

A continuación, mostramos los resultados de la Ficha de Recolección de Datos (Anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) realizados en la Gerencia de Servicio al Ciudadano y Gestión Ambiental.

- **Rutas y unidades:** El servicio de poda de áreas verdes se da a través de la sectorización del distrito dependiendo del número de áreas verdes y la dimensión de estas, dentro de estos sectores se establecen pequeñas rutas por día. Las cuadrillas están establecidas por 4 a 5 personas, mientras que se cuentan con dos unidades de transporte (camiones) con capacidad de transporte de 1500 kg, sin embargo, solo una de esas unidades esta exclusivamente dedicada a las actividades de poda, sin embargo, el camión lleno de este tipo de residuos llega solo a 500-700kg aproximadamente

debido al volumen y naturaleza de los residuos y que además solo uno de ellos es para el traslado exclusivo de los residuos de poda.

El servicio brindado por la MDASA tiene una cobertura del 100% que son un total de 109 áreas verdes.

- **Frecuencia:** La actividad de poda se realizan de manera diaria, sin embargo, cada área en específico de césped y arbustos es podada cada mes. Es importante recalcar que la poda estacionaria y/o de rejuvenecimiento de árboles se realiza una vez al año, sin embargo, existen mantenimientos mensuales. Cabe recalcar que las talas de árboles no están permitidas al menos que el árbol ponga el riesgo la integridad de la población. Además de ello, debemos de señalar que, dado que el camión no tiene la capacidad suficiente, tiene que realizar varios viajes provocando que estos residuos tengan que ser acopiados en las fuentes generadoras y que en algunas ocasiones sean recogidos al día siguiente de su acopio.
- **Cantidad promedio recolectada:** La cantidad promedio mensual es de 3 toneladas en pasto y de 3 toneladas en residuos de poda de árboles y arbustos, estas cifras pueden tener variaciones extraordinarias, sobre todo en árboles, dado que pueden llegar a ser hasta 5 toneladas. Sin embargo, este resultado no se asemeja para nada al resultado obtenido del trabajo de campo (Anexo 1) que muestra un aproximado de 26 toneladas al mes.
- **Valorización:** La municipalidad ha comenzado a realizar planes de compostaje con material de restaurantes y una pequeña fracción de las podas (se nos manifestó que solo se usarían residuos de pastos). Cabe destacar que la gestión municipal anterior estuvo realizando compostaje, sin embargo, la actual gestión alegó que se estuvo realizando de manera errónea por la ubicación que tenía el proyecto, por ello decidió detenerlo por completo.
- **Transferencia y disposición final:** La municipalidad de Alto Selva Alegre no realiza la transferencia de los restos de podas dado que tampoco realiza ningún tipo de disposición final adecuada, los residuos de podas son

llevados a torrenteras y una pequeña parte al Relleno Sanitario de Quebrada Honda, es importante mencionar que muchos de los residuos de podas son actualmente incinerados por el personal a cargo para evitar su acumulación a pesar de que esta actividad está prohibida por la gerencia.

Tabla 8: Resumen de Resultados de Estudio de Caracterización.

Resultados	
Número de Áreas Verdes	109
Total de Áreas Verdes	187448.4 m ²
Generación Mensual Total	26170.824 Kg
GPF	0.14 kg/m ²
Generación Anual (aproximada)	314.04989 t/año
Densidad	121.05 kg/m ³
Unidades de transporte	2
Capacidad (para residuos de poda)	500-700 kg
Cobertura	100%
Frecuencia de poda	Diario
Frecuencia de recogido de poda	Casi siempre diario
Rutas	Servicio Sectorizado
Valorización	No
Transferencia	No
Disposición Final	Quebrada onda Incinerados Torrentera

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Fase II: Identificación y calificación de impactos.

4.1.2.1. Identificación de las actividades que pueden causar impactos.

Antes de proceder a la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales, es necesario definir las actividades que interactúan con el ambiente (Tabla 9). Se identificó aquellas principales actividades que se desarrollan en el

proceso de manejo de residuos sólidos orgánicos generados en la actividad de poda en el distrito de Alto Selva Alegre.

Tabla 9: Actividades que pueden causar impacto.

Ítem	Actividad	Descripción de la Actividad
1	Acopio en la fuente de generación	Se refiere a la actividad de juntar los residuos de maleza y de poda en un lugar dentro del área verde. Esta actividad es desarrollada comúnmente al finalizar la poda con la finalidad que estos residuos orgánicos de poda no son recogidos y transportados a la brevedad, ya sea por exceder la capacidad del vehículo o una incorrecta comunicación entre el personal de mantenimiento de áreas verdes y el transporte recolector podría generarse una acumulación de tiempo prolongado.
2	Limpieza de residuos ocasionados por la poda	La limpieza de la fuente generadora se desarrolla después de la actividad, generalmente se utiliza herramientas como rastrillos, escobas y recogedores. La limpieza del área tiene como finalidad acopiarlos o disponerlos al carro recolector.
3	Recolección y transporte de residuos de poda	Es la actividad de recojo de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda desde la fuente generadora y el transporte de los mismo hacia la disposición final.
4	Disposición de residuos de actividad de poda	Esta actividad puede ser variable. Según la información recolectada se refiere la disponerlos en un relleno sanitario, ser arrojados a una quebrada o torrentera o ser incinerados por el personal de mantenimiento de manera indebida, esta última actividad está prohibida por la Subgerencia, pero en algunos casos se desarrolla de manera clandestina.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.2. Identificación de componentes ambientales susceptibles a ser impactados.

Los factores ambientales son un conjunto de componentes del medio físico (atmósfera, agua, suelo, paisaje, etc.), biológicos (flora y fauna), del medio socioeconómico-cultural (actividades económicas, salud, seguridad, restos arqueológicos, etc.) susceptibles a sufrir cambios positivos o negativos a partir de las acciones dadas.

A continuación, en la tabla 10 se presentan los factores ambientales considerados para la identificación de los potenciales impactos que podrían ser producidos por las acciones del proyecto.



Tabla 10: Componentes ambientales susceptibles a ser impactados.

Factores del Medio				Actividades			
Sistema	Subsistema	Factor	Sub - Factor	Limpieza de residuos ocasionados por la poda	Acopio en la fuente de generación	Recolección y transporte de residuos de poda	Disposición de residuos de actividad de poda
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Calidad del suelo		X		X
			Uso de la Tierra		X		X
			Vibraciones				
			Geomorfología				
		Agua	Calidad del agua superficial				X
			Calidad del agua subterránea				X
		Aire	Calidad del aire	X	X	X	X
			Calidad del ruido				
		Flora	Hábitat				
			Cubierta vegetal	X	X		X
	Medio Biótico	Fauna	Diversidad				
			Especies Protegida o endémicas				
			Hábitat				
			Diversidad				
		Paisaje	Especies Protegida o endémicas				
			Fauna Nociva		X		X
		Cultural	Calidad del paisaje				
			Desarmonía		X		X
			Vistas escénicas o panorámicas				
			Vestigios arqueológicos				
Medio Socio Económico	Medio Socio - Cultural	Infraestructura	Monumentos				
			Sitios y objetos históricos arqueológicos				
			Valores históricos artísticos				
			Tráfico Vehicular				
		Humanos	Vías de acceso				
			Red vial afectada				
		Económicos	Calidad de vida		X		X
			Salud y seguridad		X		X
		Economía y Población	Cambio de valor del suelo				
			Economía local				

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.3.Matriz de importancia del impacto.

Tabla 11: Matriz de importancia del impacto en la actividad de Acopio en la fuente de generación

Factores del Medio					Valoración del Impacto													Grado de impacto
Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor	Impacto Ambiental	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia		
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Calidad del suelo	Modificación de las condiciones naturales de los suelos donde son acopiados los residuos de poda.	-1	2	1	2	3	2	2	1	1	2	1	22	Leve	
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Uso de la Tierra	Aglomeración de residuos sólidos.	-1	2	1	3	2	1	2	4	4	1	1	26	Moderado	
Medio Físico	Medio Inerte	Aire	Calidad del aire	Generación de material particulado a causa del acopio de residuos sólidos.	-1	1	2	4	1	1	2	4	1	1	2	23	Leve	
Medio Físico	Medio perceptual	Paisaje	Desarmonía	Ruptura de la armonía urbanística actual.	-1	2	2	4	2	1	1	1	1	2	1	23	Leve	
Medio Socio Económico	Medio Socio-Cultural	Humanos	Calidad de vida	Generación de puntos críticos por acumulación de desechos.	-1	2	1	3	2	1	3	4	1	1	1	24	Leve	
Medio Físico	Medio Biótico	Flora	Cubierta vegetal	Deterioro de la vegetación existente en el lugar de acopio.	-1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	21	Leve	
Medio Físico	Medio Biótico	Fauna	Fauna Nociva	Aparición de especies nocivas a causa del acopio de residuos.	-1	2	2	1	2	1	2	4	1	1	1	23	Leve	
Medio Socio Económico	Medio Socio-Cultural	Humanos	Salud y seguridad	Generación de enfermedades a causa de la aparición de vectores por residuos sólidos acumulados.	-1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	19	Leve	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Matriz de importancia del impacto en la actividad de Limpieza de residuos ocasionados por la poda

Factores del Medio				Impacto Ambiental	Valoración del Impacto												Grado de impacto
Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor		Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	
Medio Físico	Medio Inerte	Aire	Calidad del aire	Generación de material particulado a causa de los procesos de limpieza y barrido del área.	-1	1	2	4	1	1	1	4	4	1	1	-24	Leve
Medio Físico	Medio Biótico	Flora	Cubierta vegetal	Desbroce y deterioro de la cubierta vegetal.	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	1	-21	Leve

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Matriz de importancia del impacto en la actividad de Recolección y transporte de residuos de poda

Factores del Medio					Valoración del Impacto												Grado de impacto
Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor	Impacto Ambiental	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	
Medio Físico	Medio Inerte	Aire	Calidad del aire	Generación de emisiones gaseosas producido por vehículos de transporte.	-1	1	1	3	1	1	4	2	4	1	2	-23	Leve
Medio Físico	Medio Inerte	Aire	Calidad del aire	Generación de material particulado por los procesos de recolección y transporte.	-1	1	1	3	1	1	1	2	4	2	2	-21	Leve

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Matriz de importancia del impacto en la actividad de Disposición de residuos de actividad de poda

Factores del Medio				Impacto Ambiental	Valoración del Impacto													Grado de impacto
Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor		Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia		
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Calidad del suelo	Modificación de las condiciones naturales de los suelos donde son depositados los residuos.	-1	4	2	2	3	3	2	4	1	2	3	-36	Moderado	
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Uso de la Tierra	Pérdida de productividad de los suelos.	-1	2	2	2	3	2	2	1	1	2	3	-26	Moderado	
Medio Físico	Medio Inerte	Tierra	Uso de la Tierra	Desertificación del suelo	-1	4	1	1	3	3	2	1	1	2	3	-30	Moderado	
Medio Físico	Medio Inerte	Agua	Calidad del agua superficial	Escurrimiento de agua.	-1	4	2	2	2	1	2	4	1	2	2	-32	Moderado	
Medio Físico	Medio Inerte	Agua	Calidad del agua subterránea	Filtraciones de agua a través de lixiviaciones.	-1	4	2	2	2	2	2	4	1	2	2	-33	Moderado	
Medio Físico	Medio Inerte	Aire	Calidad del aire	Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano.	-1	8	4	4	3	2	4	4	4	2	2	-57	Alto	
Medio Físico	Medio Biótico	Flora	Cubierta vegetal	Deterioro de la vegetación existente en el lugar de disposición final.	-1	2	2	4	2	2	2	1	1	2	2	-26	Moderado	
Medio Socio Económico	Medio Socio-Cultural	Humanos	Calidad de vida	Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos.	-1	8	4	4	1	3	1	1	4	2	2	-50	Alto	
Medio Socio Económico	Medio Socio-Cultural	Humanos	Salud y seguridad	Incendio a causa de quema de residuos de poda.	-1	4	2	1	2	1	2	1	1	1	2	-27	Moderado	
Medio Socio Económico	Medio Socio-Cultural	Humanos	Calidad de vida	Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.	-1	8	2	4	2	2	2	4	4	1	3	-50	Alto	
Medio Físico	Medio perceptual	Paisaje	Desarmonía	Degradación estética del ambiente	-1	8	2	4	1	1	1	1	4	2	2	-44	Moderado	
Medio Socio Económico	Medio Socio-Cultural	Humanos	Salud y seguridad	Riesgos de daños físicos al personal.	-1	4	1	2	3	1	2	1	1	1	1	-26	Moderado	
Medio Físico	Medio Biótico	Fauna	Fauna Nociva	Aparición de especies nocivas a causa de la disposición final.	-1	8	2	2	2	1	2	4	1	1	2	-43	Moderado	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.4. Descripción de impactos potenciales.

Tabla 15: Descripción de impactos potenciales en la actividad de Acopio en la fuente de generación

IMPACTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Modificación de las condiciones naturales de los suelos donde son acopiados los residuos de poda.	Comprende la alteración de las condiciones físicas y químicas naturales de los suelos donde son acopiados los residuos de poda a causa de la descomposición de estos.	La modificación de las condiciones de los suelos es considerada un impacto no significativo ya que la alteración sobre el suelo no se verá afectada de gran magnitud por la naturaleza que presentan los residuos orgánicos generados en las actividades de poda. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 22, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Aglomeración de residuos sólidos	Se refiere al cambio del uso del suelo ya que originalmente, las áreas verdes brindan el servicio recreativo y ecosistémico, estos servicios son modificados, otorgándose una nueva función de soporte de residuos de podas.	Los residuos generados por las actividades de poda muchas veces son acopiados, determinando su impacto por el periodo de permanencia de estos en las áreas verdes generados puntos de aglomeración, se refiere a un impacto con efecto directo. Con una intensidad de 2, la valoración del impacto es 26, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADA.
Generación de material particulado a causa del acopio de residuos sólidos.	Consiste en el desprendimiento de material (polvo) por el movimiento de los residuos al ser acumulados.	Debido a los procesos de acopio de residuos de poda se genera presencia de material particulado, siendo este impacto considerado como no significativo por la cantidad de residuos manipulada. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 23, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Ruptura de la armonía urbanística actual.	Comprende la ruptura de la armonía urbanística la cual afectaría a los residentes debido al acopio temporal, por cortos o largos periodos, de los residuos de poda.	Dicha modificación de la armonía urbanística es considerada no significativa dado a la magnitud del impacto y también considerando que las áreas en cuestión actualmente se encuentran perturbadas por distintos factores ajenos a la actividad. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 23, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Generación de puntos críticos por acumulación de desechos.	El período de tiempo que comprende la acumulación puede generar el surgimiento de puntos críticos de residuos sólidos afectando la calidad de vida de los vecinos.	La presencia de este impacto se genera a causa de la aglomeración de residuos, ya que los residentes observando la presencia de residuos acumulados depositan sus residuos domésticos en estos puntos, incrementando la cantidad y provocando la generación de puntos críticos. Sin embargo, por las cantidades de los mismos, este impacto es considerado no significativo. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 24, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Deterioro de la vegetación existente en el lugar de acopio.	Los residuos sólidos de poda se aglomeran encima de la vegetación alterando sus condiciones.	El deterioro de la vegetación existente es considerado no significativo debido a la naturaleza de los residuos ya que estos no representan peligro nocivo para la presencia de flora del área. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 21, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Aparición de especies nocivas a causa del acopio de residuos.	Se refiere a la aparición de vectores a causa del surgimiento de puntos críticos de residuos sólidos que pueden afectar a la población y vegetación del área cercana.	Este impacto representa la posible generación de fauna nociva como insectos y ratas, este impacto no se considera significativo debido a la baja probabilidad. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 23, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Generación de enfermedades a causa de la aparición de vectores por residuos sólidos acumulados.	La aparición de vectores trae consigo enfermedades que afectan a la población	Debido a la presencia de vectores originados en los puntos críticos existe la posibilidad que se generen enfermedades en los residentes. Por la baja probabilidad este impacto se considera no significativo. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 19, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Descripción de impactos potenciales en la actividad de Limpieza de residuos ocasionados por la poda

IMPACTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Generación de material particulado a causa de los procesos de limpieza y barrido del área.	Se genera a causa de los procesos de limpieza y barrido que se ejercen sobre la tierra provocando la elevación del material particulado por las características de la actividad.	Debido a la naturaleza de la actividad se evidencia generación de material particulado, sin embargo, este impacto no es significativo ya que los procesos se realizan periódicamente terminada la actividad y se puede atribuir esta generación a procesos naturales del comportamiento del viento. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 24, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Desbroce y deterioro de la cobertura vegetal.	Comprende el retiro y daño de la cubierta vegetal por la manipulación que ejercen las herramientas de limpieza y barrido durante la actividad.	Este impacto se manifiesta a causa de la manipulación de la escoba o rastrillo sobre la vegetación ejecutando la actividad de limpieza, debido a la presencia de vegetación introducida y resistente como el pasto, este impacto no es significativo ya que dicha vegetación no sufre daños extremos ni irreversibles. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 21, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 17: Descripción de impactos potenciales en la actividad de Recolección y transporte de residuos de poda

IMPACTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Generación de emisiones gaseosas producido por vehículos de transporte.	Se genera a causa del traslado de los residuos de poda por vehículo recolector, las emisiones emitidas son por los procesos de combustión de la unidad.	La generación de emisiones gaseosas por la combustión de la unidad de transporte de residuos sólidos, es considerada no significativa debido a que solo se posee dos unidades de transporte y que tránsito de los vehículos en las condiciones actuales también generan emisiones gaseosas. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 23, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Generación de material particulado por los procesos de recolección y transporte.	Comprende la generación de material particulado al cargar los residuos a los vehículos	La presencia de este impacto es considerada no significativa debido a que el levantamiento de material particulado en la recolección es en mínimas cantidades y la cantidad de vehículos de transporte es reducida, manifestándose el impacto en área ya perturbada antrópicamente. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 21, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 18: Descripción de impactos potenciales en la actividad de Disposición de residuos de actividad de poda

IMPACTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Modificación de las condiciones naturales de los suelos donde son depositados los residuos.	Alteración de las propiedades físico químicas de los suelos por la sobrecarga y descomposición de los residuos de poda en su disposición final.	Representa a un impacto no significativo ya que la alteración sobre el suelo no se verá afectada de gran magnitud por la naturaleza que presentan los residuos orgánicos generados en las actividades de poda, sin embargo, la acumulación de estos y la mezcla con residuos domésticos podría agravar el impacto. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 36, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADO.
Desertificación del suelo	Se refiere a la pérdida de propiedades productivas de los suelos a causa de la presencia y aglomeración de residuos sólidos en ellos.	Este impacto es considerado no significativo ya que las condiciones naturales actuales de los suelos donde son depositados los residuos no presentan propiedades productivas así que la afectación sobre los mismo es mínima. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 24, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA LEVE.
Escorrentamiento de agua.	Se refiere a la mezcla de lixiviados con cuerpo de agua provocando el escorrentamiento de contaminantes derivados de los residuos orgánicos.	Este impacto se manifiesta cuando los residuos son depositados en quebradas o torrenteras y en tiempo de lluvias son expuesto al escorrentamiento. Se considera un impacto no significativo ya que los residuos de podas no se consideran residuos peligrosos y los cauces de agua solo generarían transporte de los mismos. Con una intensidad de 1, la valoración del impacto es 32, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADA.
Filtraciones de agua a través de lixiviaciones.	Comprende la contaminación de aguas subterráneas por la filtración de lixiviados generados a partir de los procesos de descomposición de los residuos de poda.	En las torrenteras y botaderos los residuos de podas acumulados se descomponen en un proceso incontrolado que puede infiltrarse y dispersarse en las aguas subterráneas, estos pueden mezclarse con otros lixiviados, por lo que tiene una acumulación e intensidad de 4. Siendo considerado por su importancia NEGATIVO MODERADO
Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano.	Comprende la producción y la dispersión de gases de efecto invernadero a causa de la descomposición de grandes toneladas acumuladas de residuos de poda	La disposición de residuos de poda sin que tenga un tratamiento previo puede llegar a liberar hasta 10 veces más gases de efecto invernadero por año, incluyendo el gas metano. Este impacto tiene un grado alto (-57) por lo que su importancia es considerada NEGATIVA ALTA.
Deterioro de la vegetación existente en el lugar de disposición final.	Se refiere a daños causados a la vegetación presente en el lugar de disposición de residuos sólidos.	Los residuos dispuestos en el terreno donde existe vegetación causan deterioro de la misma por inhibir muchas de sus funciones y dañarla severamente. Los lugares donde son dispuestos actualmente los residuos orgánicos carecen de vegetación por lo que no se considera un impacto significativo. Con una intensidad de 2 , la valoración del impacto es 26, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADA.

IMPACTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos.	La presencia de grandes cantidades de residuos sólidos generados por las actividades de poda provoca una alteración negativa percibida por los residentes manifestándose de esta manera el impacto.	La constante presencia de residuos acumulados en lugares expuestos puede deteriorar el paisaje y afectar la salud humana debido a que provoca estrés afectando la calidad de vida de la comunidad. Este impacto se genera de manera inmediata considerado significativo. Con una intensidad de 8, la valoración del impacto es 50, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA ALTA.
Incendio a causa de quema de residuos de poda.	Se refiere a la probable generación de incendios provocados por la mala manipulación de los residuos de poda, ya que una de las maneras de disposición final manifestadas fue la quema de los desechos por el personal.	Debido a la ocurrencia del impacto este no se considera significativo, sin embargo, se sabe de varios casos en que la quema de residuos deriva en incendios incontrolables, afecta a la vegetación aledaña, suelo y agua. Con una intensidad de 4, la valoración del impacto es 27, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA ALTA.
Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.	Comprende la acumulación de residuos de podas en grandes cantidades y a la mezcla de los mismos con los residuos domésticos, en muchos casos estos puntos críticos son generados en los causes de torrenteras desatando más impactos derivados.	Considerando este impacto significativo ya que la acumulación de residuos sólidos tiene una intensidad muy alta porque esto puede derivar en muchos otros impactos que afectan a diversos factores lo que deteriora la calidad de vida directamente. Con una intensidad de 8, la valoración del impacto es 50, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA ALTA.
Degradación estética del ambiente	Consiste en la alteración del paisaje por la acumulación de los residuos de poda generando una percepción negativa en la población que observa los puntos críticos.	La degradación estética del ambiente por la disposición de residuos inadecuada provoca que los lugares de acopio se vean como lugares desagradables, no se considera significativo ya que el depósito de estos residuos se da en áreas ya degradadas estéticamente. Con una intensidad de 8, la valoración del impacto es 44, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADA.
Riesgos de daños físicos al personal.	Este impacto se refiere a la probabilidad de que se ocasionen accidentes provocando daños al personal encargados de la disposición final de los residuos de poda.	Las condiciones en que se manejan los residuos sólidos no son siempre las más adecuadas, debido a la naturaleza de los residuos y su baja peligrosidad este impacto no se considera significativo. Con una intensidad de 4, la valoración del impacto es 26, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADA.
Aparición de especies nocivas a causa de la disposición final.	Comprende la aparición de vectores como ratas, ratón o insectos por la acumulación de residuos como consecuencia de la mezcla de residuos domésticos y los residuos de poda.	Este impacto es acumulativo dado que, a condiciones no controladas, pueden llegar a aparecer diferentes tipos de vectores que se reproducen rápidamente generando otros impactos sobre la población y el medio ambiente. Con una intensidad de 8, la valoración del impacto es 43, por lo que su importancia es considerada NEGATIVA MODERADA.

Nota: Los impactos pintados en amarillo son aquellos de carácter “Significativo”

Fuente: Elaboración Propia

La identificación y calificación cualitativa de los impactos ambientales que se pueden generar a consecuencia del ejercicio de la disposición final es un resultado que refleja un diagnóstico situacional.

La obtención de 24 impactos ambientales de los cuales en su totalidad son impactos negativos da a conocer la situación ambiental que está generando los residuos de poda al carecer de un proceso de valorización. También a partir de ellos se concluye que existen tres impactos de gran significancia encontrados en la actividad de disposición final.

Soria (2018) en su investigación manifiesta varios impactos ambientales generados por la falta disposición final de los residuos orgánicos, menciona ocho impactos negativos, sin embargo, en el desarrollo de nuestra investigación se considera que esta es una cantidad muy reducida ya que no considera factores ambientales, sub factores ambientales, ni actividades ejecutadas por ello el listado de impactos que tiene se ve ampliado en nuestra investigación para poseer datos más completos.

4.1.3. Fase III: Determinación de alternativa de valorización y propuesta del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos

4.1.3.1. Determinación de alternativas

4.1.3.1.1. Selección de criterios

Para lograr la determinación de alternativas para la propuesta de valorización de los residuos de poda aplicamos la Matriz de Pugh en donde el primer paso para su elaboración fue la determinación de criterios.

Dichos criterios fueron seleccionados considerando la Pautas para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública a nivel de Perfil otorgado por el MEF (MEF, 2011) y otros considerados por los evaluadores dando prioridad a las experiencias en planes de gestión municipal.

Los criterios aplicados son:

- **Materia Prima:** Este criterio describe la materia necesaria para la aplicación de cada alternativa y si la materia a disposición (restos de poda) es la requerida, otorgando el mayor número a la alternativa que valore el mayor porcentaje de residuos orgánicos de las actividades de poda. Su grado de relevancia es de 4 unidades ya que la elección de la alternativa debe poder aplicarse para lograr la valorización total o parcial de este material específico en gestión.
- **Tecnología:** Este criterio se refiere a la disponibilidad de equipos o tecnologías especializadas que necesita cada alternativa evaluada y el acceso a ellas, considerando el mayor número a aquella alternativa que requiera de tecnologías sencillas de implementar. Su grado de relevancia es de 3 unidades debido a que se debe contar con tecnologías sencillas que puedan ser encontradas en el mercado local y de rápida distribución sino la aplicación de la alternativa sería inviable.
- **Tiempo:** Describe el tiempo que se necesita para lograr resultados en el proceso de valorización, otorgando el número más alto a la alternativa más rápida de lograr resultados. Su grado de relevancia es de 2 ya que este criterio es medianamente importante porque a más tiempo empleado para la obtención de resultados se incrementa el presupuesto destinado al proyecto generando más gastos en servicios y en personal.
- **Mitigación de impactos significativos:** Este criterio busca evaluar si las alternativas propuestas logran presentar beneficios ambientales con su aplicación considerando el número más alto a la alternativa con mayores beneficios y el menor aquella que no resuelva o atenué los impactos significativos. Su grado de relevancia es de 2 ya que se considera relevante que las alternativas logren mitigar los impactos significativos por lo que la aplicación tiene el propósito final de la reducción de la contaminación causada por los residuos sólidos.

- **Riesgos ambientales:** Este criterio se refiere a la probabilidad de presencia de alteraciones en un factor ambiental con la aplicación de las alternativas de valorización, calificando con el número 2 a aquella alternativa que no presente probabilidad impactos negativos. Su grado de relevancia es de 2 ya que es importante considerar la probabilidad de presencia de impactos negativos, pero sin embargo estos impactos serian nulos con una correcta gestión y aplicación de la alternativa.
- **Costo:** Se refiere al presupuesto destinado para el proyecto en búsqueda de optimizar el uso de los recursos públicos. Se calificará negativamente a la alternativa que posee mayor presupuesto para su aplicación y se le asignará el mayor número a aquella alternativa que sea más económica de implementar. Su grado de relevancia es de 3 ya que es importante considerar los presupuesto para lograr la aprobación del plan de valorización, si se tratase de una alternativa muy costosa es probable que se rechace o postergue su inversión.
- **Personal capacitado:** Evalúa la necesidad de contar con personal capacitado para la aplicación de alternativas de valorización. Se calificará negativamente a la alternativa que requiera personal más especializado o con capacitación y se le asignará el mayor número a aquella alternativa que requiera personal poco calificado que posea capacitaciones. Este criterio presenta un grado de relevancia bajo (1) por lo que es factible la presencia de un ingeniero, técnico u obreros que puedan ser capacitados a través alianza con entidades involucradas (ONG, Universidades, etc). Estas capacitaciones son factibles a personal que pueda ser contratado para la aplicación de este proyecto en específico o a personal con contrataciones ya establecidas que pueda rotar en sus funciones incluyendo estas nuevas actividades.

4.1.3.1.2. Análisis de Alternativas.

Frente a los criterios propuesto se realizó un análisis de cada alternativa en consideración a cada uno de los criterios calificándolos en una escala de -2 a 2 referente a la efectividad y al cumplimiento que presenta

- **Alternativa 1: Compostaje**

- **Materia Prima:**

La materia prima necesaria para realizar el compostaje puede ser únicamente los residuos de poda, sin embargo, para obtener un compost de calidad se requiere hacer un balance C/N, para lo cual se debe utilizar otros componentes como guano de animales, residuos de mercados seleccionados, aserrín, cal, entre otros; en cualquiera de estos casos, los residuos de poda constituyen un componente esencial, por lo cual podemos afirmar que la poda será utilizada casi en su totalidad. Por lo expuesto, se coloca un puntaje de 2 a la materia prima.

- **Tecnología Requerida:**

El compost es un método que puede tener diferentes procedimientos que pueden requerir maquinaria especializada o puede realizarse de manera sencilla e incluso casera. Al tratarse de un distrito que genera una gran cantidad de residuos de poda, deberemos considerar una tecnología que logre tratar una mayor cantidad.

La materia prima para la realización de compostaje inicialmente tiene un tratamiento que consiste en transporte, recepción, segregación, humidificación y reducción de biomas. A continuación, se detalla los principales instrumentos, maquinarias o equipos necesarios (no se detallan herramientas de trabajo como palas, equipos de protección, carretillas, entre otras)

Elaboración de compostas: un montacargas dependiendo de la cantidad. Es importante mencionar que en este caso se debería de hacer uso de una máquina trituradora de apropiadas dimensiones (según la cantidad) para las ramas de poda.

Reducción de biomasa: en este proceso se da la fermentación que también depende del método que se escoja.

Una vez elaboradas las compostas se debe remover el compostaje con palas o con un vehículo minicargador para dar el volteo y aireación, pues acelera el proceso de descomposición, elevando la temperatura necesaria para la destrucción de los

patógenos presentes en los desechos (Metcalf & Eddy, 2003). Se pueden usar suministradores de oxígeno de manera pasiva o forzada, a través de difusión molecular y el movimiento natural del aire, o por el uso de ventiladores, o a través de la succión del aire que se mueve a través de los materiales de compostaje (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

Es necesario contar con aparatos que midan diferentes parámetros como tamaño de partícula, pH, temperatura y humedad. A su vez, también puede hacerse uso de laboratorios que midan parámetros como la relación carbono-nitrógeno, generación de CO₂, GEI (gases de efecto de invernadero) y concentración de oxígeno (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Humidificación: comprende todos los equipos necesarios para lograr la distribución de agua durante el proceso de compostaje, por ejemplo, mangueras o un sistema de riego de mayor eficacia como aspersores. En este punto, debemos resaltar que el compost no debe perder la humedad para lo cual debe estar bajo sombra para lo cual se deben tomar las medidas necesarias.

Por estos datos, se colocó el puntaje de 2, dado que las tecnologías requeridas no son altamente especializadas, fáciles de adquirir, y pueden ser aprovechadas para otros fines municipales. De hecho, actualmente la municipalidad de ASA cuenta con camiones montacargas.

- **Tiempo:**

Según la FAO (2013), el proceso de compostaje tiene una duración que puede variar de 4 a 6 meses donde estará listo para ser cernido y usado como fertilizante. Cabe mencionar, que existen diferentes tipos de aditivos capaces de acelerar el proceso, estos suelen estar compuestos de microorganismos o guanos, lo cual llevaría a la reducción hasta de un mes, sin embargo, su uso no es indispensable. Por este motivo, se decidió colocar el puntaje de -2, porque ese método tiene una larga duración.

- Mitigación de Impactos:

Impacto Significativo	Descripción	Mitigación
Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano.	El compostaje aeróbico de R.S.O. es capaz de disminuir hasta el 90% las emisiones de GEI por año, como el CH ₄ , N ₂ O, CO ₂ en comparación con los rellenos sanitarios (Pierini & Ratto, 2015).	Si
Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos.	Para tratar con una gran cantidad de material se requiere una planta que tenga las dimensiones necesarias, por lo cual esta debe estar ubicada en una zona estratégica. La planta recibiría el material de residuos de poda. Esto evitaría la aglomeración de residuos de poda que afectan el paisaje.	Si
Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.	La elaboración de compost de buena calidad debe buscar una proporción C/N de 25-30/1, de manera práctica se podría decir que son tres partes de materiales secos (ramas), una de estiércol, y material fresco (hojas de árboles, arbustos, pastos, etc) (Palmero Palmero, 2010). Lo que demuestra la alta necesidad de este material por lo cual la planta recibiría la poda sin que se generen puntos críticos en otras zonas.	Si

Esto demuestra que los impactos significativos serían solucionados, por lo tanto, el puntaje otorgado es de 2.

- Riesgos Ambientales:

La descomposición de residuos sólidos orgánicos genera la emisión de gases de efecto invernadero, el proceso de compostaje genera gases de efecto invernadero por la descomposición de los residuos por la actividad microbiana (Pierini & Ratto, 2015), este es un proceso inevitable y necesario, sin embargo, un mal manejo de las condiciones (como humedad o temperatura) del compostaje puede llegar a generar GEI de manera extraordinaria. Otros de los motivos que pueden generar

esto es la falta de aireación, mal manejo de catalizador o el tipo de guano que se utiliza. Para evitar este tipo de riesgos es necesario, dar una correcta aireación y humidificación de los residuos sólidos orgánicos. Por este motivo se ha calificado con -1.

- **Costo:**

Dado que el compostaje no tiene altos requerimientos de equipos, el costo sería bajo. La única maquinaria necesaria, tratándose de material de poda, sería la trituradora. Los materiales no serán comprados. Actualmente la municipalidad cuenta con un montacargas. Por lo que su puntaje sería de 2.

- **Personal calificado:**

Por las características expuestas podemos afirmar que se requiere de una persona que logre controlar los parámetros periódicamente, como un profesional o técnico con conocimientos afines a esta materia, y un grupo de obreros para los trabajos de riego, volteo, recolección y transporte de material. Por esto, se colocó un puntaje de -1 puesto que no se requiere de un personal altamente calificado.

• **Alternativa 2: Pellets**

- **Materia Prima**

La materia esencial para la realización de pellets es la madera, por lo cual se podría afirmar que los restos de poda que son ramas se pueden usar, sin embargo, se requieren de los estudios previos necesarios para determinar la eficacia de este material. Además, se debe de considerar la gran variedad de especies de arbustos y árboles con que cuenta la municipalidad. Por lo que se puede decir que la materia prima aún no es fija y si es que los pruebas dieran un resultado exitoso, aun así, esta alternativa no utilizaría los restos de poda verde (hojas, pastos y frutos).

Por lo expuesto, en esta categoría se otorga un puntaje de -2.

- **Tecnología requerida:**

Para describir este criterio, describiremos el proceso para realizar pellets para lograr describir la tecnología que este requiere.

- Reducción del tamaño: para la realización de pellets se debe llevar acabo la máxima reducción posible de los residuos de poda de manera homogénea, prácticamente, hasta que tengan un tamaño similar al de aserrín para que luego sean compactados. Para esto se requerirá de una máquina trituradora que tenga la capacidad de llevar estos materiales tamaños diminutos, puesto que el obtener partículas de menores dimensiones facilita el proceso de secado (López Moreno, 2017). Dentro de este proceso se sugiere retirar la corteza de las ramas para evitar la contaminación del producto (Naturpellet, 2015)
- Secado: Uno de los parámetros más importantes para la elaboración de compost es la humedad que posee la materia a tratar, el contenido de humedad debe encontrarse en un rango inferior a 10% (Nojek Barbieri, 2009), para esto se requiere de un horno o estufa que logre secar al máximo posible la materia recolectada; para determinar la humedad de los materiales se debe hacer uso de un medidor de humedad (higrómetro). Debemos de mencionar que, para obtener mejores resultados, se debe de realizar pruebas que determinen la humedad inicial de los residuos de poda.
- Compactación: es en esta etapa donde se realiza la pelletización del material, para lo cual se requiere de maquinarias altamente especializadas (teniendo en cuenta la cantidad de material) que mediante la aplicación de gran presión y temperatura forman cilindros compactos (López Moreno, 2017).

Por este motivo se ha colocado un puntaje de -1 en este criterio.

- **Tiempo**

El tiempo para realizar Pellets depende de la maquinaria utilizada, dado que existen equipos que logran hacer todo el proceso en dos días, considerando el secado de material, sin embargo, en un proceso con una maquinaria menos especializada, el proceso tardaría de 5 a 7 días (Naturpellet, 2015). Por lo cual se ha colocado un puntaje de 2.

- Mitigación de Impactos

Impacto Significativo	Descripción	Mitigación
Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano.	Dado que esta tecnología utilizaría solo a los restos de materia seca que corresponden a ramas, se excluiría la materia verde. Y como es sabido, estos restos orgánicos son los más generados y capaces de producir impactos negativos. Por lo tanto, no mitiga el impacto.	No
Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos.	Este impacto sería reducido parcialmente, dado que se aminora la cantidad de material seco y no el verde, por lo que seguiría existiendo la aglomeración de residuos y persistiría el deterioro del paisaje. No se mitiga el impacto.	No
Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.	Por los motivos ya expuestos en los anteriores impactos, tampoco se lograría solucionar este último impacto.	No

Dado que no se solucionarían ninguno de los impactos, el puntaje otorgado es de -2.

- Riesgos Ambientales

El principal riesgo ambiental se da cuando se realiza el triturado y pelletización de la materia prima, existe el riesgo de que el producto se esparza, emitiéndose PM 2.5 Y 10, lo que genera posible contaminación que dañe la salud de los colaboradores. Durante esta fase se producen emisiones sonoras que pueden llegar hasta 10000 Hz (h2t Consultores, 2017).

Los hornos utilizados pueden llegar a causar olores desagradables lo que afectaría a la calidad de vida (Kistler, y otros, 2012). Además, pueden generar emisiones atmosféricas en forma de gases de combustión, cenizas y material particulado.

Por esto, esta tecnología recibe una puntuación de -1.

- **Costo**

Este es un método que tiene maquinarias especializadas exclusivamente para pellets que aún no se encuentran en el mercado nacional debido a que esta tecnología aún no ha sido muy utilizada en nuestro país, por lo que sería necesario importarlas. Por esto, se ha colocado una calificación de -2.

- **Personal Calificado**

Existen muy pocas empresas en Perú que realizan pellets porque es un método relativamente joven, por lo que hace falta investigaciones y experimentación acerca de este método en nuestro país. Por lo tanto, podemos afirmar que se requiere de personal altamente calificado si es que se desea implementar este proceso. Por esto, se colocó un puntaje de -2.

• **Alternativa 3: Biogás**

- **Materia Prima:**

La producción de Biogás requiere residuos orgánicos de origen vegetal y animal los cuales aseguren el desarrollo de la actividad microbiana en el sistema. Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles presentan estos elementos en proporciones adecuadas. La calidad y cantidad del producto tiene estrecha relación con la composición y naturaleza de los residuos utilizados.

Los niveles de nutrientes deben de estar por encima de la concentración óptima para las metanobacterias.

El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas, en términos generales, se considera que una relación C/N óptima que debe tener el material “fresco o crudo” es de (30/1) (Varnero Moreno, 2011).

Comparando estos requerimientos con los valores de nutrientes que poseen nuestros residuos (Tabla 7), podemos deducir que sobrepasan la relación de C/N necesitada, y las grandes proporciones de residuos de origen animal dificulta la aplicación de esta alternativa, solucionando la gestión de residuos agrícolas y ganaderos. Por lo expuesto decidimos otorgarle una calificación de -1.

- **Tecnología Requerida:**

Para la aplicación de la esta alternativa es importante disponer de ciertos equipos de distribución, purificación y tratamiento del biogás generado en el biodigestor según el manual de biogás otorgado por la FAO, con el objeto de conseguir que este sea apto para el consumo y logre remover contaminantes que pueden estar presentes en la corriente gaseosa. Los principales equipos requeridos son (Varnero Moreno, 2011):

- Implementos de distribución de biogás como Mangueras flexibles, Juntas, acoples y válvulas.
- Flujómetro el cual permite una medición rápida de volumen de biogás utilizado.
- Manómetros son utilizados para realizar mediciones de nivel de presión de la línea de distribución de biogás. Esto es determinante para mantiene un apto valor de presión para poder hacer uso de los artefactos domésticos.
- Filtro desulfurizador cumple con la extracción del sulfuro de hidrógeno que es componente natural del biogás. Este H_2S es muy corrosivo y, por lo tanto, su eliminación es importante para garantizar una mayor vida útil de los equipos domésticos usados a biogás.
- Filtro deshidratador permite la extracción del vapor de agua que se encuentra de manera natural en el biogás.

Considerando que estos son los materiales más básicos para un biorreactor, y los equipos o instrumentos incrementan su complejidad en referencia de las cantidades y en tipo de biorreactor, por ello se asignó una calificación negativa (-1) tomando en consideración lo expuesto en el Manual del Biogás de la FAO.

- **Tiempo:**

El tiempo en la obtención del biogás tiene una estrecha relación con el tiempo de retención hidráulica (TRH). Las bacterias requieren de un cierto tiempo para degradar la materia orgánica. La velocidad de degradación depende en gran parte de la temperatura, por lo que es variable según temporadas y zonas, sin embargo, podemos establecer un rango de producción que varían entre 30 a 60 días (Varnero Moreno, 2011).

También es importante considerar que en un sistema de carga diaria (régimen semi-continuo), el tiempo de retención va a determinar el volumen diario de carga que

será necesario para alimentar al digestor logrando arrojar resultados de producción de manera más continua.

Por lo tanto, considerando lo citado se otorgó una calificación de -1 ya que los resultados no son inmediatos, pero tampoco significan un periodo prolongado para su obtención.

- Mitigación de impactos:

La alternativa en evaluación debe solucionar los impactos significativos que se determinaron en la fase anterior, logrando de esta manera la obtención de su calificación de manera positiva si logra una mitigación de los mismos.

Impacto Significativo	Descripción	Mitigación
Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano.	Un beneficio significativo es la reducción de la presión en los rellenos sanitarios y la mitigación de emisiones gaseosa (Varnero Moreno, 2011) a través de la introducción de los residuos al proceso.	Si
Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos.	Debido al tratamiento que reciben los residuos orgánicos con esta alternativa estos no son depositados en los rellenos ni en botaderos informales eliminando la alteración y degradación del paisaje	Si
Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.	A través de este proceso de valorización se lograría eliminar la presencia de puntos críticos ya que estos residuos serian transportados a la planta para su aprovechamiento	Si

Debido a la posibilidad de la mitigación de todos los impactos significativos se le otorga una calificación positiva de 2 unidades (2)

- **Riesgos Ambientales:**

Se identificó que una mala combustión en el reactor puede presentar óxidos de carbono, azufre y nitrógeno (Soluciones de Ingeniería Energética Aplicada, S.L, 2017). Esto se desarrolla en un mal proceso de biocombustión como un exceso de aire superior al 65%, en estas condiciones aparecer inincinerados y presencia de CO también hidrocarburos no incinerados emitidos por el escape puede presentar una contaminación atmosférica (Soluciones de Ingeniería Energética Aplicada, S.L, 2017). Con estos datos se puede afirmar que existe presencia de contaminantes si se desarrolla un mal proceso en la obtención de biogás otorgando una calificación de negativa de uno (-1) a causa de la presencia de estos riesgos.

- **Costo:**

Una planta de para la producción de biogás necesita destinar presupuesto para la recolección de materia prima, producción y almacenamiento del biogás y efluentes, y su transporte. El almacenamiento del biogás es la actividad que presenta elevados presupuestos. De igual manera los altos inversión inicial para poner en ejecución una planta de biogás dificulta la aplicación de esta alternativa para la valorización de residuos de poda del distrito de ASA (Hilbert J., 2007); por ello se le otorga una calificación de negativa de dos unidades (-1).

- **Personal calificado:**

Debido a la complejidad de procesos para la obtención de biogás y al monitoreo constante que se realiza a los parámetros de producción es que se requiere personal que posea especialización en manejo que plantas o ingenieros que tengan conocimiento de balance de materia y procesos químicos. Por lo tanto, se considera una calificación de (-2) por la necesidad de personal calificado

● **Alternativa 4: Biochar**

- **Materia Prima:**

Teóricamente se puede aprovechar cualquier tipo de biomasa, desde residuos agrícolas, forestales y de granja hasta residuos domésticos e industriales (Guerra Laura, 2015). Las materias primas que se requieren para la obtención de biochar y las propiedades deseadas del producto se encuentra relacionadas a los métodos de producción empleados.

Por esta afirmación se otorga la calificación positiva de dos unidades (2) ya que con la aplicación de esta tecnología se podría gestionar una gran proporción o la totalidad de los residuos de poda.

- Tecnología Requerida:

La producción de biochar se basa en el proceso de pirolisis y en menor grado en el proceso de gasificación (Guerra Laura, 2015).

En la pirolisis se realiza una descomposición termoquímica en donde los residuos orgánicos son convertidos en un sólido rico en carbono (biochar) y en materia volátil.

Existen dos tipos de procesos de pirolisis: pirolisis lenta y pirolisis rápida.

La pirolisis lenta es la tecnología más utilizada; muestra como características velocidades lentas de calentamiento, con temperaturas alrededor de los 400°C (Guerra Laura, 2015). En la pirolisis lenta el enfoque principal es la producción de biochar.

Por otro lado, la producción de biochar mediante pirolisis rápida está típicamente reservada para la producción de energía.

Para la preparación del residuo comúnmente se utiliza una trituradora y estufas para los procesos de trituración y secado respectivamente, y para la obtención de biochar es necesario contar con una mufla u horno y reactor de pirolisis manteniendo un estricto control de las velocidades de calentamiento y temperaturas en atmósferas controladas de oxígeno (Hernandez Morales & Piñeros Avendaño, 2017).

Por los grandes requerimientos de equipos y maquinarias esta tecnología refleja un grado de complejidad dificultando la adquisición del material por lo tanto es calificada con -2 en la matriz de Pugh.

- Tiempo:

Este proceso es inmediato, es decir desde que entra el residuo a esta alternativa de valorización se obtiene producto en tiempos cortos también es de consideración el tiempo de desarrollo dependiendo de la tecnología, el proceso puede llegar a tardar varias horas.

El tiempo empleado para obtener resultados es de horas siendo comparada esta alternativa de valorización con las demás que se extienden en días y meses, se proporciona una calificación positiva de (2).

- Mitigación de impactos:

La valorización a través de los procesos para la obtención de biochar debe erradicar o mitigar los impactos significativos que se determinaron en la fase anterior, logrando de esta manera la obtención de su calificación de manera positiva si logra una mitigación de los mismos.

Impacto Significativo	Descripción	Mitigación
Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano.	La valorización a través del biochar logra frenar las emisiones generadas por la descomposición de los residuos orgánicos sin tratamiento. Además, es considerable agregar que el producto del biochar es un material potencial de secuestro de carbono (Gonzáles Vila & Rosa Arranz, 2017).	Si
Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos.	De la misma manera, a través de una correcta gestión de residuos de poda, se eliminará puntos de acumulación los cuales deterioraban el paisaje urbano.	Si
Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.	Esta tecnología logra erradicar los puntos críticos por la acumulación de los residuos en estudio, ya que a través de la valorización elimina la mala disposición final en cauces y torrenteras.	Si

Debido a la posibilidad de la mitigación de todos los impactos significativos se le otorga una calificación positiva de 2 unidades (2)

- **Riesgos Ambientales:**

La producción de biochar minimiza las emisiones producidas por la descomposición de residuos sólidos, sin embargo, si los procesos no son controlados pueden tener un impacto negativo en la propia operación de las instalaciones como en sus emisiones al medio ambiente.

Debido a las manifestaciones de impactos negativos en varios casos de estudio, esta alternativa es calificada de manera negativa con un valor de -1, pudiendo evitarse estos riesgos con un manejo adecuado de los procesos.

- **Costo:**

Por la complejidad de la obtención de maquinaria y equipos se considera una tecnología costosa, que si bien logra arrojar resultados favorables el costo de inversión es alto por lo que la calificamos con un valor de (-2).

- **Personal calificado:**

La necesidad del control de parámetros en un proceso de pirolisis es fundamental, por ello el requerimiento de técnicos o ingenieros que logren controlar las condiciones aptas para el desarrollo de esta tecnología de valorización y obtengan de biochar de calidad. Por lo tanto, se considera una calificación de (-2) por la necesidad de personal calificado.

4.1.3.1.3. Matriz de Pugh

Los resultados obtenidos en el análisis de cada una de las alternativas frente a cada criterio fueron digitalizados en la Matriz de Pugh para la evaluación y la obtención de la alternativa que cumpla y pueda ser realizada en ámbito municipal.

Tabla 19: Determinación de la alternativa (Matriz de Pugh).

Criterios	Alternativas de Diseño				Grado de relevancia
	Compostaje Aeróbico	Pellets	Biogás	Biochar	
Tecnología requerida	2	-1	-1	-2	3
Tiempo	-2	2	-1	2	2
Mitigación de Impactos Significativos	2	-2	2	2	2
Riesgos ambientales	-1	-1	-1	-1	2
Costo	2	-2	-1	-2	3
Personal calificado	-1	-2	-2	-2	1
Materia prima	2	-2	-1	2	4
Suma positivos (+)	8	2	2	6	
Suma negativos (-)	-4	-11	-7	-7	
SUMA TOTAL	17	-21	-12	-0	

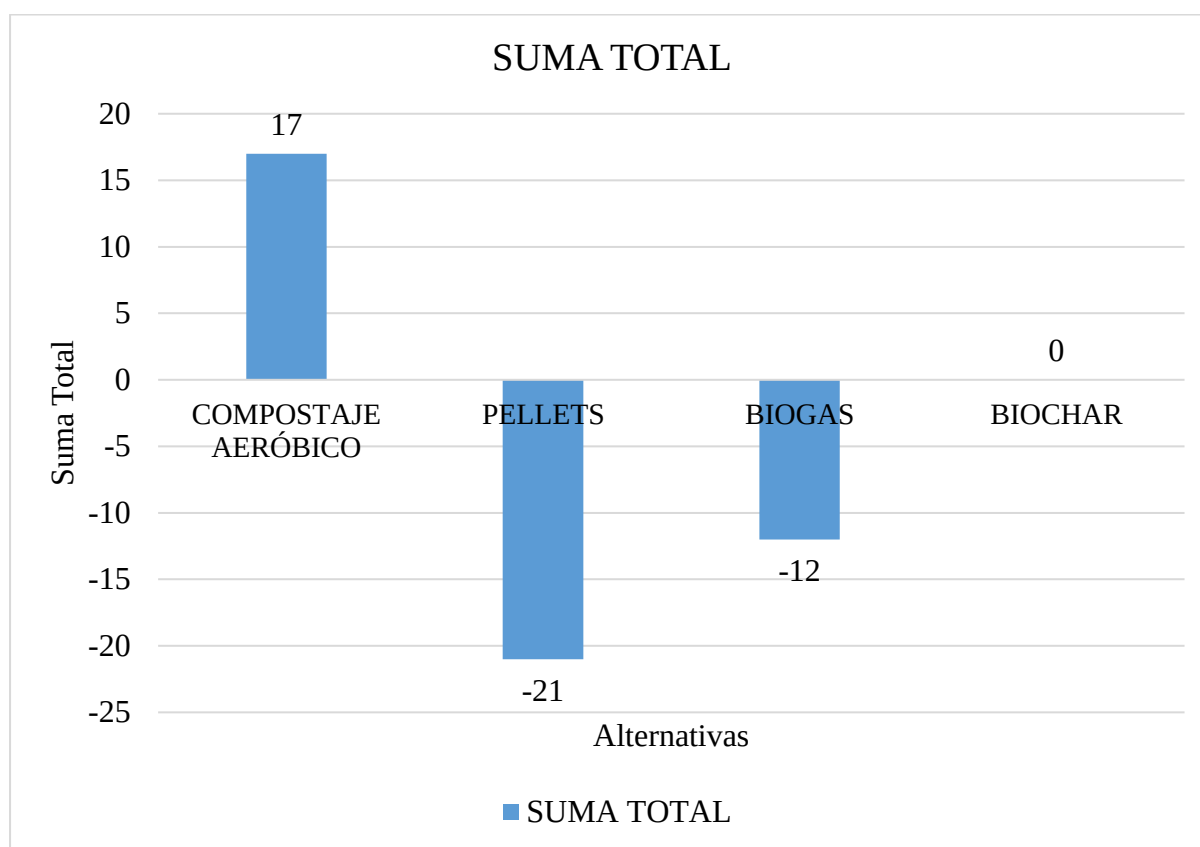
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Significado de los valores en la matriz de Pugh

	Tecnología requerida	Tiempo	Mitigación de impactos	Riesgos ambientales	Costo	Personal capacitado	Materia prima
2	Simple requerimientos tecnológicos	Resultados inmediatos	Mitiga todos los impactos significativos	No presenta riesgos ambientales.	Requiere bajos costos	No requiere personal calificado ni capacitado	Logra valorizar en su totalidad la materia prima en estudio
1	Pocos requerimientos tecnológicos	Resultados a corto plazo	Mitiga dos de los impactos significativos	Presenta baja probabilidad de presentar riesgos ambientales	Requiere costos accesibles	Requiere personal capacitado	Logra valorizar más del 50% de la materia prima en estudio
- 1	Medianos requerimientos tecnológicos	Resultados a mediano plazo (días)	Mitiga solo un impacto significativo	Presenta probabilidad media de presentar riesgos ambientales	Requiere medianos costos	Requiere personal capacitado con experiencias en la aplicación de la tecnología	Logra valorizar un pequeño porcentaje de la materia prima en estudio
- 2	Grandes requerimientos tecnológicos	Resultados a largo plazo (meses o años)	No logra mitigar los impactos significativos	Presenta alta probabilidad de presentar riesgos ambientales	Requiere altos costos	Requiere personal profesional con especialidad en el manejo de la tecnología y capacitaciones	No logra valorizar nada de la materia prima en estudio

Fuente: Elaboración Propia

La Gráfica 15 muestra los resultados obtenidos de la evaluación de alternativas a través de la Matriz de Pugh.



Gráfica 15: Suma de valores de Matriz de Pugh de cada alternativa

Fuente y Elaboración: Propia

La mejor alternativa para la valorización de residuos sólidos provenientes de la actividad de poda resultó el compostaje aeróbico con 17 puntos, mientras que la opción menos factible de realizar son los pellets con -21 puntos.

Por otro lado, para lograr la erradicación de estos impactos se propone remplazar la actividad de disposición final por la de valorización de los residuos para ello se elaboró la determinación de alternativas e identificar la más conveniente para ser desarrollada en el distrito de ASA

Frente a los resultados arrojados en la matriz de Pugh se determinó que el compostaje es la alternativa más eficiente para lograr la valorización de los residuos de poda obteniendo un puntaje positivo de 17 unidades, resaltando su valor frente a las demás alternativas.

El compostaje requiere de una tecnología simple accesible a la realidad de la municipalidad de ASA, también logra la mitigación de todos los impactos significativos determinados en

la fase de diagnóstico presentando una probabilidad media de presentar riesgos ambientales frente a los expuestos por Pierini & Ratto, 2015, estos riesgos pueden ser generados si no se logra controlar los parámetros en el proceso de composteo.

Por los simples requerimientos tecnológicos de esta alternativa es que deducimos que los costos de inversión y producción de una planta de compostaje son menores a comparación de las otras alternativas de valorización.

La ejecución de la valorización a través de la tecnología del compostaje debería de contar con personal calificado con experiencia y estudios para la aplicación de esta tecnología, esto es debido a la exigencia en el control de parámetros con el fin de la obtención de productos en plazos fijos y con buena calidad.

Como falencias de esta alternativa de valorización se encuentra el tiempo empleado para la obtención de resultados según como lo manifiesta la FAO, 2013, ya que, en comparación con las otras alternativas, el compostaje posee un prolongado tiempo para lograr la ejecución de la valorización del residuo y la obtención de producto.

El criterio más significativo que logra ser calificado con la máxima puntuación es debido a que esta tecnología de valorización logra tratar y gestionar los residuos de nuestro estudio, es decir a través del compostaje es posible valorizar en su totalidad los residuos de poda.

En otras investigaciones, como la ejecuta Meza Medina (2017), utiliza esta matriz para la elección de una ubicación para la creación de una planta de valorización de aceite vegetal, concluyendo que la matriz puede ser utilizada para la elección de alternativas que cualquier aspecto, según nuestra investigación para la aplicación de esta matriz solo es necesario la formulación de criterios los cuales finalmente calificarán la más adecuada.

4.1.3.2. Plan de acción

En función de la determinación de la alternativa se optó por la valorización a través del método de compostaje aeróbico como la mejor opción para aprovechar los residuos de poda municipales y solucionar los problemas ambientales actuales que estos generan, para lo cual se ha elaborado el “Plan de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos de Poda para el distrito de Alto Selva Alegre” que plantea la disposición del 100% de toda la materia, el cual se encuentra desarrollado en el Anexo 1. Este plan no solo permitirá recolectar los residuos de poda del distrito, sino que también recibirá el guano animal que se genera en las casas que crían animales de corral (con algunas restricciones) en forma de donación, para lograr una mejor y más acelerada descomposición de la materia orgánica. De tal manera que no se compraría ningún tipo de materia prima. Estos residuos serán trasladados a una planta de compostaje por un sistema de rutas que recolectará la poda eficazmente en el cual se llevará a cabo el proceso completo.

Para la elaboración de este plan fue necesario considerar la cantidad de residuos de poda con que se cuenta para determinar el área requerida para establecer la planta de compostaje a través de una serie de cálculos proporcionados por el MINAM.

Para llevar a cabo todo el proceso será necesario una persona con estudios técnicos o profesionales afines al tema y una cuadrilla de al menos 5 obreros. Considerando que el proceso de compostaje dura aproximadamente entre dos a cuatro meses, al finalizar este tiempo, se aplicaría el producto en las áreas verdes del distrito sin necesidad de usar algún tipo de fertilizante químico o natural comprado.

Este plan ha sido propuesto buscando el desarrollo sostenible a través de la mitigación de impactos que son originados por el actual sistema de disposición final de la municipalidad de ASA a través de la producción del compost que luego será utilizado en las mismas áreas verdes y el vivero municipal evitando el desperdicio de la materia prima que cumple con el concepto de economía circular.

En función de la determinación de la alternativa se optó por la valorización a través del método de compostaje aeróbico como la mejor opción para aprovechar los residuos de poda municipales y solucionar los problemas ambientales actuales que estos generan, para lo cual se ha elaborado el “Plan de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos de Poda para el distrito de Alto Selva Alegre” que plantea la

disposición del 100% de toda la materia, el cual se encuentra desarrollado en el Apéndice I.

4.1.3.2.1. Objetivos

Se establecieron los objetivos generales y específicos del plan.

4.1.3.2.2. Diagnóstico

a) **Información técnica:** Se utilizaron los datos recolectados de la presente tesis.

4.1.3.2.3. Recolección selectiva

En este punto se deberá de considerar los siguientes ítems, horario y frecuencia de recogido, movilidades empleadas para el recojo y establecimiento de rutas.

4.1.3.2.4. Diseño

Para el diseño de la planta de compostaje se utilizaron las fórmulas y cálculos proporcionados por MINAM en su programa de incentivos (2018) teniendo en cuenta la cantidad de materia prima de ingreso y la densidad hallada en los estudios previamente.

4.1.3.2.5. Proceso de Valorización

La municipalidad del distrito deberá asignar el área según la ley 1278. Además, se plasmaron los parámetros de diseño como aislación para el sol directo, la barrera física de perímetro que debe tener, la aireación necesaria y la separación de módulos. Se estableció el método de recolección y transporte, a través del sistema de rutas. También, se muestra el parámetro de trituración que debe tener.

Se plasma el procedimiento para realizar el compostaje en cada una de sus fases.

Se estable el almacenamiento y/o distribución del producto obtenido. Así como parámetros químicos en cada una de sus fases.

4.1.3.2.6. Cronograma

Se estableció las semanas de cada una de las actividades que debe seguir el plan.

4.1.3.2.7. Materiales y Equipos Empleados

Se mencionan todos lo necesitado para llevar a cabo la elaboración de composteo.

4.1.3.2.8. Presupuesto

Se presentó un presupuesto referencial de instalación, equipos y materiales y costo operativo.

Este plan no solo permitirá recolectar los residuos de poda del distrito, sino que también recibirá el guano animal que se genera en las casas que crían animales de corral (con algunas restricciones) en forma de donación, para lograr una mejor y más acelerada descomposición de la materia orgánica. De tal manera que no se compraría ningún tipo de materia prima. Estos residuos serán trasladados a una planta de compostaje por un sistema de rutas que recolectará la poda eficazmente en el cual se llevará a cabo el proceso completo.

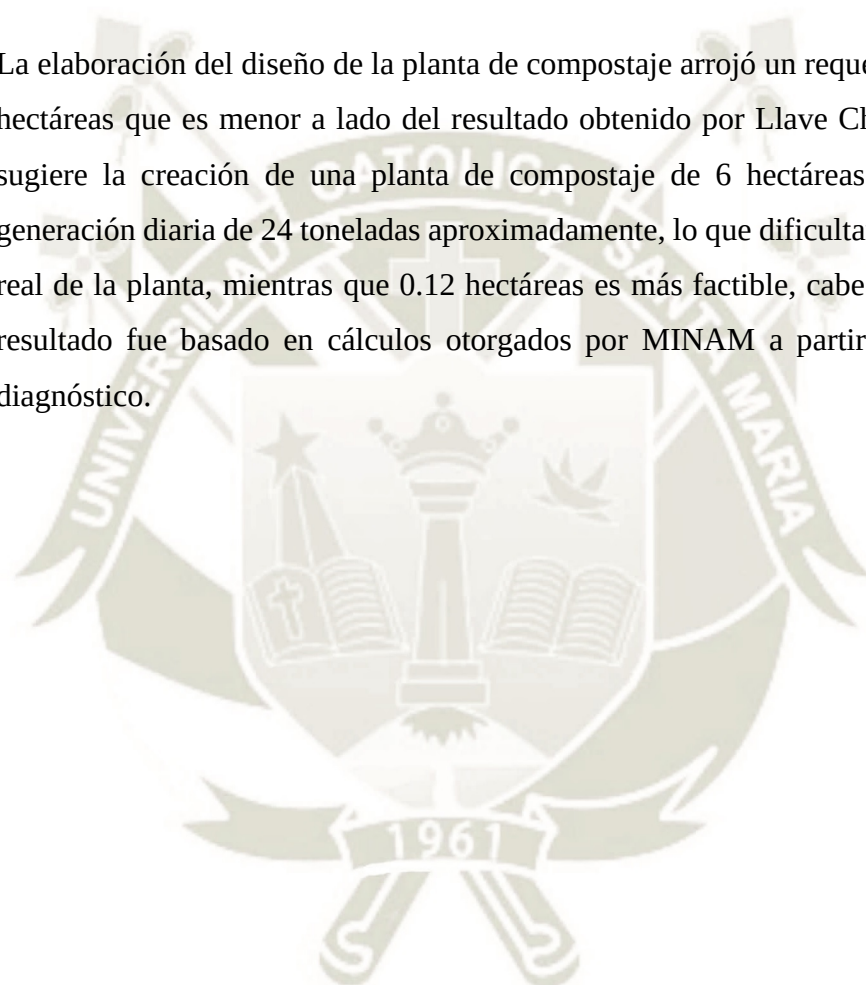
Para la elaboración de este plan fue necesario considerar la cantidad de residuos de poda con que se cuenta para determinar el área requerida para establecer la planta de compostaje a través de una serie de cálculos proporcionados por el MINAM.

Para llevar a cabo todo el proceso será necesario una persona con estudios técnicos o profesionales afines al tema y una cuadrilla de al menos 5 obreros. Considerando que el proceso de compostaje dura aproximadamente entre dos a cuatro meses, al finalizar este tiempo, se aplicaría el producto en las áreas verdes del distrito sin necesidad de usar algún tipo de fertilizante químico o natural comprado.

Este plan ha sido propuesto buscando el desarrollo sostenible a través de la mitigación de impactos que son originados por el actual sistema de disposición final de la municipalidad de ASA a través de la producción del compost que luego será utilizado en las mismas áreas verdes y el vivero municipal evitando el desperdicio de la materia prima que cumple con el concepto de economía circular.

Según nuestros resultados de diagnóstico, encontramos que la generación de residuos de podas y su composición permitiría establecer una planta de valorización de todo este tipo de residuos de un tamaño factible, que a su vez tendría la materia prima necesaria con un ingreso continuo que permitiría su funcionamiento, lo cual podría desempeñar un rol importante en la disminución del impacto ambiental y el incremento de la calidad de las áreas verdes municipales y de los jardines de la población.

La elaboración del diseño de la planta de compostaje arrojó un requerimiento de 0.12 hectáreas que es menor a lado del resultado obtenido por Llave Chacca (2018) que sugiere la creación de una planta de compostaje de 6 hectáreas a partir de una generación diaria de 24 toneladas aproximadamente, lo que dificultaría la elaboración real de la planta, mientras que 0.12 hectáreas es más factible, cabe resaltar que este resultado fue basado en cálculos otorgados por MINAM a partir de los datos de diagnóstico.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

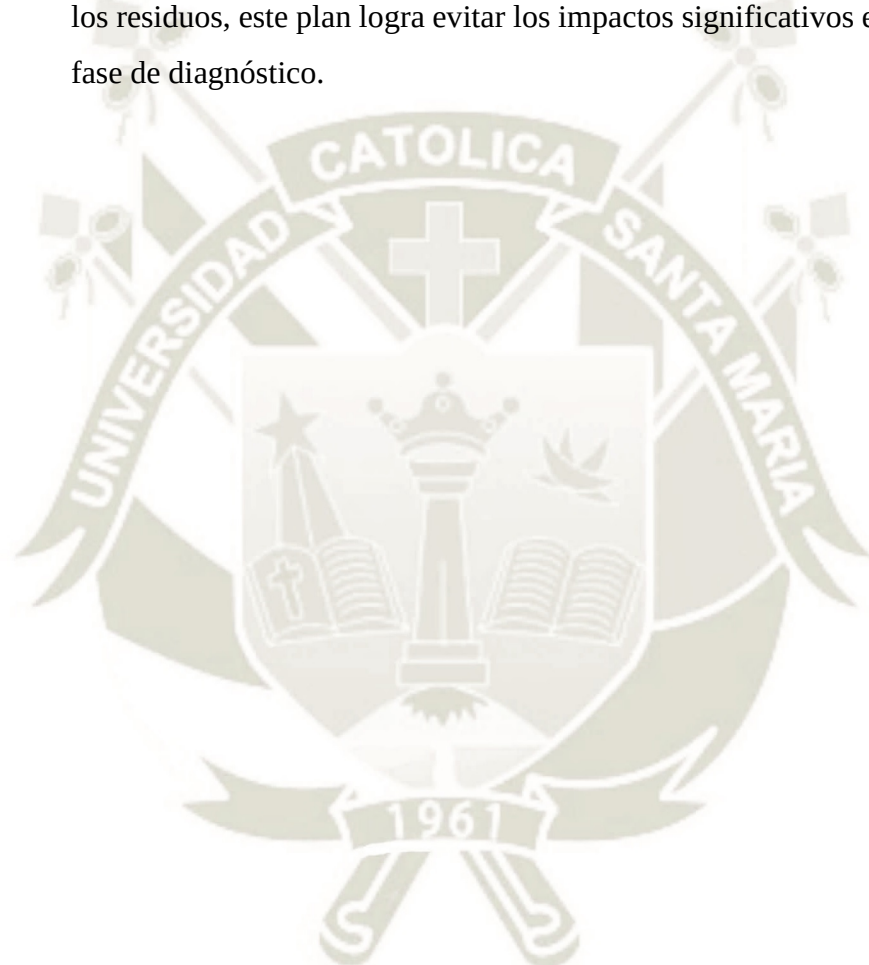
Conclusiones

Primero, se identificó la situación y manejo actual de los R.S.O. de la actividad de poda de áreas verdes a cargo de la municipalidad distrital de ASA, determinando que actualmente tiene bajo su gestión 109 fuentes de generación que conforman 187448.4 m² de áreas verdes que producen un promedio total de 26.17 toneladas al mes y 314.05 toneladas al año, obteniendo una generación por fuente de 0.14 kg/m² al mes que son dispuestos de manera inadecuada en el botadero de Quebrada Honda, son arrojados a las torrenteras o son incinerados clandestinamente. Estos residuos tienen un alto potencial para ser valorizados y están siendo desperdiciados.

Segundo, se logró identificar 24 impactos ambientales generados por el actual sistema de gestión de residuos de poda por medio de la matriz de evaluación de impactos ambientales Conesa Simplificado, así como también se logró calificar todos estos impactos, de los cuales 3 resultaron significativos: “Generación de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano”, “Deterioro de la calidad de paisaje por la aglomeración de residuos sólidos” y “Generación de puntos críticos por acumulación de residuos en la disposición final.”

Tercero, se logró determinar que la mejor alternativa para la valorización de residuos sólidos orgánicos de poda de la municipalidad distrital de Alto Selva Alegre es el compostaje, dado que esta es la de menor costo, requiere de menos tecnología especializada, mitiga todos los impactos significativos encontrados, no requiere de personal altamente calificado, tiene un bajo costo, tiene un bajo riesgo de generación de impactos al medio ambiente y es capaz de utilizar todos los residuos de poda, sin embargo el tiempo para la obtención del producto en el proceso de valorización es prolongado abarcando aproximadamente 90 días.

Cuarto, se realizó la propuesta y diseño del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales de la actividad de poda de áreas verdes del distrito de Alto Selva Alegre, mediante el aprovechamiento de estos residuos por medio de la alternativa resultante de compostaje, en este plan se priorizó la creación de una planta de compostaje que trate el 100% de los residuos de poda a través del levantamiento de 18 pilas, obteniendo compost en 90 días aproximadamente, el cual será utilizado en las áreas verdes y viveros del distrito. Además de valorizar los residuos, este plan logra evitar los impactos significativos encontrados en la fase de diagnóstico.



Recomendaciones

- Realizar los análisis necesarios en laboratorio acreditado para determinar la eficiencia del compost obtenido a partir de los residuos de poda. Y a partir de los resultados realizar un estudio estadístico de la calidad obtenida de las pilas que se han llevado a cabo para corroborar los resultados obtenidos de la presente propuesta y poder determinar una proporción definitiva.
- Elaborar un estudio de valoración económica de los impactos evitados por la implementación y ejecución de la valorización de los residuos sólidos orgánicos de la actividad de poda también la valoración económica puede incluir un estudio de bienes y servicios otorgados por el proceso de valorización y del compostaje obtenido.
- Con los datos presentados, se recomienda realizar una investigación acerca de los impactos ambientales de forma cuantitativa y experimental que determine los efectos de planta de compostaje contrastándolos con los tres escenarios que se presentan en la actual disposición final.
- Dado que en el D.L. 1278 se menciona la creación de un fondo nacional del ambiente que busca financiar a los proyectos de gestión de residuos sólidos, se recomienda que el plan se lleve a cabo. Además, por lo sustentado, se podría optimizar aún más el plan.
- Enfocar una investigación a la búsqueda de estrategias que logren vincular a actores involucrados para fortalecer la valorización de residuos orgánicos y demostrar la posibilidad de incluir+ residuos municipales orgánicos domiciliarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Barbara, P. (2000). Make biochar-This ancient technique will improve our soils.
- Benavides García, C., & Josa Rojas, D. L. (2015). Plan de manejo ambiental de residuos sólidos orgánicos en las veredas Anganoy y San Juan de Anganoy corregimiento de Mapachico municipio de Pasto. San Juan de Pasto: Tesis de pregrado para optar el título de geógrafo. Universidad de Nariño
- Carbotecnia. (2016). Carbotecnia. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/producto/biochar/>
- CCA. (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental. Informe sintético, Montreal.
- Comisión mixta de la biomasa forestal de Navarra. (Febrero de 2015). III Plan Energético de Navarra horizonte 2020. Combustibles de biomasa - Tipos y características. Navarra, España: Gobierno de Navarra.
- Compostadores. (s.f.). Compostadores. Obtenido de <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/compostar-hacer-compost/144-por-que-triturar-los-restos-vegetales.html>
- Conesa Fernández-Vitora, V. (1997). Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. Barcelona, Madrid, México: Ediciones Mundi Prensa.
- Conesa Fernández-Vitora, V. (2010). Guía Metodológica para la evaluación de impacto ambiental (4ta ed.). Barcelona, Madrid, México: Ediciones Mundi-Prensa.
- Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio. (2008). Manual de Compostaje. Madrid, España.
- Constitución Política del Perú. (1993). Lima.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s.f.). La tecnología de compostaje. Quito.
- Corona Zúñiga, I. (2017). Biodigestores. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- D.L. 1278. (24 de julio de 2017). Decreto Legislativo N° 1278. Lima, Perú.
- Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos - Equipo Técnico del Programa de Incentivos. (2018). Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales - Meta 21. Lima: MINAM.

- Escalante Rebolledo, A., Pérez López, G., Hidalgo Moreno, C., López Collado, J., Campo Alves, J., Valtierra Pacheco, E., & Etchevers Barra, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. En TERRA LATINOAMERICANA VOLUMEN 34 NÚMERO 3 (págs. 367-380). México: Editorial Comité.
- FAO. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Flores, D. (2001). Guía Práctica No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Quito, Ecuador.
- FUNIBER. (2012). Impactos Ambientales en las Actividades Turísticas. Santa Cruz - Bolivia.
- Gomez Cari, L. K. (2017). EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE ALTO SELVA ALEGRE, AREQUIPA, 2014-2016. Arequipa: Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín.
- Gonzáles Vila, F., & Rosa Arranz, J. (2017). ¿Puede ser el biochar una herramienta válida para mitigar el cambio climático? Andalucía: Junta de Andalucía.
- Guerra Laura, P. (2015). Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana. Lima.
- h2t Consultores. (2017). Informe Ambiental Resumen - Planta Productora de Pellet de Madera. Durazno.
- Haug, R. (1993). Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida, Estados Unidos: Lewis Publishers.
- Hernandez Morales, H., & Piñeros Avendaño, E. (2017). Evaluación del biochar producido por pirolisis lenta como medio adsorbente de zinc, cobre, cromo y níquel. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Hilbert J., E. (2007). Desafíos y Estrategias para Implementar la Digestión Anaeróbica en los Agrosistemas. Argentina. Buenos Aires.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste?: a global review of solid waste management. Washington: World Bank Group.
- Horrach, J. (2018). Propuestas de mejora del sistema de recogida de residuos de Valladolid. Valladolid.
- Jaramillo, G., & Zapata, L. M. (2018). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Medellín.

- Kistler, M., Schmid, C., Padouvas, E., Giebl, H., Lohninger, J., Ellinge, R., . . . Puxbaum, H. (2012). Olor, emisiones gaseosas y PM 10 de la combustión a pequeña escala de tipos de madera autóctonos de Europa Central. Oxfordshire.
- Ley N° 27972. (27 de Mayo de 2003). Ley Orgánica de Municipalidades. Ley Organica de Municipalidades. Lima, Perú: El Peruano.
- Llave Chacca, E. (2018). DETERMINACION DEL POTENCIAL DE GENERACION DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAURI; PROVINCIA DE ESPINAR. Arequipa, Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- López del Pino, S. J., & Martín Calderón, S. (22 de Enero de 2016). Tratamiento de residuos urbanos o municipales. España: Editorial Elearning.
- López Moreno, C. (Junio de 2017). Estudio de viabilidad y plan de negocio de un centro productivo para valorización de biomasa y residuos forestales. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Marqués, M., & Urquiaga, R. (Septiembre de 2005). Manual del buen compostador. Madrid, España.
- MDASA. (2012). Plan de Desarrollo Concertado - Bicentenario 2012 - 2021. Arequipa.
- MDASA. (2017). Diagnóstico para el Re Aprovechamiento de los Residuos Sólidos en el Distrito de Alto Selva Alegre. Arequipa: Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre.
- MDASA. (2017). Reglamento de Organización y Funciones. Arequipa: Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre.
- MEF. (2011). Pautas para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública a nivel de Perfil. Lima.
- Metcalf, & Eddy. (2003). Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse, 4th edition. Nueva York: Mc Graw Hill.
- Meza Medina, E. (2017). Criterios para una localización sostenible de una planta de biodiésel a partir de aceite vegetal de desecho en un entorno urbano. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mills, E. (2012). Weighing the risks of climate change mitigation strategies. Bulletin of the Atomic Scientists, 67-78.
- MINAM & MEF. (2018). Programa de incentivos a la mejora de le gestión municipal 2018 - Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales. Lima.
- MINAM. (2011). Plan nacional de acción ambiental PLANAA - PERÚ 2011-2021. Lima.

- MINAM. (2016). Aprende a Prevenir los Efectos del Mercurio - Módulo 2: Residuos y Áreas Verdes. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2016). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 - 2024. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2017). Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos - Conocimientos científicos básicos. Lima.
- MINAM. (5 de Abril de 2019). Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos. Lima, Perú.
- Monjarás, A. (08 de septiembre de 2017). ¡No lo tires, haz composta!
- Municipalidad de ASA. (2017). Diagnóstico para el reaprovechamiento de residuos sólidos en el distrito de Alto Selva Alegre. Arequipa.
- Municipalidad Distrital de ASA. (2017). Memoria anual 2017. Arequipa.
- Municipalidad Distrital de ASA. (2018). Plan local de seguridad ciudadana 2018. Arequipa.
- Municipalidad Distrital de San Martín de Porres. (2018). Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales del distrito de San Martín de Porres 2018. Lima.
- Municipalidad Provincial de Arequipa. (2017). Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la provincia de Arequipa. Arequipa.
- Naturpellet. (30 de Junio de 2015). Naturpellet. Obtenido de <https://www.naturpellet.es/fabricacion/>
- Nojek Barbieri, J. P. (2009). PELLETS DE MADERA: UNA FUENTE DE ENERGIA RENOVABLE Tesis de Grado. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Palmero Palmero, R. (Febrero de 2010). Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones. Tenerife, España.
- Pierini, V., & Ratto, S. (Febrero de 2015). Yard trimmings' life cycle: composting vs. landfilling. Indian Journal of Scientific Research and Technology, 43-51.
- PNUMA. (2017). Hacia un planeta sin contaminación.
- Pugh, S. (1991). Total design. Wokingham, Reino Unido.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Santiago de Chile, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Sánchez-Monedero, M., Serramiá, N., García-Ortiz Civantos, C., Fernández-Hernández, A., & Roig, A. (2010). Greenhouse gas emissions during composting of two-phase olive

mill wastes with different agroindustrial by-products. En Chemosphere Vol 81 (1) (págs. 18-25). Elsevier.

Sandoval DelÁguila, P. (13 de Febrero de 2016). Un desperdicio de basura. El Comercio, pág. 10.

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2009). Manual de residuos sólidos. Lima.

Soluciones de Ingeniería Energética Aplicada, S.L. (2017). Estudio de impacto ambiental por instalación de cogeneración con motores de Biogás de 330 kWe.

Soria Ttito, L. M. (2018). Tesis de Maestría APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS COMO ABONO ORGANICO EN MUNICIPALIDADES DISTRITALES. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Soto Rojas, N. J. (2017). Generación de pellets y compost a partir de residuos agrícolas . Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María.

Tortosa, G. (26 de Enero de 2015). ¿Qué es el Biochar? Obtenido de Compostando Ciencia Lab: <http://www.compostandociencia.com/2015/01/que-es-el-biochar/>

Universidad ICESI. (2017). Manual de procesos en la planta de compostaje. Cali.

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. (2013). Residuos de poda, fuente potencial de energía renovable. Palmira.

Vallejo Ocampo, U. A. (2016). Análisis del impacto social y ambiental de la gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Aguadas, Caldas. Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.

Varnero Moreno, M. T. (2011). Manual del Biogás. Santiago de Chile: FAO.

Voldman, V. S. (2018). Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño. San Martín - Instituto Nacional de Tecnología.

APÉNDICE

Apéndice I: Plan para la implementación de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales

A continuación, muestra el plan elaborado.



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

DISTRITO DE ALTO SELVA ALEGRE



Keyla Safira Cárdenas Vidal
Gustavo Alonso Tejada Marín

2019

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

1. Objetivos

1.1. Generales

- Valoración de residuos sólidos orgánicos producidos en la actividad poda a través de la tecnología del compostaje para la municipalidad distrital de Alto Selva Alegre.

1.2. Específicos

- Establecer horarios y rutas selectivas para la recolección de residuos generados en las actividades de poda de las áreas verdes del distrito de Alto Selva Alegre.
- Implementar un sistema de valorización con la tecnología del compostaje.
- Controlar y monitorear de las variables en el proceso de valorización.
- Reportar los resultados en peso y calidad.

2. Diagnóstico

a. Información técnica

Con el levantamiento de información que se realizó para la tesis “Determinación de alternativa de valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales generados por las actividades de poda de las áreas verdes del distrito de Alto Selva Alegre – 2019” se consolidó una tabla de información técnica de los residuos sólidos orgánicos producidos por las actividades de poda.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

TABLA 1: Información obtenida del levantamiento de información

Resultados	
Número de Áreas Verdes	109
Total de m2 de Áreas Verdes	187448.4 m ²
Generación Mensual Total	26170.824 Kg
GPF	0.14 kg/m ²
Generación Anual (aproximada)	314.04989 t/año
Densidad	121.05 kg/m3
Unidades de transporte	2
Capacidad (para residuos de poda)	500-700 kg
Cobertura	100%
Frecuencia de poda	Diario
Frecuencia de recogido de poda	Casi siempre diario
Rutas	Servicio Sectorizado
Valorización	No
Transferencia	No
	Quebrada onda
Disposición Final	Incinerados
	Torrentera

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

3. Recolección selectiva

a. Horario y frecuencias

Para la determinación de horarios y frecuencia de recojo se tomó en consideración la hora en que finalizan las actividades de poda los obreros de áreas verdes.

Considerando que las horas de trabajo son de 6am a 2pm, se determinó que el horario de recojo será a la 1pm todos los días según el cronograma de que se elaboró referente a que días se podara cada área verde.

Es necesario recalcar que no se incluyen las podas estacionarias ni las actividades de tala.

La carencia de precipitaciones no afecta la frecuencia de podas ya que el riego es permanente y constante a cargo de la MDASA el cual es ejecutado por un cisterna para bermas y jardines y a través del personal de mantenimiento de áreas verdes para parques y complejos.

b. Movilidades empleadas

Para la actividad de recojo selectivo se asignó a dos camiones de carga ligera marca KIA, los cuales actualmente posee la Sub Gerencia de Áreas Verdes para el transporte de personal, herramientas y recojo de residuos.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

c. Rutas

Considerando que las rutas establecidas deberían depender del cronograma de poda para así evitar que los residuos permanezcan acopiados en la fuente generadora.

Se elaboró un cronograma de poda (Anexo 1) para lograr la cubierta de las 102 áreas verdes que posee del Distrito de ASA considerando la extensión en m² y con este instrumento se estableció las rutas que desarrollaran las movilidades destinadas a este servicio tomando en cuenta la cercanía de cada área y la generación en toneladas.

- **Ruta 1:** Área verde Puente M. Melgar.
- **Ruta 2:** Área verde Puente M. Melgar.
- **Ruta 3:** Área verde Puente M. Melgar, Alameda Av. Haya de la Torre II, Berma Haya de la Torre, Parque Víctor Raúl Haya de la Torre.
- **Ruta 4:** Complejo Romero, Área verde Vía Cruce Chilina I, Parque Fundadores Pioneros, Parque Primero de Mayo, Parque Alianza, Complejo Vilcanota, Malecón Espíritu Santo, Plaza Espíritu Santo, Parque Carlos Marx, Área verde Av. Roosevelt, Área verde Av. Atlántida, Berma Arequipa, Parque Ampliación Los Andes.
- **Ruta 5:** Parque Villa Hermosa/ Palacio Municipal.
- **Ruta 6:** Complejo Roosevelt.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

- **Ruta 7:** Complejo Roosevelt, Complejo Ramiro Priale Zona C, Complejo Villa El Sol, Parque San José, Óvalo Roosevelt.
- **Ruta 8:** Complejo Rolando Jáuregui, Berma Ramón Castilla, Complejo Ramón Castilla.
- **Ruta 9:** Complejo Rolando Jáuregui, Área Verde Los Huayquis I, Berma Av. Leticia.
- **Ruta 10:** Complejo Rolando Jáuregui, Complejo Ramón Castilla.
- **Ruta 11:** Piscina José Schmidpeter, Complejo Evelyn Revilla, Complejo La Bombonera.
- **Ruta 12:** Parque Temático, Complejo Alto Selva Alegre.
- **Ruta 13:** Parque Temático, Complejo Alto Selva Alegre.
- **Ruta 14:** Parque Temático, Complejo Alto Selva Alegre, Complejo Micaela Bastidas.
- **Ruta 15:** Berma Las Torres 1 a la 18, Parque Triangular Luis Governia, Losa Vista Alegre, Parque Triangular Enatru, Parque Vista Alegre 1.
- **Ruta 16:** Berma las Torres 1 a la 18, Parque Firense.
- **Ruta 17:** Berma las Torres 1 a la 18, Parque Firense (segundo día).

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

- **Ruta 18:** Parque Cruce Chilina Coca Cola, Área verde Vía Cruce Chilina III, Área Verde Vía Cruce Chilina IV, Área Verde Vía Cruce Chilina II, Parque Primero de Enero, Parque Los Eucaliptos, Parque Villa Arequipa, Parque Triangular los Eucaliptos.
- **Ruta 19:** Complejo El Bosque, Parque Artesanos II, Complejo Ramiro Priale Zona B, Losa Villa Mirador Arequipa 1, Complejo El Conquistador II, Parque Villa Mirador, Losa Villa Arequipa, Complejo Augusto Salazar Bondy.
- **Ruta 20:** Losa Javier Heraud, Complejo Andrés Avelino Cáceres, Plaza Javier Heraud, Complejo El Conquistador, Berma Javier Heraud, Parque Villa Arequipa.
- **Ruta 21:** Complejo Apurímac, Parque Vidal Boluarte, Parque Triangular Vidal Boluarte, Parque Ampliación Apurímac II, Parque San Martín
- **Ruta 22:** Complejo Apurímac, Parque Chabuca Granda
- **Ruta 23:** Complejo Apurímac, Losa Ampliación De Apurímac II.
- **Ruta 24:** Complejo Raymundo Mamani, Área verde Los Huayquis II, Complejo Leones del Misti, Área Verde Amazonas, Parque El Leoncito, Área verde Solidaridad, Losa Leones del Misti, Losa San Luis, Losa Madre de Dios.
- **Ruta 25:** Complejo San Luis, Complejo Javier Heraud, Complejo Bella Esperanza, Cancha de Pasto de Virgen de Chapí, Complejo José Antonio de Sucre, Parque Pedro Yuger Gallegos, Parque Gruta Virgen de Chapí.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

- **Ruta 26:** Complejo Independencia, Berma Av. Independencia Americana, Los Guindos, Parque Pampachica II, Parque Pampachica I, Complejo Villa Las Canteras.
 - **Ruta 27:** Complejo Independencia, Complejo Villa Florida, Alameda Independencia Americana, Área Verde Virgen de la Medalla, Área Verde Abraham Baldelomar, Complejo Villa Confraternidad Zona A, Complejo Magisterial.
 - **Ruta 28:** Complejo Independencia, Complejo Los Eucaliptos, Plaza Francisco Mostajo Zona A.
 - **Ruta 29:** Complejo Villa Independiente, Parque de la Felicidad, Parque Los Burros, Parque San Martín Zona A.
 - **Ruta 30:** Parque La Familia, Berma Av. Elías Aguirre 1 a la 10.
 - **Ruta 31:** Complejo Villa Asunción, Plaza Villa Asunción, Losa Villa Asunción, Berma 15 de agosto, Complejo Mirador Arequipa La Pelota.
- Las rutas asignadas son cíclicas, es decir llegado al día 31 se volverá a empezar el cronograma de poda por lo tanto las rutas y se repetirá la poda cada mes y 15 días para cada área verde ya que el cronograma solo considera días hábiles del mes.

4. Diseño

Para la elaboración del diseño se la planta de compostaje y para la determinación de área necesaria se tomó en consideración la cantidad recolectado e ingresada al proceso de valorización, de igual manera se consideró la densidad de los residuos de poda.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Tabla 3: Diseño de planta compostera. (Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos - Equipo Técnico del Programa de Incentivos, 2018)

DISEÑO DE CASETAS PARA COMPOSTERAS			
A	DATOS DE DISEÑO	UNIDAD	CANTIDAD
1	Residuos Orgánicos Recepcionados Aprovechables	ton/día	0.8723
2	Densidad de los Residuos Orgánicos	ton/m ³	0.12105
B	DISEÑO DE COMPOSTERAS	UNIDAD	CANTIDAD
5	Volumen de Residuos Orgánicos Aprovechables	m ³ /día	7.21
6	Porcentaje del Volumen Neto Aprovechable	%	60.00
7	Volumen Neto Aprovechable	kg/día	523.40
8	Volumen de la Materia Orgánica	m ³ /día	4.32
9	Tiempo de Compostificación	días	90.00
10	Número de Volteos	adimensional	2.00
11	Volumen Total en Procesamiento Constante	m ³	778.29
12	Porcentaje de Materia Neta de Compost	%	60.00
13	Producción Neta de Compost	kg/día	314.04
14	Método Propuesto	Compostificación en rumas e hilera, en medio húmedo aeróbico	
15	Humedad	45% - 55%	
16	pH	neutro	

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

DISEÑO DE CASETAS PARA COMPOSTERAS

17	Dimensionamiento:	Método Práctico	
18	Altura de la Ruma	m	1.50
19	Área Neta Requerida	m ²	518.86

Pre-Dimensionamiento del Módulo

Considerando un Sección Rectangular

20	Ancho	m	24.00
21	Largo	m	18.00
	Espacios Libres		
22	Largo	m	12.00
23	Ancho	m	16.00

Dimensionamiento del Módulo

24	Largo	m	30.00
25	Ancho	m	40.00
26	Área Total	m ²	1,200.00

Por lo tanto

27	Largo	m	30.00
28	Ancho	m	40.00
29	Área Total	m ²	1,200.00

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Con los datos determinados, se concluyó que se requiere un área de 1200 m² la cual estará dividida entre área de recepción, área administrativa, área de compostaje, área de secado, área de tamizado, área de pesaje y área de almacenamiento.

Se determinó que el volumen de cada cama de composteo sería de 36 m³ por lo que se consideró una dimensión de 4 m de ancho, 6 m de largo y 1.5 m de altura.

El volumen comprende la recolección de 5 días (lunes a viernes) dando un total de 4.3615 toneladas que poseen una densidad de 0.1211 ton/m³. Obteniendo como resultado 36 m³ que entran al proceso para su valorización

Se contará con 18 camas considerando que el proceso de composteo tenga una duración de 90 días para así no tener aglomeración de residuos ya que el día que se obtenga la primera cosecha de compostaje, el área vuelva a utilizarse para la ejecución de la pila número 19 y así secuencialmente.

5. Proceso de Valorización

Establecimiento de la Planta

Una vez obtenida el área necesaria, se deberá ubicar el lugar donde se instalará la planta, se deberá escoger una zona que cuente con accesibilidad para los camiones, acceso a luz y agua.

Una planta de compostaje puede ser diseñada de diversas configuraciones, pero existen condicionantes básicos, los cuales se muestran a continuación (Voldman, 2018):

- **Aislación para el sol directo:** el compost no debe estar expuesto al sol porque podría secarse excesivamente, considerando las condiciones climáticas de temperatura y baja humedad de Arequipa, será obligatorio que las pilas estén cubiertas para evitar la exposición al sol. Se recomienda que la cubierta sea de malla raschel.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

- **Barrera física:** Las plantas de compostaje deben tener una barrera física en su perímetro para evitar el ingreso de personas ajenas al proyecto para evitar robos o manipulaciones indeseadas, así como para evitar el ingreso de animales domésticos, de granja o salvajes. Para lo cual se recomienda un enmallado metálico.

*En las condiciones de sol directo y barrera física es importante resaltar que no se puede crear una planta hermética puesto que se debe permitir la ventilación para eliminar gases (CO₂ y vapor de agua) y el ingreso de aire.

- **Aireación:** las pilas dentro de la planta deben estar dispuestas de tal manera de que se permita el paso del minicargador (2 metros aproximadamente).
- **Separación por módulos:** se debe de disponer cada área según el proceso específico, teniendo así, como mínimo, un área de recepción de material, área de composteo (donde se ubicarán las pilas) y área de almacenamiento.

Recolección y Transporte

Dado que la actividad de poda se realiza de manera diaria los residuos generados deben ser recogidos diariamente por los dos camiones con que cuenta la municipalidad a través del sistema de rutas establecido.

La recolección de los residuos orgánicos de guano se realizará con previa coordinación con los participantes, estos serán recogidos una vez por semana.

Ambos tipos de residuos serán trasladados a la planta de compostaje.

Trituración

Es necesario disminuir el tamaño de la materia seca para que estos sean fácilmente descompuestos por los microorganismos presentes, además si se tienen ramas de gran

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

tamaño provocaría una sobreexposición al aire generando que la pila se seque por lo espacios vacíos (Universidad ICESI, 2017). Cuando el tamaño de los fragmentos es demasiado grande las bacterias y hongos no pueden descomponer la materia, creciendo alrededor de su superficie externa sin poder penetrar en las ramas (Compostadores, s.f.).

Parámetros Químicos

Tabla 4: Diseño de planta compostera (FAO, 2013).

Parámetro	Fase de Latencia	Fase Termófila (2-5 semanas)	Fase de Maduración (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15:1 – 20:1	
Humedad	50%-60%	45% - 55%	
Oxígeno	10%	10%	10%
Tamaño de partícula	<25 cm	15 cm	<1.6 cm
pH	6.5 – 8	6-8.5	6.5-8.5
Temperatura	45-60 °C	45 °C – Temperatura Ambiente	Temperatura Ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica	50% - 70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total	2.5 – 3 %	1-2%	1%

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Proceso de Compostaje

A continuación, se describe el procedimiento para realizar el compostaje.

- **Creación de las pilas:** Cabe mencionar que esta etapa debe estar supervisada por el especialista a cargo, quien debe estar al tanto de los materiales y su relación carbono/nitrógeno.

Se deben de colocar una serie de capas alternas hasta alcanzar una serie de capas de aproximadamente 1.5 metros de altura, 3 metros de largo y 4 de ancho.

Primero, se debe de colocar un lecho o cama de ramas, paja o cualquier otro material seco que no se compacte y permita la aireación, esta primera capa debe de tener una altura aproximada de 20 cm.

Es importante mencionar que se debe mantener el guano siempre recubierto por la materia verde, dado que al estar al aire libre puede ocasionar la aparición de moscas.

Luego se deben de colocar las siguientes capas de manera intercalada, considerando siempre la relación C/N final que se desea alcanzar (C/N de 25/1 a 35/1), por ejemplo, si se mezcla estiércol vacuno (C/N:25/1) y restos de poda (C/N:44/1) se obtendría un balance final de C/N : 34.5/1 que se encuentra en el rango (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). Sin embargo, existen autores que sugieren agregar los ingredientes en partes iguales de volumen, (Monjarás, 2017). Finalmente se riega la pila.

- **Fase de latencia y crecimiento:** una vez montada la pila, iniciará la actividad de los microorganismos, estos empiezan a adaptarse al medio e inician su multiplicación de forma exponencial e incrementa la temperatura. Este proceso, constituye la primera semana.

En esta fase aún debe de regar con moderación la pila para mantenerla siempre húmeda. Al cabo de una semana se realizará el primero volteo, mezclando por completo la pila. Al momento de realizar el volteo se deberá medir la temperatura que aproximadamente llega a 50°C y se puede notar la emanación

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

de vapor de agua (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, 2008). La temperatura debe ser apuntada junto a la fecha en el registro del Anexo 1.

En el caso de que la temperatura no se incremente se debe observar si la humedad es adecuada, para lo cual se agrega más agua en el caso de déficit, o se esparce toda la pila en el caso de exceso por un lapso de tiempo hasta que se alcance la humedad deseada. Si a pesar de esto no calienta, es porque se realizó un mal balance a la hora crear la pila y posiblemente por la calidad del estiércol, se debe tener en cuenta que mientras más “fresco” sea el guano obtendrá mejores resultados, entonces se debería agregar nuevamente una porción de guano fresco (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, 2008).

- **Fase Termófila:** Esta fase corresponde al momento de mayor actividad de las bacterias y aumento de temperatura provocado por los organismos termófilos, que actúan a 60 y 70 °C provocando la reducción de la materia por lo tanto de la pila. Es en esta etapa inicia la higienización y eliminación de gérmenes, larvas y semillas (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, 2008).

Durante esta etapa también se debe de medir la temperatura y anotar la fecha en el registro (Anexo 1). A su vez se debe cuidar la humedad y continuar con el volteo (cada 4 días) para asegurar la ventilación (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). La fase dura aproximadamente entre dos semanas a un mes.

- **Fase de Maduración:** Se caracteriza por el descenso de la temperatura a un rango inferior a 40 °C hasta temperatura ambiente, 20 °C aproximadamente debido a la reducción de la actividad microbiana y la pila tiene un color y olor distinto, como a tierra húmeda y marrón. El pH tiende a la neutralidad. Cuando se realizan los volteos la materia se visualiza en un tamaño muy pequeño a diferencia de como nuestra pila inició, salvo por algún resto de materia seca, lo cual es normal. Además, será muy notorio la disminución de nuestra pila hasta

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

aproximadamente la mitad de lo que fue. Para que la maduración sea completa se debe esperar hasta aproximadamente 11 para asegurar que los descomponedores abandonan la pila por falta de alimento (Marqués & Urquiaga, 2005). En esta fase también se debe de llevar registro de temperaturas y el riego y el volteo deben disminuir a dos veces por semana (Universidad ICESI, 2017). Finalmente, cuando ya no exista una variación de temperatura, el producto deberá ser tamizado, excluyendo todos los restos de ramas que no lograron descomponerse, y estará listo para ser utilizado.

Nota:

*Al momento de regar las pilas, se debe considerar que la humedad no es un parámetro que debe ser medido estrictamente, pero si se debe de tener mucho cuidado, de tal manera que la pila debe tener un aspecto húmedo, pero sin que generen encharcamiento o desprendimiento de líquido excesivo (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, 2008) . Una forma simple de comprobar la humedad, es extrayendo una muestra del medio de la pila, y apretarla, si comienza a gotear querría decir que hay un exceso de humedad.

*Existe el riesgo de que el exceso de humedad y falta de ventilación provoque la aparición de gusanos de mosca en el guano, para lo cual deberá exponerse al sol y ventilarse. De ser el caso de que disminuya el pH por debajo de 6 en cualquier fase se puede considerar utilizar cal para elevar el pH.

*El riego en la temporada de verano debe ser controlado dependiendo de las precipitaciones que se tiene. Se puede decir que en verano se tendrá mayor humedad de cada pila, lo que implicaría secar y extender la pila por mayor tiempo.

*A estas pilas se les puede añadir catalizadores como estiércol de animales o biocatalizadores líquidos. Para esto, se deben de realizar pruebas dependiendo de que animal se trate.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PVROP-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Almacenamiento y/o distribución

Luego de haber culminado el proceso de compostaje, inmediatamente será llevado al área de almacenamiento hasta que se realice la distribución del producto en las áreas verdes y los viveros del distrito. El compost también puede ser distribuido entre los vecinos de forma gratuita en cualquier tipo de actividades o programas de tal manera de que estos no sean desperdiciados nunca.

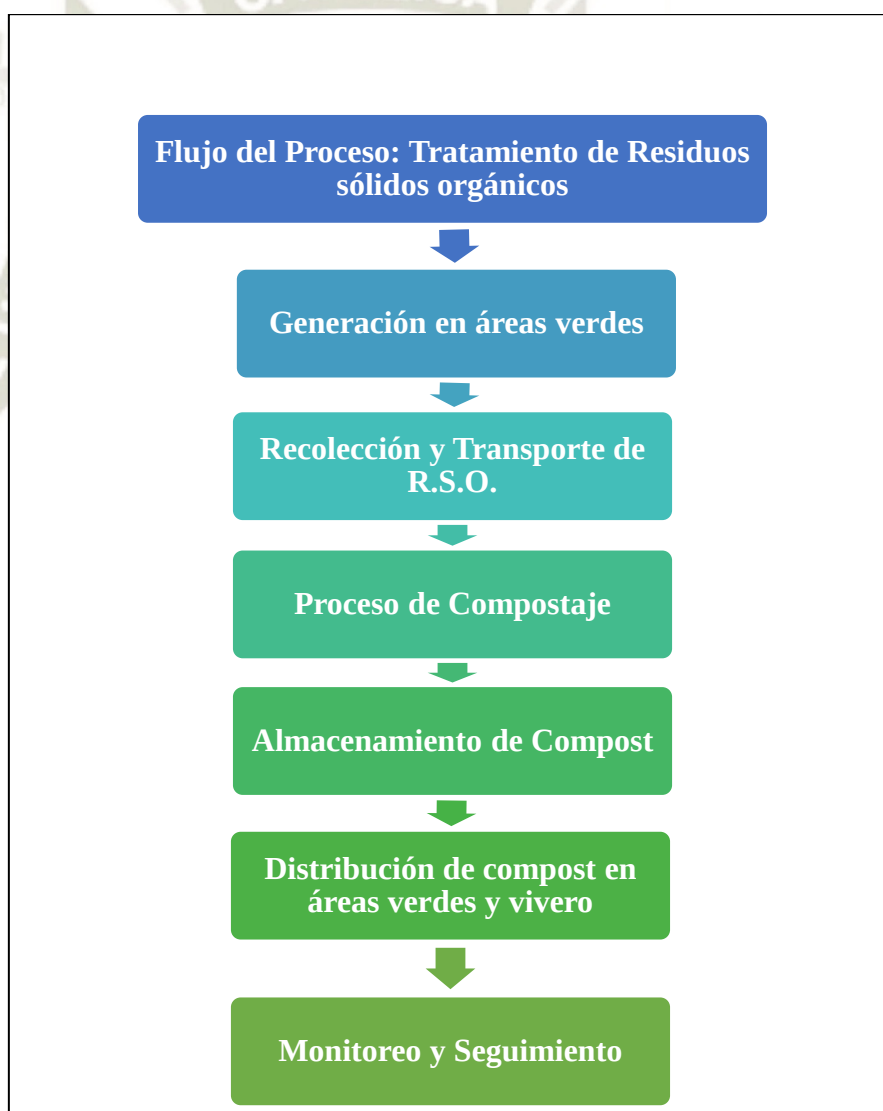


Gráfico 1: Flujograma de procesos

Fuente: Elaboración Propia



**PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
MUNICIPALES DE PODA**

ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

6. Cronograma

TABLA 5: Cronograma de actividades

	Semanas																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Coordinaciones generales																																				
Recopilación de información																																				
Análisis de la información																																				
Capacitación al personal operativo																																				
Adquisición de materiales y equipamiento																																				
Recolección selectiva de residuos orgánicos																																				



**PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
MUNICIPALES DE PODA**

ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

	Semanas																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Proceso de compostaje																																				
Agregado de compost a áreas verdes																																				
Monitoreo y evaluación																																				
Elaborar el informe de implementación																																				
Control de Parámetros																																				

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

7. Materiales y Equipos Empleados

Para generar una planta de compostaje es necesario contar con equipamiento para optimizar su funcionamiento.

a. Trituradora

El equipo triturador será utilizado para uniformizar los residuos orgánicos obtenidos de las fuentes generadoras en el área de recepción de la planta piloto.

b. Tamiz

El proceso del tamizado es importante para proporcionar una mejor calidad al compost.

El compost se debe harnear con un tamiz (rejilla) de 1 por 1 cm antes de usarlo, para obtener el material más fino y de mejor calidad. El material retenido en el tamiz debe ser devuelto a la compostera o montón.

c. Carretillas

La adquisición de estos equipos servirá para el transporte de la materia prima y del compost obtenido en el proceso.

d. Palas, lampas y rastrillo

Estos implementos son de relevante importancia ya que sirven para realizar la actividad de aireación manual en las pilas de compostaje, esta actividad favorece al crecimiento microbiano del compost y mantiene su calidad.

e. Minicargador

El minicargador es un equipo que nos ayudará al volteo de nuestras pilas de compostaje permitiendo la aireación.

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

f. Balanza

Será necesario una balanza electrónica capaz de pesar hasta 100 kg.

g. Sacos

Se requerirán para envasar el compost obtenido y ser distribuido o almacenado.

h. Equipos de protección

En el proceso de trituración será obligatorio utilizar guantes de seguridad y gafas protectoras. Durante el montaje de las pilas de compostaje se deberá utilizar botas impermeables, guantes y mascarilla.

i. Termómetro

Es de suma importancia contar con un termómetro en todo el proceso del composteo, dado que es el parámetro que evaluará el progreso y actividad microbiana.

j. Medidor de pH

Para medir el pH en la planta se debe usar una tira indicadora colocada dentro de la pila (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

k. Mangueras

Se requerirán de mangueras de medidas necesarias para poder regar las pilas de compostaje.



**PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
MUNICIPALES DE PODA**

ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

8. Presupuesto

A continuación, se presentan los presupuestos para la realización del plan de valorización.

TABLA 6: Presupuesto de instalación (referencial)

Presupuesto de Instalación				
Material	Cantidad	Unidad	Costo por Unidad	Costo total (S/.)
Postes metálicos para cercas de alambre	24	unidades	20	480
Alambrado metálico (2.5 x 2.5 pulgadas)	4	rollos	600	2400
Malla Raschel (4.1 ancho)	240	m. lineales	10	2400
Puerta	1	unidades	100	100
Tuberías de PVC (4 pulgadas x 5m)	10	unidades	20	200
Tuberías de PVC (2 pulgadas x 5m)	10	unidades	15	150
Codos de PVC (4 pulgadas)	3	unidades	10	30
"T" de PVC (4 pulgadas)	7	unidades	10	70
Adaptadores de PVC (2 a 4 pulgadas)	7	unidades	10	70
Cemento	10	bolsa	24	240
Arena fina	10	m3	400	4000
Caños o grifo	4	unidades	10	40
Ladrillos	200	unidades	0.5	100
Total				10280

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 00 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

TABLA 7: Presupuesto de Equipos y Materiales (referencial)

Presupuesto de Equipos y Materiales				
Material	Cantidad	Unidad	Costo por Unidad	Costo total (S/.)
Pico	3	unidades	0	0
Rastrillo	3	unidades	0	0
Lampas	3	unidades	0	0
Carretillas	3	unidades	0	0
Equipo triturador	1	unidad	4000	4000
Cilindros 250 Litros	6	unidades	0	0
Manguera	30	metros	0	0
Termómetro	1	unidades	100	100
Tiras reactivas de PH	3	cajas	22	66
Balanza digital con plataforma	1	unidad	600	600
Tamiz	1	unidad	0	0
Minicargador	1	unidad	0	0
Sacos de polipropileno	5	millar	300	1500
Total				1500

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 00 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

TABLA 8: Presupuesto de equipos de protección especial (referencial)

Material	Cantidad	Unidad	Costo por Unidad	Costo total (S/.)
Guantes de seguridad	6	unidades	20	120
Gafas protectoras	6	unidades	15	90
Botas impermeables	6	unidades	15	90
Guantes de látex	12	unidades	5	60
Mascarilla	1	caja	40	40
Total				400

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 00 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Finalmente, se obtuvo un resultado de S/. 12180 para la elaboración de todo el plan.

TABLA 9: Presupuesto costo operativo anual (referencial)

Material	Costo (S/.)
Agua	2753
Gasolina	1152
Salario obreros	11160
Salario de técnico o especialista	24000
Total	39065

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001
	ALTO SELVA ALEGRE	Versión del documento: 00 Elaborado por: KCV/GTM

TABLA 10: Presupuesto total para la aplicación de la valorización de residuos de poda (referencial)

Presupuesto Total	
Tipo	Costo
Presupuesto de Instalación	10280
Presupuesto de Equipos y Materiales	1500
Presupuesto de Equipos de Protección Personal	400
Presupuesto costo operativo anual	46940
Total	59120

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

9. Monitoreo y seguimiento

Se realizará a través de procesos continuos y periódicos del técnico o profesional encargado con la finalidad de medir los avances de los trabajos establecidos en el presente plan y cumplir con los objetivos y metas indicados según el cronograma de intervención para llevar a cabo una efectiva implementación de la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales generados en el distrito. Se deberá de llevar un registro por cada pila donde se anotarán principalmente los datos de pH, Temperatura y Observaciones por cada pila cada vez que se visite realice una medición (Anexo 1), además de los datos químicos presentados en la tabla 4.

A su vez se deberá de registrar los datos de creación y finalización de las pilas con los pesos de cada tipo de materia para llevar un mejor control.

Se deberá llevar un registro de avance de cada pila, presentado en el Anexo 1

Dentro de estas observaciones se deberá de apuntar los posibles vectores que estén surgiendo, para lograr controlarlos.



**PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
MUNICIPALES DE PODA**

ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

10. Anexos del Plan

ANEXO 1: Ficha de control de parámetros

Código de identificación de la pila

Fecha

pH

Temperatura °C

Observaciones

Ejemplo:

"Se detectó un exceso de humedad..."

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

ANEXO 2: Ficha de control de materia de cada pila

Nº de Pila	Fecha		Peso por tipo de materia			Peso	
	Creación	Final	Materia verde	Ramas	Guano	Inicial	Final
1							
2							
3							
.							
.							
.							

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

ANEXO 3: Cálculos usados para el diseño y dimensionamiento de la planta de valorización de residuos de poda.

A. Datos de diseño (datos de diagnóstico):

Residuos Orgánicos Recepcionados Aprovechables (ton/día): 0.8723 ... (1)

Densidad de los Residuos Orgánicos (ton/m³): 0.12105 ... (2)

B. Diseño de compost:

Volumen de Residuos Orgánicos Aprovechables (m³/día): ... (3)

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{0.8723}{0.12105} = 7.21$$

*Porcentaje del Volumen Neto Aprovechable (%): 60 ... (4)

Volumen Neto Aprovechable (kg/día): ... (5)

$$(2) \times (3) \times (4) \times 10 = 0.1205 \times 7.21 \times 60 \times 10 = 523.4$$

Volumen de la Materia Orgánica (m³/día): ... (6)

$$\frac{(3) \times (4)}{100} = \frac{7.21 \times 60}{100} = 4.32$$

Tiempo de Compostificación (días): 90 ... (7)

* Número de Volteos (adimensional): 2 ... (8)

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Volumen Total en Procesamiento Constante (m³): ... (9)

$$(6) \times (7) \times (8)$$

$$4.32 \times 90 \times 2$$

$$778.29$$

*Porcentaje de Materia Neta de Compost (%): 60 ... (10)

Producción Neta de Compost (kg/día): ... (11)

$$\frac{(5) \times (10)}{100}$$

$$\frac{523.4 \times 60}{100}$$

$$314.04$$

Dimensionamiento

Altura de la Ruma (m): 1.5 ... (11)

Área Neta Requerida (m²): ... (12)

$$\frac{(9)}{(11)}$$

$$\frac{(778.29)}{(1.5)}$$

$$\frac{(778.29)}{(1.5)}$$

$$\frac{(778.29)}{(1.5)}$$

$$518.86$$

Pre-Dimensionamiento del Módulo

Ancho Total de Pilas (m): 24 ... (13)

Largo Total de Pilas (m): 18 ... (14)

Largo Total de Espacios Libres (m): 12 ... (15)

Ancho Total de Espacios Libres (m): 16 ... (16)

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Dimensionamiento del Módulo

Largo (m): ... (17)

$$(14) + (15)$$

$$18 + 12$$

$$30$$

Ancho (m): ... (18)

$$(13) + (16)$$

$$(24) + (16)$$

$$40$$

Área Total (m²): ... (19)

$$(17) \times (18)$$

$$30 \times 40$$

$$1200$$

Nota: (*) Dato establecido por MINAM

Área requerida (m²)	1 200,00
---------------------------------------	----------

Fuente: Elaboración Propia



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

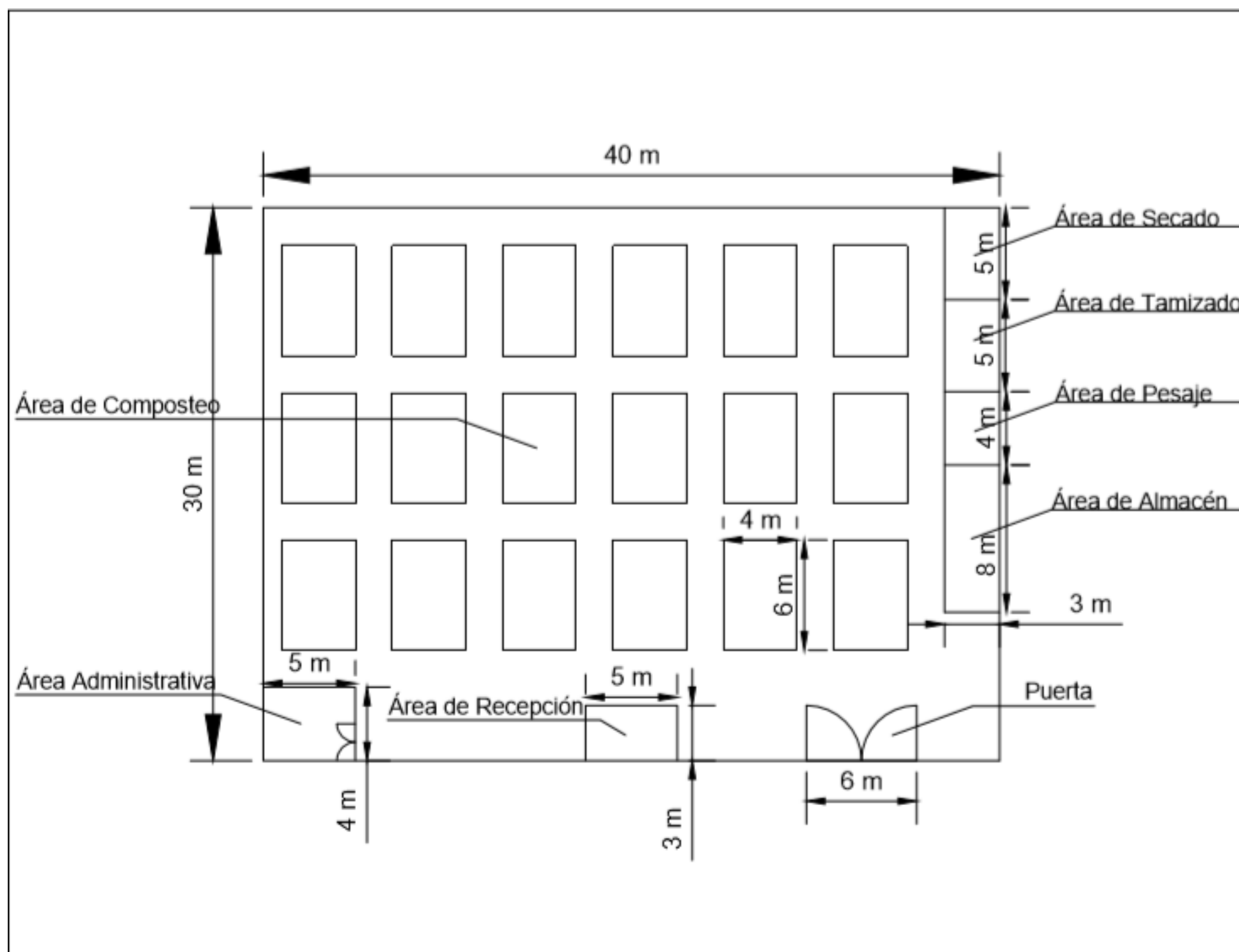
ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

ANEXO 4: Croquis escalado de la planta de valorización de los residuos de poda.



Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 01 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

ANEXO 5: Poda de áreas verdes en referencia a su generación.

Zona Parte Baja

Día	Lugares de recolección	Kg recolectado por área	Tonelada recolectados por día en cada ruta
1	Área Verde Puente M. Melgar	820	0.82
2	Área Verde Puente M. Melgar	820	0.82
	Área Verde Puente M. Melgar	473	
	Alameda Av. Haya De La Torre II	40.53	
3	Berma Haya De La Torre	178.22	0.76
	Parque Víctor Raúl	67.56	
	Haya De La Torre		
	Complejo Romero	138.60	
	Área Verde Vía Cruce Chilina I	93.87	
	Parque Fundadores Pioneros	16.38	
	Parque Primero De Mayo	67.33	
	Parque Alianza	55.50	
	Complejo Vilcanota	78.71	
4	Malecón Espíritu Santo	29.75	0.60
	Plaza Espíritu Santo	13.60	
	Parque Carlos Marx	15.05	
	Área Verde Av. Roosevelt	3.92	
	Área Verde Av. Atlántida	4.97	
	Berma Arequipa	38.92	
	Parque Ampliación los Andes	42.84	
5	Parque Villa Hermosa/ Palacio Municipal	825.80	0.83
6	Complejo Roosevelt	750.00	0.75
	Complejo Roosevelt	216.98	
7	Complejo Ramiro Priale Zona C	188.03	0.70

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 01 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Día	Lugares de recolección	Kg recolectado por área	Tonelada recolectados por día en cada ruta
	Complejo Villa El Sol	136.92	
	Parque San José	32.62	
	Óvalo Roosevelt	127.82	
	TOTAL		5.28

Fuente: Elaboración Propia



	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 01 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Zona Parte Media

Día	Lugares de recolección	Kg recolectado por área	Tonelada recolectados por día en cada ruta
8	Complejo Rolando Jauregui	601.615	
	Berma Ramón Castilla	17.78	
	Complejo Ramón Castilla	200.00	0.82
9	Complejo Rolando Jauregui	601.615	
	Área Verde Los Huayquis I	77.56	0.84
	Berma Av. Leticia 1 Y 2	155.82	
10	Complejo Rolando Jauregui	601.615	
	Complejo Ramón Castilla	237.53	0.84
	Piscina José Schmidpeter	396.34	
11	Complejo Evelyn Revilla	179.34	0.72
	Complejo La Bombonera	139.61	
	Parque Temático	420.94	
12	Complejo Alto Selva Alegre	365.68	0.79
	Parque Temático	420.94	
	Complejo Alto Selva Alegre	365.68	0.79
13	Parque Temático	300.94	
	Complejo Alto Selva Alegre	365.68	0.75
	Complejo Micaela Bastidas	84.15	
TOTAL			5.53

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 01 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Zona Polanco

Día	Lugares de recolección	Kg recolectado por área	Tonelada recolectados por día en cada ruta
15	Berma Las Torres 1 A La 18	750.00	0.85
	Parque Triangular Luis Governia	6.65	
	Losa Vista Alegre	18.51	
	Parque Triangular Enatru	24.57	
	Parque Vista Alegre 1	49.63	
16	Berma Las Torres 1 A La 18	750.00	0.82
	Parque Firense	74.41	
17	Berma Las Torres 1 A La 18	750.00	0.82
	Parque Firense	74.41	
18	Parque Cruce Chilina Coca Cola	238.94	0.93
	Área Verde Vía Cruce Chilina III	8.82	
	Área Verde Vía Cruce Chilina IV	1.40	
	Área Verde Vía Cruce Chilina II	89.32	
	Parque Primero De Enero	61.32	
	Parque Los Eucaliptos	302.74	
	Parque Villa Arequipa	189.77	
	Parque Triangular Los Eucaliptos	33.04	
	Complejo El Bosque	329.63	
	Parque Artesanos II	70.13	
	Complejo Ramiro Priale Zona B	54.95	
	Losa Villa Mirador Arequipa 1	44.52	
	Complejo El Conquistador II	105.77	
	Parque Villa Mirador	73.08	
	Losa Villa Arequipa	4.69	
20	Complejo Augusto Salazar Bondy	127.27	0.92
	Losa Javier Heraud	116.84	
	Complejo Andrés Avelino Cáceres	95.48	
	Plaza Javier Heraud	414.68	
	Complejo El Conquistador	52.50	
	Berma Javier Heraud	49.98	
	Parque Villa Arequipa	189.77	
TOTAL			5.15

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 01 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Zona Parte Alta

Día	Lugares de recolección	Kg recolectado por área	Tonelada recolectados por día en cada ruta
21	Complejo Apurímac	640.31	0.84
	Parque Vidal Boluarte	136.29	
	Parque Triangular Vidal Boluarte	20.79	
	Parque Ampliación Apurímac II	21.28	
	Parque San Martín	21.14	
22	Complejo Apurímac	580.31	0.84
	Parque Chabuca Granda	256.37	
23	Complejo Apurímac	700.31	0.85
	Losa Ampliación De Apurímac II	148.86	
	Complejo Raymundo Mamani	218.60	
	Área Verde Los Huayquis II	33.32	
	Complejo Leones Del Misti	343.25	
24	Área Verde Amazonas	2.31	0.85
	Parque El Leoncito	53.90	
	Área Verde Solidaridad	40.81	
	Losa Leones Del Misti	67.90	
	Losa San Luis	22.16	
	Losa Madre De Dios	69.08	
	Complejo San Luis	384.83	
	Complejo Javier Heraud	221.48	
	Complejo Bella Esperanza	75.18	
	Cancha De Pasto De Virgen De Chapi	87.07	
25	Complejo José Antonio De Sucre	21.98	0.91
	Parque Pedro Yuger Gallegos	69.07	
	Parque Gruta Virgen De Chapi	49.07	
	TOTAL		4.29

Fuente: Elaboración Propia

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA	Código: PV-001 Versión del documento: 01 Elaborado por: KCV/GTM
	ALTO SELVA ALEGRE	

Zona Independencia

Día	Lugares de recolección	Kg recolectado por área	Tonelada recolectados por día en cada ruta
26	Complejo Independencia	478.61	0.90
	Berma Av. Independencia Americana	318.57	
	Los Guindos	29.68	
	Parque Pampachica II	17.22	
	Parque Pampachica I	40.74	
	Complejo Villa Las Canteras	19.60	
	Complejo Independencia	478.61	
27	Complejo Villa Florida	121.10	0.83
	Alameda Independencia Americana	97.51	
	Área Verde Virgen De La Medalla	11.97	
	Área Verde Abraham Valdelomar	1.82	
	Complejo Villa Confraternidad Zona A	26.22	
	Complejo Magisterial	91.84	
	Complejo Independencia	478.61	
28	Complejo Los Eucaliptos	115.92	0.94
	Plaza Francisco Mostajo Zona A	340.97	
	Complejo Villa Independiente	635.04	
	Parque De La Felicidad	58.66	
29	Parque Los Burros	49.35	0.87
	Parque San Martín Ind. Zona A	131.36	
	Parque La Familia	576.94	
30	Berma Av. Elías Aguirre 1 A La 10	296.80	0.87
	Complejo Villa Asunción	520.94	
	Plaza Villa Asunción	128.73	
31	Losa Villa Asunción	46.41	0.90
	Berma 15 De Agosto	118.37	
	Complejo Mirador Arequipa La Pelota	89.18	
TOTAL			5.31

Fuente: Elaboración Propia



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

ALTO SELVA ALEGRE

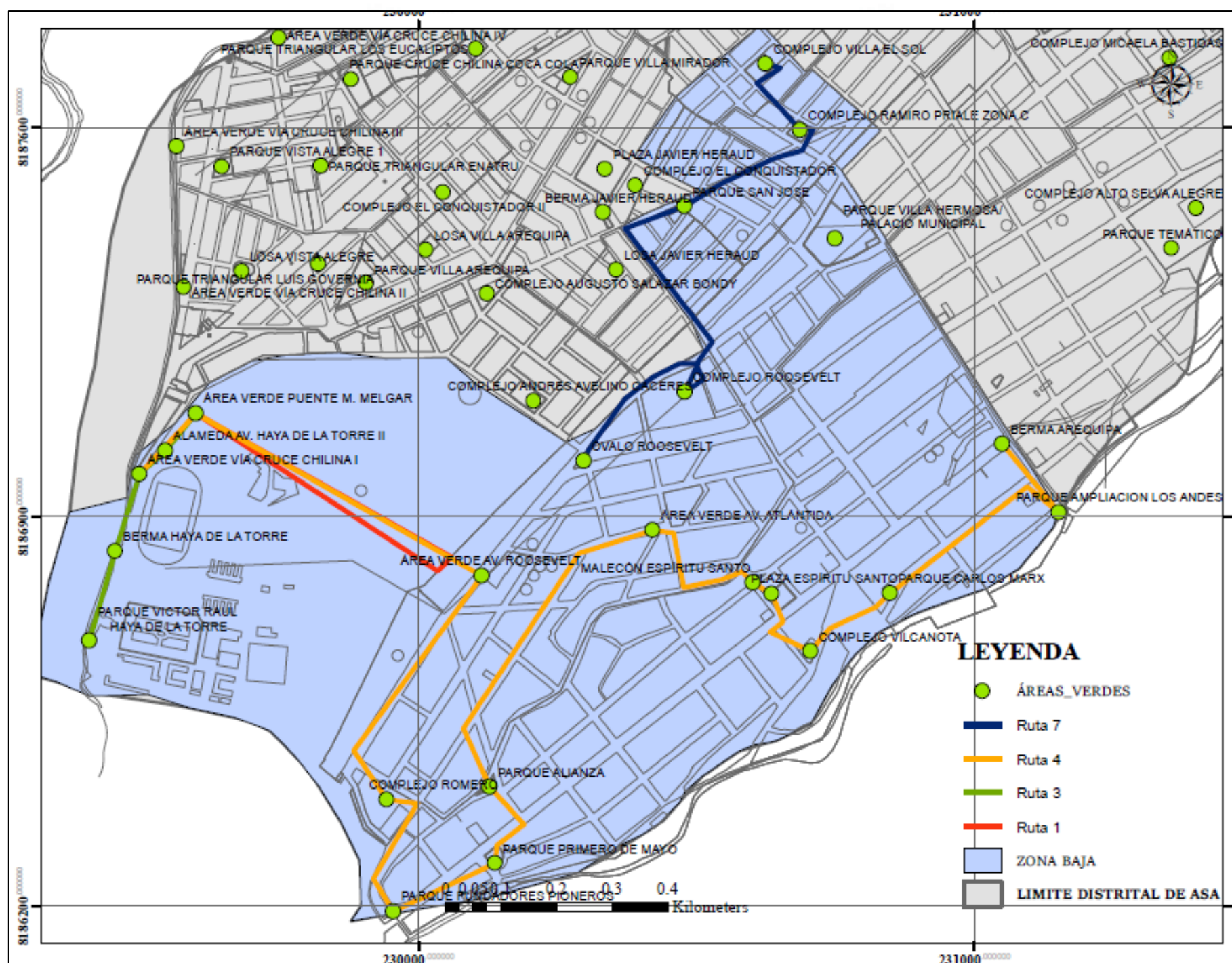
Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

ANEXO 6: Rutas de recolección

Rutas de recolección para la Zona Baja



Fuente: Elaboración propia



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

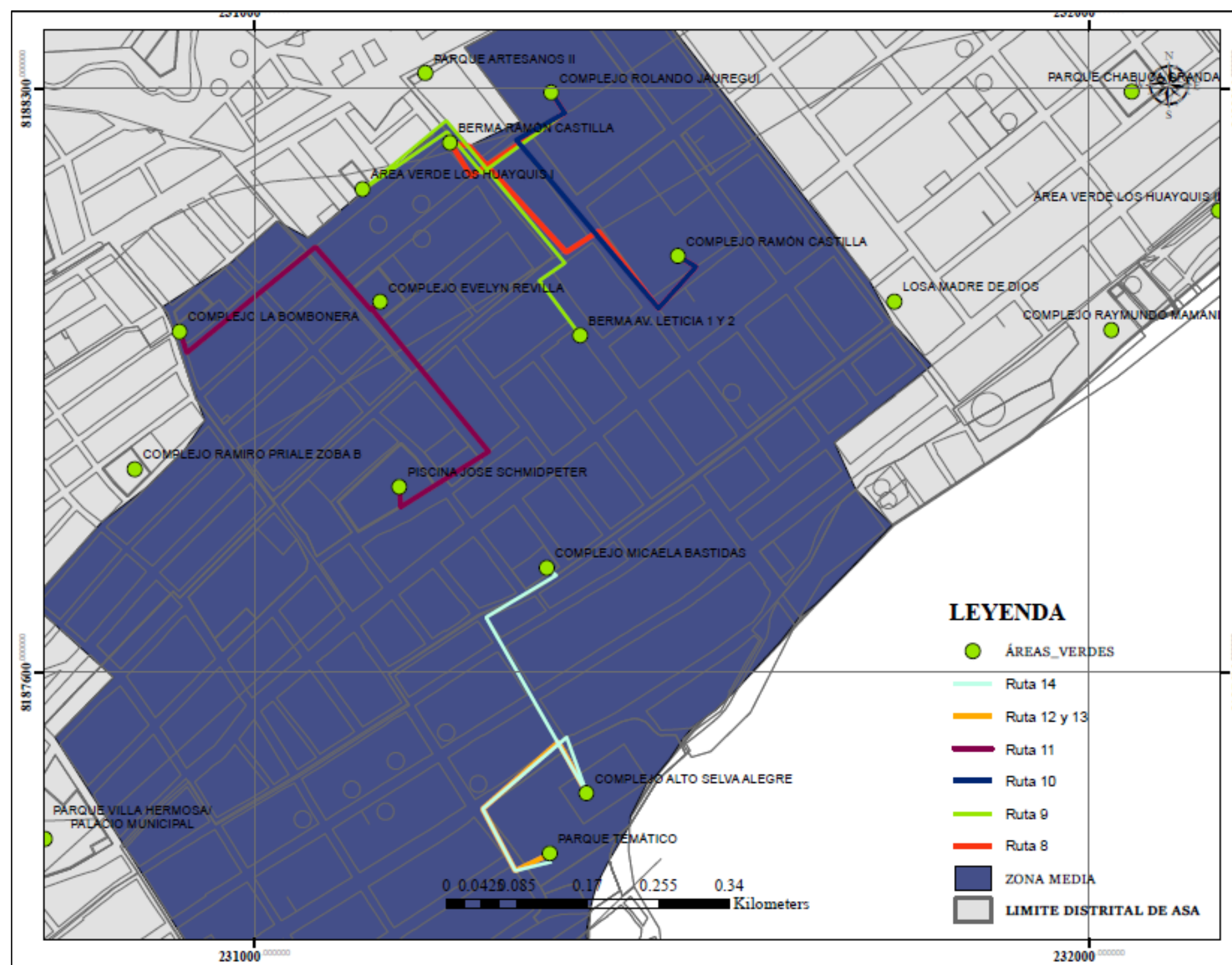
ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

Rutas de recolección para la Zona Media.



Fuente: Elaboración propia



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

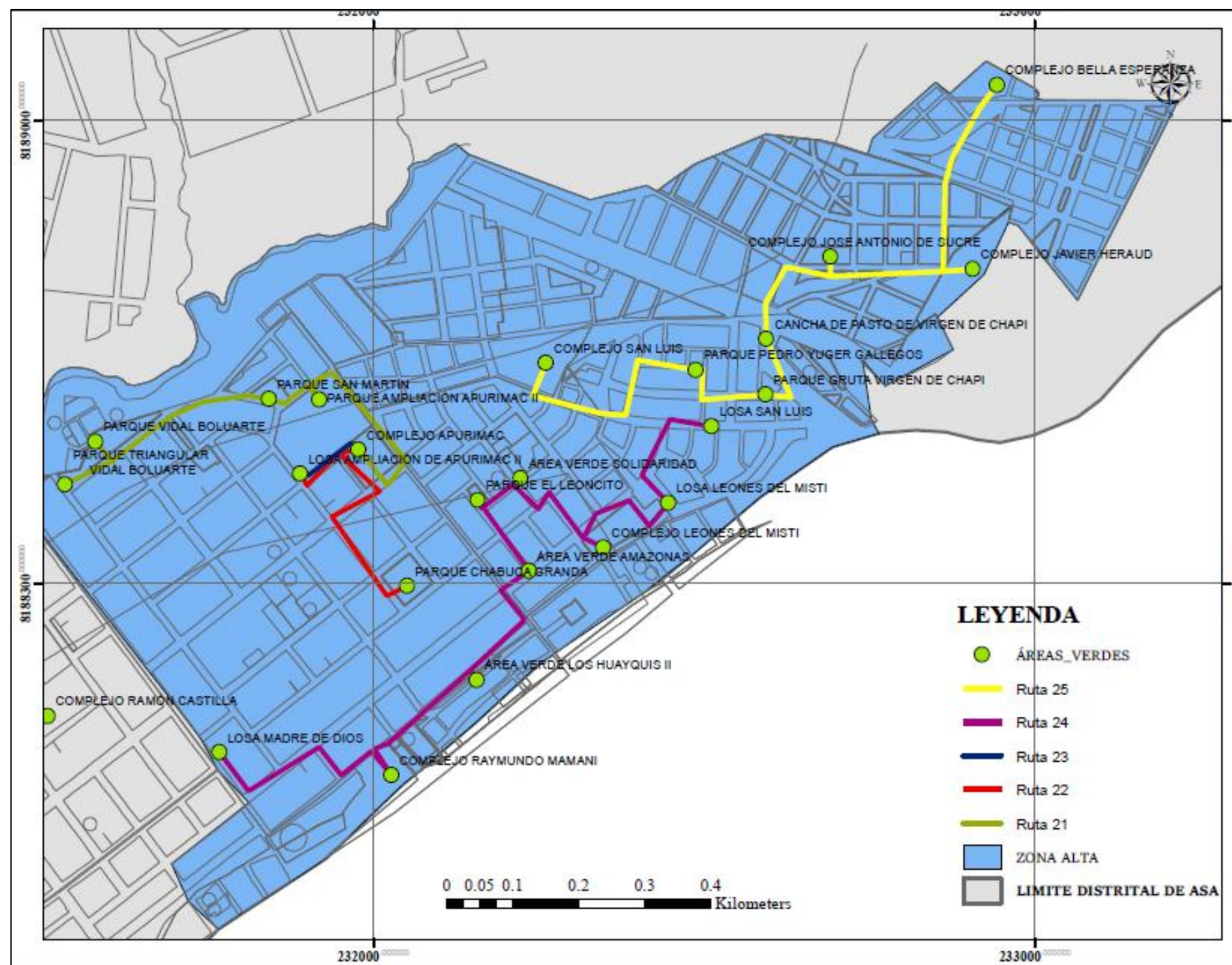
ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

Rutas de recolección para la Zona Alta.



Fuente: Elaboración propia



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

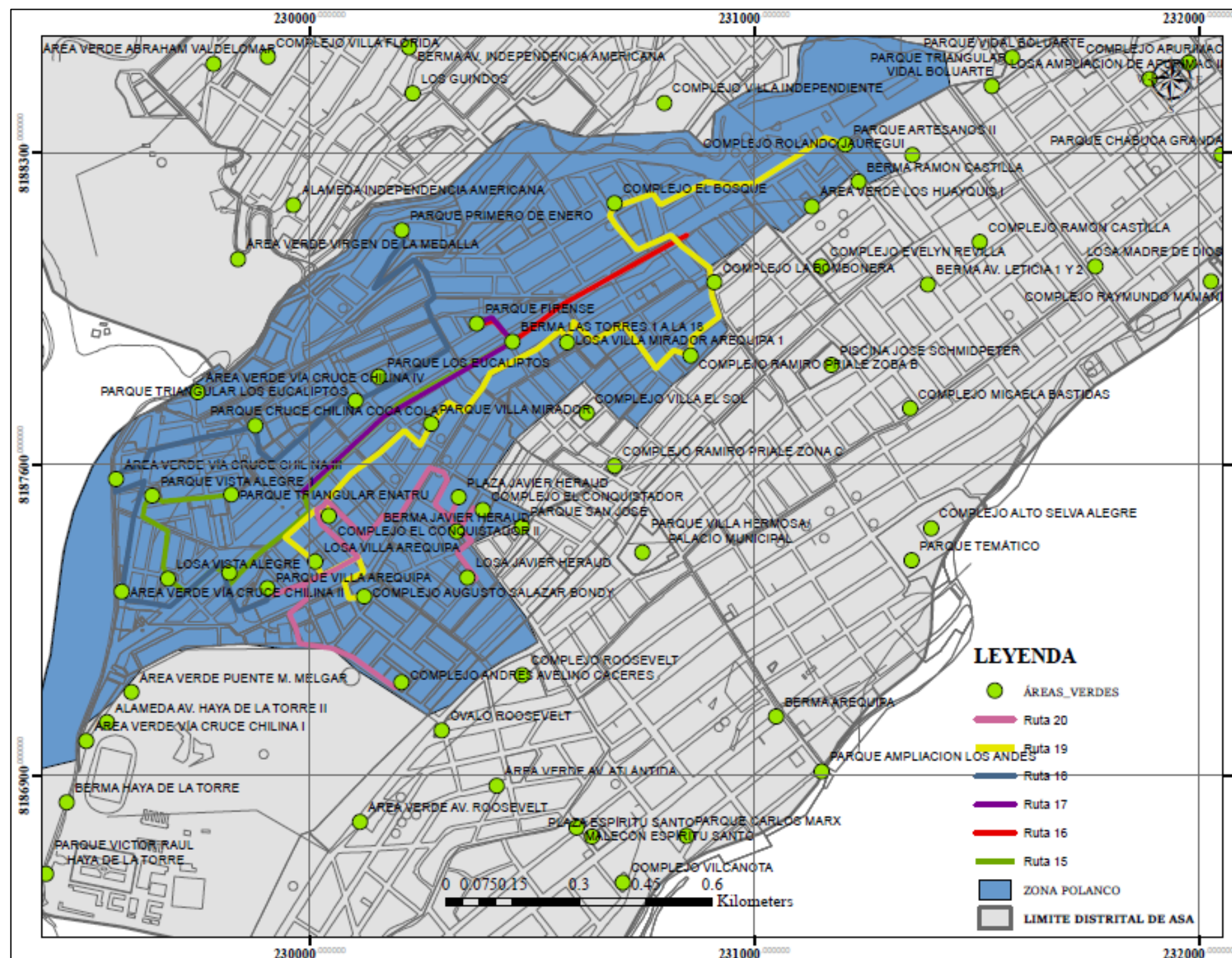
ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

Rutas de recolección para la Zona Polanco



Fuente: Elaboración propia



PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DE PODA

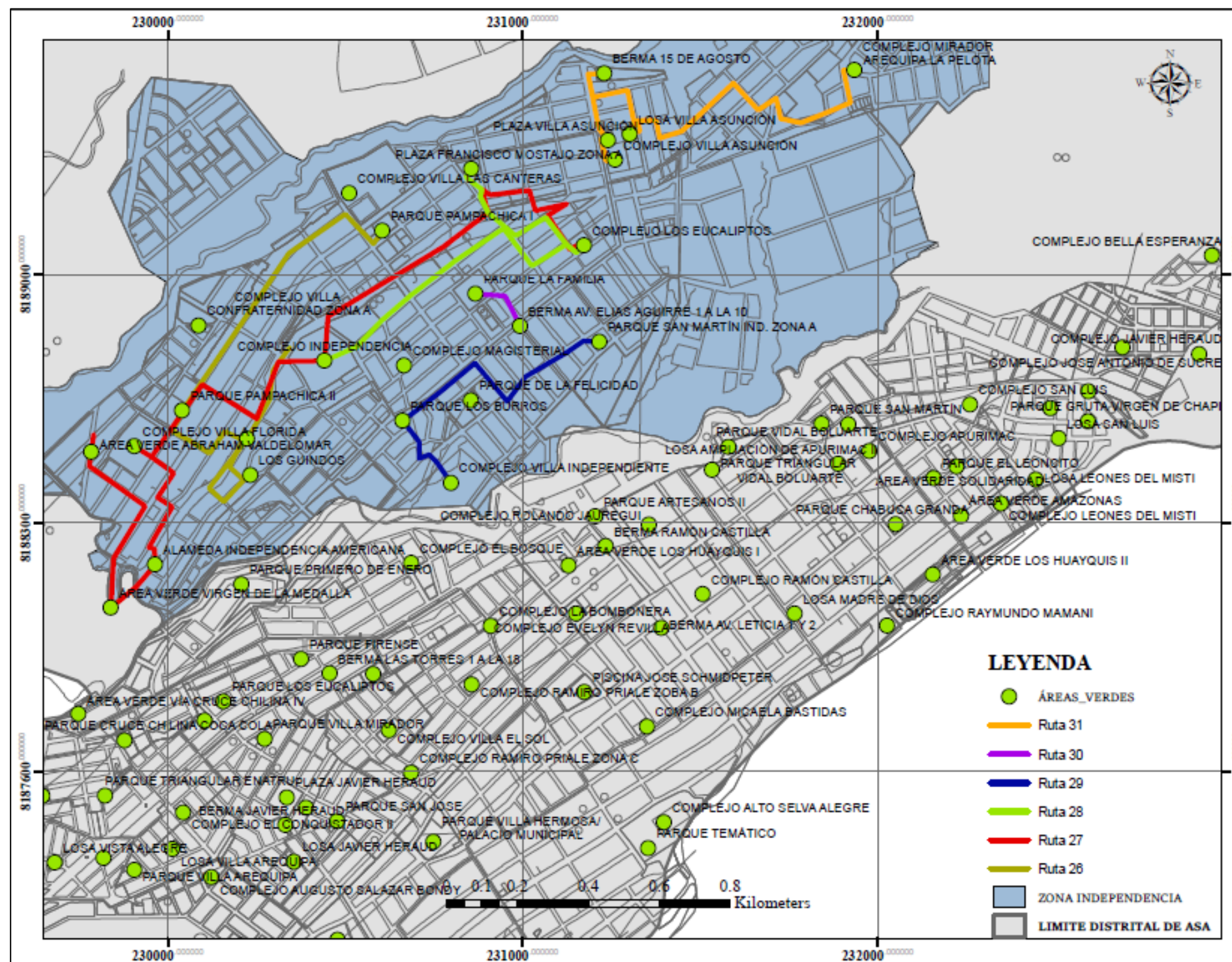
ALTO SELVA ALEGRE

Código: PV-001

Versión del documento: 00

Elaborado por: KCV/GTM

Rutas de recolección para la Zona Independencia



Fuente: Elaboración Propia

ANEXOS

ANEXO 1: Localización Geográfica de las muestras de residuos de Poda.

Código	Este	Norte	Sector
M-1	231356.00	8188295.00	Media
M-2	229599.78	8187086.34	Baja
M-3	230479.19	8187124.56	Baja
M-4	231977.94	8188502.24	Alta
M-5	230442.05	8188757.07	Independencia
M-6	231354.33	8187382.74	Media
M-7	231398.45	8187455.05	Media
M-8	230749.32	8187400.46	Baja
M-9	230686.05	8187595.32	Baja
M-10	230798.11	8188411.80	Independencia
M-11	230867.49	8188945.49	Independencia
M-12	231260.82	8189322.97	Independencia
M-13	231508.00	8188099.00	Media
M-14	229454.67	8186838.19	Baja
M-15	231174.17	8187822.23	Media
M-16	232261.27	8188633.22	Alta
M-17	229943.10	8186391.74	Baja
M-18	232348.15	8188353.98	Alta
M-19	230856.16	8189297.84	Independencia
M-20	230623.54	8187714.78	Baja
M-21	230224.39	8188537.13	Independencia
M-22	230297.43	8187000.41	Baja
M-23	230992.92	8188854.18	Independencia
M-24	232051.71	8188295.77	Alta
M-25	230704.80	8186658.38	Baja
M-26	232906.62	8188775.15	Alta
M-27	232027.66	8188010.13	Alta
M-28	229408.21	8186677.27	Baja
M-29	231151.41	8188044.08	Media

Código	Este	Norte	Sector
M-30	230137.17	8186277.01	Baja
M-31	231391.00	8188004.00	Media
M-32	231890.00	8188466.00	Alta
M-33	230128.03	8186415.03	Baja
M-34	230910.93	8188008.38	Media
M-35	231151.78	8186908.08	Baja
M-36	229545.02	8187018.63	Baja
M-37	231580.38	8188514.07	Alta
M-38	231216.26	8188809.67	Independencia
M-39	231241.46	8189378.51	Independencia
M-40	231049.95	8187031.29	Baja
M-41	230477.96	8187458.75	Baja
M-42	229906.46	8188516.18	Independencia
M-43	231230.30	8189566.84	Independencia
M-44	230601.29	8186782.10	Baja
M-45	231173.00	8189082.00	Independencia
M-46	229954.61	8186190.47	Baja
M-47	229964.58	8188181.98	Independencia
M-48	230848.03	8186762.80	Baja
M-49	230635.54	8186761.65	Baja
M-50	230666.65	8188743.42	Independencia
M-51	230421.57	8186875.99	Baja
M-52	231935.26	8189576.57	Independencia
M-53	232594.49	8188669.87	Alta
M-54	231350.69	8187725.03	Media
M-55	230114.06	8186794.16	Baja
M-56	231129.97	8188179.14	Media
M-57	232943.06	8189053.57	Alta
M-58	230457.00	8187875.00	Polanco
M-59	230335.62	8187525.14	Polanco
M-60	231767.48	8188044.28	Alta
M-61	232487.84	8188622.78	Alta

Código	Este	Norte	Sector
M-62	232446.24	8188421.48	Alta
M-63	229905.93	8187320.64	Polanco
M-64	230686.86	8188186.34	Polanco
M-65	230156.80	8187796.49	Polanco
M-66	230855.04	8188645.06	Independencia
M-67	229879.00	8187686.00	Polanco
M-68	230376.41	8187915.79	Polanco
M-69	232158.58	8188425.56	Alta
M-70	230123.06	8187301.32	Polanco
M-71	230355.79	8187344.35	Polanco
M-72	230044.12	8187482.72	Polanco
M-73	230661.57	8188588.05	Independencia
M-74	232593.12	8188585.61	Alta
M-75	231302.09	8189395.73	Independencia
M-76	230207.44	8187108.24	Polanco
M-77	229498.11	8186976.76	Polanco
M-78	232223.04	8188458.87	Alta
M-79	230604.70	8189122.87	Independencia
M-80	229578.00	8187313.00	Polanco
M-81	230273.89	8187690.45	Polanco
M-82	232156.47	8188153.35	Alta
M-83	231205.31	8188318.45	Polanco
M-84	230208.26	8188125.85	Polanco
M-85	230857.08	8187843.45	Polanco
M-86	230233.00	8188434.00	Independencia
M-87	230087.40	8188856.09	Independencia
M-88	230390.34	8187496.15	Polanco
M-89	232511.51	8188537.63	Alta
M-90	232691.19	8188794.00	Alta
M-91	231918.58	8188577.58	Alta
M-92	231842.70	8188579.06	Alta
M-93	231534.54	8188449.61	Alta

Código	Este	Norte	Sector
M-94	230512.00	8189229.28	Independencia
M-95	230332.00	8187448.00	Polanco
M-96	231234.73	8188234.58	Media
M-97	230040.58	8188616.54	Independencia
M-98	229646.71	8187528.96	Polanco
M-99	230580.00	8187873.00	Polanco
M-100	230103.85	8187741.93	Polanco
M-101	229839.34	8188060.32	Independencia
M-102	229824.24	8187530.86	Polanco
M-103	229682.19	8187341.58	Polanco
M-104	229565.26	8187566.25	Polanco
M-105	229820.00	8187355.00	Polanco
M-106	230013.72	8187380.20	Polanco
M-107	232235.48	8188318.96	Alta
M-108	229784.74	8188499.69	Independencia
M-109	229748.89	8187761.42	Polanco

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2: Resultados de Generación de Residuos provenientes de podas.

N.º	COMPLEJO O LOSA	ÁREA	ÁREA	GENERACIÓN
		TOTAL (m ²)	VERDE (m ²)	PROMEDIO (kg)
1	COMPLEJO ROLANDO JAUREGUI	27651.67	17198	2406.46
2	BERMA LAS TORRES 1 A LA 18	20120.5	16071.5	2250.01
3	ÁREA VERDE PUENTE M. MELGAR	15094	15094	2113.16
4	COMPLEJO APURIMAC	17842	13721	1920.94
5	COMPLEJO INDEPENDENCIA	16613.4	10256	1435.84
6	PARQUE TEMÁTICO	22098.57	8163	1142.82
7	COMPLEJO ALTO SELVA ALEGRE	23591.76	7836	1097.04
8	COMPLEJO ROOSEVELT	10038.27	6907	966.98
9	PARQUE VILLA HERMOSA/ PALACIO MUNICIPAL	9163.36	5898.6	825.8
10	COMPLEJO VILLA INDEPENDIENTE	12719.5	4536	635.04
11	PARQUE LA FAMILIA	8338.5	4121	576.94
12	COMPLEJO VILLA ASUNCIÓN	4800	3721	520.94
13	COMPLEJO RAMÓN CASTILLA	4377.1	3125.2	437.53
14	PLAZA JAVIER HERAUD	5813.82	2962	414.68
15	PISCINA JOSE SCHMIDPETER	5953.74	2831	396.34
16	COMPLEJO SAN LUIS	3681	2748.8	384.83
17	PARQUE VILLA AREQUIPA	0	2711	379.54
18	COMPLEJO LEONES DEL MISTI	4662.5	2451.8	343.25
19	PLAZA FRANCISCO MOSTAJO ZONA A	4500	2435.5	340.97
20	COMPLEJO EL BOSQUE	4027.22	2354.5	329.63
21	BERMA AV. INDEPENDENCIA AMERICANA	2275.5	2275.5	318.57
22	PARQUE LOS EUCALIPTOS	6696.4	2162.4	302.74

N.º	COMPLEJO O LOSA	ÁREA	ÁREA	GENERACIÓN
		TOTAL (m²)	VERDE (m²)	PROMEDIO (kg)
23	BERMA AV. ELIAS AGUIRRE 1 A LA 10	3003.1	2120	296.8
24	PARQUE CHABUCA GRANDA	3600	1831.2	256.37
25	PARQUE CRUCE CHILINA COCA COLA	5428.77	1706.7	238.94
26	COMPLEJO JAVIER HERAUD	2771	1582	221.48
27	COMPLEJO RAYMUNDO MAMANI	3120	1561.4	218.6
28	COMPLEJO RAMIRO PRIALE ZONA C	1815.3	1343.1	188.034
29	COMPLEJO EVELYN REVILLA	2141.64	1281	179.34
30	BERMA HAYA DE LA TORRE	1273	1273	178.22
31	BERMA AV. LETICIA 1 Y 2	113	1113	155.82
32	LOSA AMPLIACIÓN DE APURIMAC II	1323.2	1063.3	148.86
33	PARQUE FIRENSE	1114.77	1063	148.82
34	COMPLEJO LA BOMBONERA	2404.51	997.2	139.61
35	COMPLEJO ROMERO	5494.2	990	138.6
36	COMPLEJO VILLA EL SOL	2282.92	978	136.92
37	PARQUE VIDAL BOLUARTE	4627	973.5	136.29
38	PARQUE SAN MARTÍN IND. ZONA A	2962.5	938.3	131.36
39	PLAZA VILLA ASUNCIÓN	1330	919.5	128.73
40	ÓVALO ROOSEVELT	913	913	127.82
41	COMPLEJO AUGUSTO SALAZAR BONDY	1756.5	909.1	127.27
42	COMPLEJO VILLA FLORIDA	4030.6	865	121.1
43	BERMA 15 DE AGOSTO	845.5	845.5	118.37
44	LOSA JAVIER HERAUD	1980.1	834.6	116.84
45	COMPLEJO LOS EUCALIPTOS	1941.81	828	115.92
46	COMPLEJO EL CONQUISTADOR II	1488.91	755.5	105.77

N.º	COMPLEJO O LOSA	ÁREA	ÁREA	GENERACIÓN
		TOTAL (m²)	VERDE (m²)	PROMEDIO (kg)
47	ALAMEDA INDEPENDENCIA AMERICANA	696.5	696.5	97.51
48	COMPLEJO ANDRES AVELINO CACERES	3146.12	682	95.48
49	ÁREA VERDE VÍA CRUCE CHILINA I	1585.5	670.5	93.87
50	COMPLEJO MAGISTERIAL	2312.07	656	91.84
51	ÁREA VERDE VÍA CRUCE CHILINA II	638	638	89.32
52	COMPLEJO MIRADOR AREQUIPA LA PELOTA	1879.43	637	89.18
53	CANCHA DE PASTO DE VIRGEN DE CHAPI	725	621.9	87.07
54	COMPLEJO MICAELA BASTIDAS	1441.25	601.1	84.15
55	COMPLEJO VILCANOTA	921.25	562.2	78.71
56	ÁREA VERDE LOS HAUYQUIS I	623.5	554	77.56
57	COMPLEJO BELLA ESPERANZA	1806.44	537	75.18
58	PARQUE VILLA MIRADOS	1417.66	522	73.08
59	PARQUE ARTESANOS II	796.4	500.95	70.13
60	LOSA MADRE DE DIOS	1697.91	493.4	69.08
61	PARQUE PEDRO YUGER GALLEGOS	568.5	493.4	69.07
62	LOSA LEONES DEL MISTI	1478.51	485	67.9
63	PARQUE VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE	432	482.6	67.56
64	PARQUE PRIMERO DE MAYO	805.47	602	67.33
65	PARQUE PRIMERO DE ENERO	3427.5	438	61.32
66	PARQUE DE LA FELICIDAD	413.4	419	58.66
67	PARQUE ALIANZA	450.9	396.4	55.5

N.º	COMPLEJO O LOSA	ÁREA	ÁREA	GENERACIÓN
		TOTAL (m²)	VERDE (m²)	PROMEDIO (kg)
68	COMPLEJO RAMIRO PRIALE ZOBAB	1018.04	392.5	54.95
69	PARQUE EL LEONCITO	576	385	53.9
70	COMPLEJO EL CONQUISTADOR	1045.1	375	52.5
71	BERMA JAVIER HERAUD	362.06	357	49.98
72	PARQUE VISTA ALEGRE 1	354.5	354.5	49.63
73	PARQUE LOS BURROS	371.1	352.5	49.35
74	PARQUE GRUTA VIRGEN DE CHAPI	662.48	350.5	49.07
75	LOSA VILLA ASUNCIÓN	1600	331.5	46.41
76	LOSA VILLA MIRADOR AREQUIPA 1	2976.21	318	44.52
77	PARQUE AMPLIACION LOS ANDES	351.76	306	42.84
78	ÁREA VERDE SOLIDARIDAD	291.5	291.5	40.81
79	PARQUE PAMPACHICA I	211.3	291	40.74
80	ALAMEDA AV. HAYA DE LA TORRE II	289.5	289.5	40.53
81	BERMA AREQUIPA	278	278	38.92
82	ÁREA VERDE LOS HUAYQUIS II	473	238	33.32
83	PARQUE TRIANGULAR LOS EUCALIPTOS	759.11	236	33.04
84	PARQUE SAN JOSE	784.26	233	32.62
85	MALECÓN ESPÍRITU SANTO	274.16	212.5	29.75
86	LOS GUINDOS	238.1	212	29.68
87	COMPLEJO VILLA CONFRATERNIDAD ZONA A	1143.6	187.3	26.22
88	PARQUE TRIANGULAR ENATRU	129.46	175.5	24.57
89	LOSA SAN LUIS	974.5	158.3	22.16
90	COMPLEJO JOSE ANTONIO DE SUCRE	559.83	157	21.98

N.º	COMPLEJO O LOSA	ÁREA	ÁREA	GENERACIÓN
		TOTAL (m²)	VERDE (m²)	PROMEDIO (kg)
91	PARQUE AMPLIACIÓN APURIMAC II	152	152	21.28
92	PARQUE SAN MARTÍN	236.71	151	21.14
93	PARQUE TRIANGULAR VIDAL BOLUARTE	290	148.5	20.79
94	COMPLEJO VILLA LAS CANTERAS	1796.5	140	19.6
95	LOSA VISTA ALEGRE	760.63	132.2	18.51
96	BERMA RAMÓN CASTILLA	127	127	17.78
97	PARQUE PAMPACHICA II	226.3	123	17.22
98	PARQUE FUNDADORES PIONEROS	163.15	117	16.38
99	PARQUE CARLOS MARX	132	107.5	15.05
100	PLAZA ESPÍRITU SANTO	1628.88	480.9	13.6
101	ÁREA VERDE VIRGEN DE LA MEDALLA	85.5	85.5	11.97
102	ÁREA VERDE VÍA CRUCE CHILINA III	165	63	8.82
103	PARQUE TRIANGULAR LUIS GOVERNA	47.5	47.5	6.65
104	ÁREA VERDE AV. ATLÁNTIDA	35.5	35.5	4.97
105	LOSA VILLA AREQUIPA	799.14	33.5	4.69
106	ÁREA VERDE AV. ROOSEVELT	28	28	3.92
107	ÁREA VERDE AMAZONAS	16.5	16.5	2.31
108	ÁREA VERDE ABRAHAM VALDELOMAR	13	13	1.82
109	ÁREA VERDE VÍA CRUCE CHILINA IV	10	10	1.4
TOTAL		337520.33	187448.4	26170.824

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3: Composición Porcentual de los residuos orgánicos generados por actividades de poda

TIPO DE RESIDUO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%)
Materia Orgánica	99.2800
Plástico PET	0.3700
Bolsas	0.1400
Envolturas	0.2000
Otros	0.0100
Total	100

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4: Ficha de Recolección de Datos de Responsable de Gestión Ambiental

Anexo 4.1

12/07/2019

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE
DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS POR LAS
ACTIVIDADES DE PODA DE LAS ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE
ALTO SELVA ALEGRE**

Nombre	Claudia Rondón Rosas
Cargo	Responsable de Gestión Ambiental

ASPECTO NORMATIVO

¿Existe alguna ordenanza municipal para la gestión de residuos sólidos orgánicos?	(Sí)	No
¿En qué ordenanza municipal se basan la gestión integral de residuos sólidos en el distrito?	• Ordenanza Municipal N° 444 MDASA • Ordenanza Municipal N° 379 MDASA • Ordenanza Municipal N° 413 MDASA	
¿Existe alguna ordenanza municipal que incluya la valorización de residuos generados por actividades de poda? ¿Cuál?	No, específicamente de valorización de pectos, sin embargo se está trabajando para dar cumplimiento a la actividad 2, de la meta 3 del Programa de Incentivos.	

ANÁLISIS DE ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS

Información sobre operaciones de Limpieza Pública

¿Existen rutas establecidas para la recolección selectiva de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	Sí	(No)
¿Con qué frecuencia realizan las actividades de poda de áreas verdes en su distrito?	Cada mes se hace mantenimiento de parques y jardines.	



¿Con qué frecuencia realizan la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	Se recolecta luego de haber culminado la actividad, es decir diario. Sin embargo si se excede la capacidad del vehículo recolector los RRSS son acopiados en las áreas verdes.
¿Cuántas unidades de transporte son las encargadas de la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	2,
¿Cuál es la cantidad promedio que se recolecta de residuos generados por actividades de poda por unidad de transporte?	Al mes en promedio 10 toneladas, de las cuales aproximadamente 4 toneladas son de pasto y 6 de ramas, hojas y troncos. Cada vehículo recolecta aproximadamente 500 kg por día.
¿Aplican algún tipo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Se planea realizar compostaje pero aún sin resultados
¿Realizan la transferencia de residuos sólidos orgánicos de actividades de podas?	No
¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Se los llevan a Quebrada Honda.

Anexo 4.2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE 12/07/2014
DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS POR LAS
ACTIVIDADES DE PODA DE LAS ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE
ALTO SELVA ALEGRE

Nombre	Elar Ulloa
Cargo	Subgerente de Mantenimiento de Infraestructura Existente

ASPECTO NORMATIVO



¿Existe alguna ordenanza municipal para la gestión de residuos sólidos orgánicos?	Sí	No
¿En qué ordenanza municipal se basan la gestión integral de residuos sólidos en el distrito?	Ordenanza Municipal N° 386 M.D.A.S.A	
¿Existe alguna ordenanza municipal que incluya la valorización de residuos generados por actividades de poda? ¿Cuál?	No	

ANÁLISIS DE ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS

Información sobre operaciones de Limpieza Pública

¿Existen rutas establecidas para la recolección selectiva de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	Sí	No
¿Con qué frecuencia realizan las actividades de poda de áreas verdes en su distrito?	Diariamente.	



¿Con qué frecuencia realizan la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	Se recolecta luego de haber culminado la actividad, es decir diario. Sin embargo si se excede la capacidad del vehículo recolector los RRSS son acopiados en las áreas verdes.
¿Cuántas unidades de transporte son las encargadas de la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	2,
¿Cuál es la cantidad promedio que se recolecta de residuos generados por actividades de poda por unidad de transporte?	Al mes en promedio 10 toneladas, de las cuales aproximadamente 4 toneladas son de pasto y 6 de ramas, hojas y troncos. Cada vehículo recolecta aproximadamente 500 kg por día.
¿Aplican algún tipo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Se planea realizar compostaje pero aún sin resultados
¿Realizan la transferencia de residuos sólidos orgánicos de actividades de podas?	No
¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Son llevados a Quebrada Honda.

Anexo 4.3

12/07/2019

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE
DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS POR LAS
ACTIVIDADES DE PODA DE LAS ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE
ALTO SELVA ALEGRE**

Nombre	Nixon Callo Cuno
Cargo	Sub Gerente de Áreas Verdes

ASPECTO NORMATIVO



¿Existe alguna ordenanza municipal para la gestión de residuos sólidos orgánicos?	☒ Sí	No
¿En qué ordenanza municipal se basan la gestión integral de residuos sólidos en el distrito?	Ordenanza Municipal No 379	
¿Existe alguna ordenanza municipal que incluya la valorización de residuos generados por actividades de poda? ¿Cuál?	No	

ANÁLISIS DE ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS

Información sobre operaciones de Limpieza Pública

¿Existen rutas establecidas para la recolección selectiva de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	☒ Sí	No
¿Con qué frecuencia realizan las actividades de poda de áreas verdes en su distrito?	Es sectorial Se realiza poda de césped cada mes rotativamente y mantenimiento de árboles y arbustos cada 3 meses.	



¿Con qué frecuencia realizan la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	Diario
¿Cuántas unidades de transporte son las encargadas de la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	2 unidades de carga Ligera, Marca KIA
¿Cuál es la cantidad promedio que se recolecta de residuos generados por actividades de poda por unidad de transporte?	Cada unidad de transporte, recolecta aproximadamente 500 Kg cada día
¿Aplican algún tipo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	No
¿Realizan la transferencia de residuos sólidos orgánicos de actividades de podas?	No
¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Para evita mayores gastos y debido a la baja peligrosidad de los residuos, muchas veces los depositamos en torrenteras o quebradas.

Anexo 4.4

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE 12/07/2014
DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS POR LAS
ACTIVIDADES DE PODA DE LAS ÁREAS VERDES DEL DISTRITO DE
ALTO SELVA ALEGRE**

Nombre	Marleny Figueroa Poma
Cargo	Gerente de servicios a la ciudad y Gestión Ambiental

ASPECTO NORMATIVO



¿Existe alguna ordenanza municipal para la gestión de residuos sólidos orgánicos?	☒ Sí	☐ No
¿En qué ordenanza municipal se basan la gestión integral de residuos sólidos en el distrito?	Ordenanza Municipal N° 444 MDASA Ordenanza Municipal N° 379 MDASA Ordenanza Municipal N° 413 MDASA Ordenanza Municipal N° 386 MDASA	
¿Existe alguna ordenanza municipal que incluya la valorización de residuos generados por actividades de poda? ¿Cuál?	No, pero dadas los compromisos asumidos por MDASA, buscamos el cumplimiento del programa de incentivos la mejora de gestión municipal.	

ANÁLISIS DE ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS

Información sobre operaciones de Limpieza Pública

¿Existen rutas establecidas para la recolección selectiva de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	☒ Sí	☐ No
¿Con qué frecuencia realizan las actividades de poda de áreas verdes en su distrito?	Diario, se realiza de manera rotativa a cada área verde	



¿Con qué frecuencia realizan la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	Diaria, terminada la actividad
¿Cuántas unidades de transporte son las encargadas de la recolección de residuos generados por las actividades de poda en su distrito?	2
¿Cuál es la cantidad promedio que se recolecta de residuos generados por actividades de poda por unidad de transporte?	Cada unidad de transporte recolecta aproximadamente 700 kg diarios
¿Aplican algún tipo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Se están desarrollando planes para la valorización de residuos orgánicos provenientes de restaurantes, aún sin resultados.
¿Realizan la transferencia de residuos sólidos orgánicos de actividades de podas?	No
¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades de poda en su distrito?	Los residuos sólidos orgánicos provenientes de actividades de poda son llevadas al relleno sanitario de Quebradas Hondas.

ANEXO 5: Constancias de la Participación en la Municipalidad de Alto Selva Alegre



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ALTO SELVA ALEGRE

CONSTANCIA

La Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental de La Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre quien suscribe la presente hace constar:

Que la Srta.:

KEYLA SAFIRA CARDENAS VIDAL

Ha participado en el desarrollo del Proyecto de Implementación de la Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos para en cumplimiento de la Actividad 3 de la Meta 16 del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal 2018, siendo su participación de Julio a Diciembre del 2018.

Habiendo demostrado conocimientos, compromiso y responsabilidad durante el desarrollo del proyecto.

Se expide la presente a solicitud de la Interesada.

Alto Selva Alegre, 30 de Setiembre del 2019



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
ALTO SELVA ALEGRE AREQUIPA
Ing. Marleny Figueroa Puma
SECRETARÍA DE SERVICIOS A LA CIUDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL
1992

Dirección: Esquina Av. Obrera con calle José Olaya s/n
Teléfono: (054) 263227 - (054) 266050 / RUC: 20311886879
[http: www.munialtoselvaalegre.gob.pe](http://www.munialtoselvaalegre.gob.pe)

SIRVIENDO JUNTOS
...con transparencia y modernidad



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ALTO SELVA ALEGRE

CONSTANCIA

La Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental de La Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre quien suscribe la presente hace constar:

Que la Srta.:

GUSTAVO ALONSO TEJADA MARÍN

Ha participado en el desarrollo del Proyecto de Implementación de la Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos para en cumplimiento de la Actividad 3 de la Meta 16 del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal 2018, siendo su participación de Julio a Diciembre del 2018.

Habiendo demostrado conocimientos, compromiso y responsabilidad durante el desarrollo del proyecto.

Se expide la presente a solicitud de la Interesada.

Alto Selva Alegre, 30 de Setiembre del 2019

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
ALTO SELVA ALEGRE AREQUIPA
Marieny Figueroa
Ing. Marieny Figueroa Puma
GERENTE DE SERVICIOS A LA CIUDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL
1992

Dirección: Esquina Av. Obrera con calle José Olaya s/n
Teléfono: (054) 263227 - (054) 266050 / RUC: 20311886879
<http://www.munialtoselvaalegre.gob.pe>

SIRVIENDO JUNTOS
...con transparencia y modernidad