

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE VALORIZACIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA LA SOSTENIBILIDAD  
AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE POCOLLAY, 2021”**

**PARA OPTAR:  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PIERO JORDANO IPARRAGUIRRE BEDOYA  
Bach. XIMENA VALERIA RAMOS ZAMORA**

**TACNA – PERÚ  
2022**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE VALORIZACIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA LA  
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE  
POCOLLAY, 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 19 de septiembre de 2022; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Msc. HUMBERTO JACINTO SANTANA SOTO**

**SECRETARIO : Mtro. RICARDO WILLIAM NAVARRO AYALA**

**VOCAL : Msc. MARISOL MENDOZA AQUINO**

**ASESOR : Dr. NORIBAL JORGE ZEGARRA ALVARADO**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, *Ximena Valeria Ramos Zamora y Piero Jordano Iparraguirre Bedoya*, en calidad de *bachilleres* de la Escuela Profesional de *Ingeniería Ambiental* de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71497458 y 72162791 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales, para la sostenibilidad ambiental en el Distrito de Pocollay, 2021”*, la misma que presentamos para optar: *Título profesional de Ingeniero Ambiental*
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a la Universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicada anteriormente; asumo las consecuencias y las sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 05 de mayo del 2022



Ximena Valeria Ramos Zamora



Piero Jordano Iparraguirre Bedoya

## DEDICATORIA

*A mis padres, Valdemar y Marina, por brindarme su apoyo y cariño durante este tiempo, y por no dejarme vencer a pesar de las complicaciones que vivimos. Su amor incondicional es la base de todo lo que he podido construir hasta ahora. A mis abuelas, Doris y Marina, que desde niño me consintieron y cuidaron de mí, y ayudaron en la formación del hombre que soy ahora.*

*Pero en especial, dedico mi trabajo al ángel que desde octubre me acompaña desde el cielo. Gema, siempre estuviste para mí, aún más de lo que hubiera pedido. Irónicamente, es ahora cuando más falta me haces. Por ti es que he llegado hasta aquí, y pienso seguir adelante. Gracias a tu ejemplo es que aspiro a volverme un profesional, por el amor que me diste he podido progresar como persona, por el carácter terco que compartimos puedo hacer frente a la adversidad. Hiciste tanto por mí, que nunca pude agradecerte lo suficiente. Un beso y abrazo hasta el cielo Gemy.*

Bach. Piero Iparraguirre

## DEDICATORIA

*A mis padres, Guido y Ruth, quienes son mi soporte para poder superarme todos los días. Agradezco su apoyo y consejos. A mis hermanos, Álvaro y Guido, a quienes admiro y quiero mucho.*

*Asimismo, quiero dedicar este trabajo a mi prima Anel Tomaylla Zamora, que ahora no me acompaña de manera física, pero siempre vive en mis recuerdos. Siempre tuviste el mismo sueño de convertirte en ingeniera ambiental, y ahora me acompañas de manera espiritual en este camino. Te agradezco siempre tu bondad y amor por este mundo. Te quiero.*

Bach. Ximena Ramos

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, que supo guiar nuestro camino para estudiar esta gran profesión, que nos permite ser agentes de bien en servicio de nuestro planeta y de la sociedad en que vivimos.*

*A nuestras familias, pilar de nuestras vidas, que nos brindaron todo su apoyo desde el inicio para poder crecer como personas y como profesionales, que siempre estuvieron para darnos su amor y cariño, y gracias a todo lo que hicieron por nosotros hemos sido capaces de llegar hasta aquí.*

*A nuestros amigos, por las alegrías que vivimos juntos, que nos hicieron más ameno el camino que recorrimos juntos. Mención especial a quienes nos apoyaron en los momentos más difíciles y nos dieron ánimos para poder seguir adelante y alcanzar nuestros objetivos.*

*Finalmente, agradecer a todas las personas que nos ayudaron en nuestro camino, como nuestros estimados docentes, quienes pulieron nuestro carácter y aportaron en nuestra formación profesional, siendo maestros y amigos con quienes contar.*

Bach. Piero Iparraguirre Bedoya

Bach. Ximena Ramos Zamora

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.    Descripción del problema.....	2
1.2.    Formulación del problema.....	3
1.2.1.    Problema General.....	3
1.2.2.    Problemas Específicos.....	3
1.3.    Justificación e Importancia de la Investigación.....	3
1.3.1.    Justificación ambiental.....	3
1.3.2.    Justificación académica.....	4
1.3.3.    Justificación política.....	4
1.3.4.    Justificación económica.....	5
1.4.    Objetivos.....	5
1.4.1.    Objetivo General.....	5
1.4.2.    Objetivos Específicos.....	6
1.5.    Hipótesis.....	6
1.5.1.    Hipótesis General.....	6
1.5.2.    Hipótesis Específicas.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1.    Antecedentes del estudio.....	7
2.1.1.    Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2.    Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3.    Antecedentes locales.....	11
2.2.    Bases Teóricas.....	12

2.2.1.	Marco legal.....	12
2.2.2.	Manejo integral de los residuos sólidos.....	13
2.2.3.	Residuos sólidos.....	14
2.2.3.1.	Residuos sólidos municipales.....	14
2.2.3.2.	Residuos sólidos orgánicos.....	14
2.2.3.3.	Residuos sólidos inorgánicos.....	14
2.2.4.	Valorización de residuos sólidos.....	15
2.2.4.1.	Segregación de residuos sólidos.....	15
2.2.4.2.	Valorización residual.....	15
A.	Valorización de residuos orgánicos.....	16
B.	Valorización de residuos inorgánicos.....	16
2.2.4.3.	Comercialización de residuos valorizados.....	16
2.2.5.	Sostenibilidad ambiental.....	16
2.2.6.	Empresa Operadora de Residuos Sólidos.....	17
2.2.7.	Indicadores ambientales.....	17
2.2.7.1.	Huella hídrica.....	18
2.2.7.2.	Huella social.....	18
2.2.7.3.	Huella ecológica.....	18
2.2.7.4.	Huella de carbono.....	19
2.3.	Definición de términos.....	19
2.3.1.	Planta de Valorización.....	19
2.3.2.	Economía circular.....	19
2.3.3.	Caracterización de residuos.....	20
2.3.4.	Meta 3.....	20
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		21
3.1.	Tipo y diseño de la investigación.....	21
3.2.	Población y/o muestra de estudio.....	21
3.3.	Operacionalización de variables.....	23
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	23
3.4.1.	Reconocimiento de la Zona de Estudio.....	23
3.4.2.	Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios.....	25
3.4.2.1.	Registro y capacitación de viviendas participantes.....	25
3.4.2.2.	Recolección y análisis de las muestras.....	25
A.	Pesaje individual.....	25
B.	Pesaje en Cilindro.....	26
C.	Composición.....	26
3.4.2.3.	Análisis de datos.....	26
3.4.3.	Proyección de incremento poblacional.....	27
3.4.4.	Determinación de la sostenibilidad ambiental.....	27

3.4.4.1.	Indicadores ambientales.....	27
A.	Huella hídrica .....	27
B.	Huella social .....	28
C.	Huella ecológica.....	28
D.	Huella de carbono.....	28
3.5.	Materiales y/o instrumentos.....	29
3.5.1.	Materiales.....	29
3.5.2.	Instrumentos.....	30
3.6.	Procesamiento y análisis de datos.....	30
3.6.1.	Análisis de Datos de la Caracterización.....	30
3.6.1.1.	Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios.....	30
3.6.1.2.	Cálculo de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios.....	31
3.6.1.3.	Composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios.....	31
3.6.2.	Proyección de Incremento Poblacional.....	32
3.6.2.1.	Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios.....	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		33
4.1.	Estudio de Caracterización.....	33
4.1.1.	Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios.....	33
4.1.1.1.	Zona Alta.....	33
4.1.1.2.	Zona Media Alta.....	35
4.1.1.3.	Zona Media.....	37
4.1.1.4.	Zona Media Baja.....	38
4.1.2.	Cálculo de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios.....	40
4.1.3.	Composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios.....	41
4.1.3.1.	Zona Alta.....	41
4.1.3.2.	Zona Media Alta.....	43
4.1.3.3.	Zona Media.....	44
4.1.3.4.	Zona Media Baja.....	45
4.2.	Proyección de incremento poblacional.....	46
4.2.1.	Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios.....	47
4.2.1.1.	Proyección de generación de residuos orgánicos.....	48
4.2.1.2.	Proyección de generación de residuos inorgánicos.....	48
A.	Botellas PET.....	49
B.	Latas.....	49
C.	Papel y cartón.....	50
D.	Vidrio.....	50
4.3.	Sostenibilidad ambiental.....	51
4.3.1.	Huella hídrica.....	51
4.3.2.	Huella ecológica.....	53

4.3.3.	Huella de carbono.....	54
4.3.4.	Huella social.....	56
4.4.	Propuestas.....	57
4.4.1.	Para valorización de residuos inorgánicos.....	57
4.4.1.1.	Comercialización de materiales.....	57
4.4.2.	Para valorización de residuos orgánicos.....	60
4.4.2.1.	Pilas de compostaje.....	60
4.4.2.2.	Obtención de biogás.....	61
A.	Biodigestor Tipo Chino.....	62
B.	Biodigestor Tipo Hindú.....	63
4.4.3.	Para mejorar la sostenibilidad ambiental.....	64
4.4.3.1.	Plan de mitigación.....	64
4.5.	Balance económico.....	67
4.5.1.	Ingresos potenciales.....	67
4.5.1.1.	Ingresos de la Municipalidad Distrital de Pocollay.....	67
4.5.1.2.	Ingresos por comercialización de materiales (residuos inorgánicos).....	68
4.5.1.3.	Ingresos por comercialización de compost.....	68
4.5.2.	Inversión.....	69
4.5.2.1.	Programa de valorización de residuos.....	69
4.5.2.2.	Construcción de biodigestor.....	70
4.5.3.	Balance general.....	72
4.6.	Resolución de Hipótesis.....	74
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		75
CONCLUSIONES.....		78
RECOMENDACIONES.....		80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
ANEXOS.....		87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Códigos de colores para los residuos generados del ámbito municipal.....	15
Tabla 2. Número de muestras de acuerdo al total de viviendas.....	22
Tabla 3. Variables de la investigación.....	23
Tabla 4. Estratificación porcentual de la Zona Piloto del Distrito de Pocollay.....	24
Tabla 5. Cantidad de agua que se ahorra por reciclaje de materiales.....	28
Tabla 6. Proporción de emisiones de dióxido de carbono con respecto a los Residuos generados .....	29
Tabla 7. Clasificación de residuos aprovechables y no aprovechables	31
Tabla 8. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Alta (antes de las fiestas de fin de año).....	34
Tabla 9. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Alta (después de las fiestas de fin de año).....	34
Tabla 10. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media Alta (antes de las fiestas de fin de año).....	35
Tabla 11. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media Alta (después de las fiestas de fin de año).....	36
Tabla 12. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media (antes de las fiestas de fin de año).....	37
Tabla 13. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media (después de las fiestas de fin de año)	38
Tabla 14. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media Baja (antes de las fiestas de fin de año).....	39
Tabla 15. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media Baja (después de las fiestas de fin de año).....	39
Tabla 16. Densidad de los residuos recolectados antes y después de las fiestas.....	40
Tabla 17. Proyección del incremento de viviendas de la Zona piloto a 10 años, según los distintos estratos.....	46
Tabla 18. Proyección del incremento poblacional de la Zona piloto a 10 años, según los distintos estratos.....	46
Tabla 19. Proyección de la generación diaria y semanal de residuos sólidos municipales de los distintos estratos.....	47
Tabla 20. Proyección de la generación semanal y anual de residuos orgánicos.....	48
Tabla 21. Proyección de la generación semanal y anual de residuos de plástico PET.....	49
Tabla 22. Proyección de la generación semanal y anual de residuos de latas.....	49
Tabla 23. Proyección de la generación semanal y anual de residuos de papel y cartón.....	50

Tabla 24. Proyección de la generación semanal y anual de residuos de vidrio.....	50
Tabla 25. Estimación de litros de agua ahorrados por reciclaje de papel.....	51
Tabla 26. Estimación de litros de agua ahorrados por reciclaje de vidrio.....	52
Tabla 27. Estimación de litros de agua ahorrados por reciclaje de latas.....	52
Tabla 28. Estimación de hectáreas requeridas para la producción de papel.....	53
Tabla 29. Estimación anual de emisiones de CO2 sin valorización de residuos sólidos inorgánicos.....	54
Tabla 30. Estimación anual de emisiones de CO2 con valorización de residuos sólidos inorgánicos.....	55
Tabla 31. Precios del mercado de materiales recuperados o reciclados.....	57
Tabla 32. Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de plástico PET.....	58
Tabla 33. Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de latas.....	58
Tabla 34. Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de papel y cartón.....	59
Tabla 35. Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de vidrio.....	59
Tabla 36. Proyección de la generación potencial de biogás a partir de los residuos orgánicos y su potencial efectivo al 10%.....	62
Tabla 37. Balance del presupuesto de la Municipalidad Distrital de Pocollay al último trimestre del 2021.....	67
Tabla 38. Proyección del beneficio económico potencial de la comercialización de material reciclable, y potencial efectivo al 10% y 30%.....	68
Tabla 39. Proyección del beneficio económico potencial de la comercialización de compost, y potencial efectivo al 10% y 30%.....	69
Tabla 40. Presupuesto estimado para la planta de valorización de residuos sólidos.....	70
Tabla 41. Costo de inversión para la implementación de un biodigestor tipo chino.....	71
Tabla 42. Balance económico general con un incremento anual de 10% del beneficio económico potencial (en S/.).....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la Zona piloto (Pocollay Sur).....	21
Figura 2. Plano del perímetro de la Zona piloto (Pocollay Sur).....	22
Figura 3. Mapa de Estratificación de la Zona Piloto del Distrito de Pocollay.....	24
Figura 4. Composición de los Residuos de la Zona Alta (antes de las fiestas de fin de año).....	42
Figura 5. Composición de los Residuos de la Zona Alta (después de las fiestas de fin de año).....	42
Figura 6. Composición de los Residuos de la Zona Media Alta (antes de las fiestas de fin de año).....	43
Figura 7. Composición de los Residuos de la Zona Media Alta (después de las fiestas de fin de año).....	43
Figura 8. Composición de los Residuos de la Zona Media (antes de las fiestas de fin de año) .....	44
Figura 9. Composición de los Residuos de la Zona Media (después de las fiestas de fin de año).....	44
Figura 10. Composición de los Residuos de la Zona Media Baja (antes de las fiestas de fin de año).....	45
Figura 11. Composición de los Residuos de la Zona Media Baja (después de las fiestas de fin de año).....	45
Figura 12. Esquema para construcción de techo reciclado para la zona de compostaje.....	61
Figura 13. Esquema de corte transversal de biodigestor modelo chino.....	63
Figura 14. Esquema de corte transversal de biodigestor modelo hindú.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	87
Anexo 2. Ruta estrato medio alto.....	89
Anexo 3. Ruta estrato bajo.....	90
Anexo 4. Ruta estrato alto.....	91
Anexo 5. Ruta estrato medio.....	92
Anexo 6. Plano de distribución del programa de valorización de residuos sólidos municipales.....	93
Anexo 7. Reuniones con el gerente de medio ambiente de la Municipalidad de Pocollay.....	94
Anexo 8. Panfleto de integración entregado a los participantes.....	95
Anexo 9. Incentivos para el apoyo al estudio de caracterización.....	96
Anexo 10. Entrega de panfletos y comunicado a los participantes sobre el estudio de caracterización.....	96
Anexo 11. Codificación de casas participantes del estudio de caracterización.....	97
Anexo 12. Recojo de bolsas codificadas en las diferentes zonas participantes.....	97
Anexo 13. Pesaje de las muestras recogidas.....	100
Anexo 14. Proceso de medición de la densidad.....	101
Anexo 15. Determinación de la composición de los residuos sólidos.....	101

## RESUMEN

El presente trabajo, titulado “Propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales, para la sostenibilidad ambiental en el Distrito de Pocollay, 2021”, centra su investigación en poder determinar la medida en que los residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, influyen en la sostenibilidad del distrito; así como también el evaluar en qué medida se tienden a modificar los principales indicadores de sostenibilidad (huella hídrica, social, ecológica y de carbono) a causa de la valorización de los residuos sólidos municipales. Para ello, se llevó a cabo una caracterización de residuos sólidos domiciliarios de una zona piloto del distrito de Pocollay siguiendo lo estipulado en la “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, 2019” presentada por el Ministerio del Ambiente. Se obtuvo como promedio general una generación per cápita de 0,46 kg/hab/día, aunque este valor varía de acuerdo a los distintos estratos identificados en la zona de estudio. La proporción de residuos inorgánicos aprovechables es ligeramente mayor que la de los orgánicos (2,26% de diferencia). Asimismo, al evaluar los indicadores de sostenibilidad se vio que la valorización tendría un impacto positivo, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducirían hasta en 32 452,29 kgCO<sub>2</sub>e, el consumo de agua en la producción de algunos materiales disminuiría en 6 644 051,72 l, en el aspecto social se observa la generación de empleo para 6 182 recicladores de acuerdo al último censo nacional, y en cuanto a la huella ecológica se podría salvar hasta 11,24 ha de árboles al reciclar el papel obtenido en vez de la producción de papel nuevo. Finalmente, se elaboró a partir de la información obtenida una propuesta con proyección a los siguientes diez años, observando que es viable y que el beneficio económico que genere permitiría su propia sustentación a partir de que alcance una efectividad de valorización de 80%.

**Palabras clave:** residuos sólidos domiciliarios, sostenibilidad, huella hídrica, huella social, huella ecológica, huella de carbono, caracterización de residuos sólidos

## ABSTRACT

The present work, entitled "Proposal for a municipal solid waste recovery program, for environmental sustainability in the Pocollay District, 2021", focuses its research on being able to determine the extent to which solid waste, both organic and inorganic, influence in the sustainability of the district; as well as evaluating to what extent the main sustainability indicators (water, social, ecological and carbon footprint) tend to be modified due to the recovery of municipal solid waste. For this, a characterization of household solid waste was carried out in a pilotarea of the Pocollay district, following the "Guide for the Characterization of Municipal Solid Waste, 2019" presented by the Ministry of the Environment. As a general average, a generation per capita of 0,46 kg/person/day was obtained, although this value varies according to the different strata identified in the study area. The proportion of usable inorganic waste is slightly higher than that of organic waste (2,26% difference). Likewise, when evaluating the sustainability indicators, it was seen that valorization would have a positive impact, since CO<sub>2</sub> emissions would be reduced by up to 32 452,29 kgCO<sub>2</sub>e, water consumption in the production of some materials would decrease by 6 644 051,72 l, in the social aspect. The generation of employment for 6,182 recyclers is observed according to the last national census, and in terms of the ecological footprint, up to 11,24 ha of trees could be saved by recycling the paper obtained instead of producing new paper. Finally, based on the information obtained, a proposal was made with a projection for the next ten years, which we can see that it is viable and that the economic benefit it generates would allow its own sustainability after it reaches a valuation effectiveness of 80%.

**Keywords:** household solid waste, sustainability, water footprint, social footprint, ecological footprint, carbon footprint, characterization of solid waste

## INTRODUCCIÓN

El medio en el que vivimos siempre busca su equilibrio. Sin embargo, la necesidad de explotar los recursos naturales que los ecosistemas ofrecen para satisfacer nuestras necesidades afecta su propia composición, ya que además de la reducción de los recursos disponibles se generan residuos que crean un desequilibrio, el cual afecta a todas las formas de vida existentes.

Sin embargo, a pesar del crecimiento y adelanto de nuestras sociedades, se ve un aumento de la informalidad y el caos; mientras que se disminuye la conciencia sobre lo delicado que es el tema de la contaminación ambiental, poniendo a las generaciones futuras en riesgo sobre el consumo de los recursos y espacios que les corresponde.

Por todo ello, es que diferentes organizaciones a nivel mundial se reúnen para lograr comprometer a los líderes en decisión, creando así mejores gestores ambientales en sus países y, consecuentemente, alcanzar alto niveles de sostenibilidad en diferentes plazos.

La gestión ambiental de residuos sólidos supone un gran reto para todos los niveles de gobierno, puesto que requiere comprender todo el impacto que generan estos residuos desde su generación hasta su disposición final, además de otros aspectos referidos a su proceso de valorización.

Nuestro trabajo de investigación tuvo su desarrollo en cinco capítulos. En el primer capítulo se hace la descripción del problema de la gestión de residuos sólidos municipales de Pocollay, además de plantear los objetivos y la justificación por la que se realiza este trabajo. En el siguiente capítulo, se describe las investigaciones previas y conceptos teóricos que permiten tener conocimiento sobre el tema tratado. Para el tercer capítulo se aborda la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, mientras que en el cuarto se muestra los resultados obtenidos. Finalmente, en el quinto capítulo se discute los resultados de la investigación en comparación con los antecedentes. A partir de ello, se emite las conclusiones a las que se llegó y algunas recomendaciones que permitirán mejorar la gestión de los residuos.

## CAPÍTULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

La problemática podría expresarse en la mala gestión de los residuos sólidos en Perú, pues es un tema que genera preocupación por la administración deficiente que se da, principalmente por el acelerado crecimiento y concentración de las poblaciones en las ciudades, así como el incremento de la actividad industrial y mayor consumo de productos industrializados, que es difícil que se integren al ecosistema por su reducida capacidad para degradarse en el ambiente. Asimismo, se integra a esta situación de intranquilidad la pésima cultura en segregación, lo cual agudiza los problemas en la gestión de estos residuos.

Las deficiencias administrativas se ven reflejadas en la empleabilidad en medio de la informalidad que se da a los trabajadores encargados del reciclaje, en los cuales no hay un espacio sanitario y ambientalmente adecuado para poder depositar estos residuos. Por ello es que la que la comunidad se ve en la obligación de crear botaderos ilegales, generando focos infecciosos con vectores como las moscas, perros, cerdos, etc.; debido a que la Municipalidad Provincial de Pucallpa no ha generado un plan de mejoramiento en la administración de los residuos de la población tacneña ni ha dispuesto espacios propicios para la disposición final de los ya mencionados residuos generados. Sumado a ello, está la ausencia de programas de valorización, que podrían mejorar las capacidades de sus ciudadanos en tratamiento, segregación en la fuente, reducción y aprovechamiento de los residuos.

Una gran preocupación se genera tanto en la población como en la comunidad fiscalizadora y científica, puesto que no se cuenta con áreas propicias para su manejo, tratamiento, valorización y disposición. Información recopilada del Ministerio del Ambiente, permite conocer que Tacna cuenta con cero infraestructuras de disposición final, cero áreas para la disposición en rellenos sanitarios, cero áreas destinadas para la reconversión y, por último 37 áreas degradadas (MINAM, 2019); lo cual agrava la situación, al tiempo que el descontento de la población crece por la baja capacidad de gestión e inversión por parte de los líderes gubernamentales, quienes no han

organizado ni planificado de manera correcta la administración de estos residuos.

En la Municipalidad Distrital de Pocollay, la subgerencia encargada de la recolección de los residuos generados es la de Gestión Ambiental y Mantenimiento, la cual realiza la gestión correspondiente de los diversos sectores domésticos, centros comerciales, mercados, colegios y otras. Estos residuos, como en cualquier distrito de Tacna, son llevados hasta el botadero Municipal. En el año 2013, la generación domiciliaria fue de 8,9 t/día. Asimismo, existen problemas como el desconocimiento de las rutas de las compactadoras, por lo que existe mucha acumulación de desechos en esquinas y avenidas principales (PIGARS,2014).

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Será posible implementar una propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales para la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a. ¿En qué medida las dimensiones: los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, influyen en la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay?
- b. ¿En qué medida la huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica y huella social tienden a modificarse por efectos de la valorización de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Pocollay, 2021?

## **1.3. Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.3.1. Justificación ambiental**

La importancia de esta investigación se centra en dar solución a la problemática que se vive con la mala gestión de los residuos. Se pretende

mejorar su gestión y proponer un programa de valorización de residuos sólidos para mejorar la administración de estos, y así reducir los impactos relacionados a la contaminación ambiental. De este modo se justifica en su base ambiental, ya que la creación de este plan significaría la protección de los recursos naturales, promoviendo la sostenibilidad y mejorando la calidad ambiental, previniendo así el deterioro de los suelos y cuerpos de agua. Los residuos sólidos generados serían convertidos en otros productos de beneficio que ingresarían nuevamente a la cadena de valor comercial, con lo que se evitaría los daños a la atmósfera como consecuencia de la reducción de la incineración de estos subproductos y su producción de gases de efecto invernadero.

### **1.3.2. Justificación académica**

Desde el aspecto académico, esta investigación sirve de precedente para que se elaboren otros trabajos que recopilen más información del tema tratado, y así sirva de base para la toma de decisiones de los líderes políticos en la elaboración de algún proyecto de mejora en el manejo y valorización de residuos sólidos. Por todo ello, es que académicamente nos vemos en la posición de diseñar estrategias que puedan mitigar los problemas relacionados a la pésima disposición y manejo de residuos domésticos municipales.

### **1.3.3. Justificación política**

Desde un punto de vista político, se estaría cumpliendo con la Meta 03 del Ministerio de Economía y Finanzas, la cual está enfocada en la obtención de incentivos para las municipalidades que ayudan a mejorar la gestión e implementación de manejo de residuos sólidos domésticos municipales.

Asimismo, puesto que la presente investigación propone una alternativa para mejorar la gestión actual de los residuos sólidos, se contribuye con el cumplimiento del Decreto Legislativo 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual indica que las Municipalidades deben ser responsables de planificar la gestión integral de los residuos sólidos dentro de su jurisdicción.

De la misma forma, se busca cumplir con el onceavo objetivo de la Organización de las Naciones Unidas: Ciudades y comunidades sostenibles,

que pretende lograr que la infraestructura para vivienda y los servicios básicos de recojo y almacenamiento de residuos líquidos y sólidos sean eficientes, y que puedan cumplir con las expectativas del ciudadano y su calidad de vida.

Por otro lado, su relevancia social radica en que su implementación generaría la integración de la comunidad tacneña en la gestión de residuos sólidos. A su vez, podríamos presenciar la reducción de molestias por malos olores y vectores infecciosos cerca, debido a la relación estrecha que existe de transmisiones de enfermedades, tanto de bacterias, parásitos y agentes infecciosos de estos puntos, con la población; así como el riesgo latente de enfermedades por materiales punzocortantes que se pueden encontrar en la masa residual. Todo ello porque hay una inadecuada disposición de residuos sólidos.

#### **1.3.4. Justificación económica**

Finalmente, el presente proyecto presenta relevancia económica puesto que la Municipalidad encargada de la administración de los residuos sólidos podría reducir sus costos de mantenimiento y limpieza de espacios por la inadecuada disposición de los residuos, así como generar empleos formales a los trabajadores encargados del reciclaje y reducir gastos en salud por los focos infecciosos causados por los residuos acumulados en espacios indebidos.

Por todo ello, es importante poder generar proyectos que beneficien a las poblaciones y reduzcan el impacto ambiental generado. Así, nace la necesidad de realizar esta investigación; para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Implementar una propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales para la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Determinar en qué medida las dimensiones: los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, influyen en la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay.
- b. Evaluar en qué medida la huella ecológica, huella del carbono, huella hídrica y huella social tienden a modificarse por efectos de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pocollay, 2021.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

La propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales permitirá contribuir a la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- a. Las dimensiones: los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, influyen significativamente en la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay.
- b. La huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica y huella social tienden a modificarse positivamente por efectos de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pocollay, 2021.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

En el artículo científico realizado por Segura et al., (2020) que lleva el nombre de “Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos”, se muestra una investigación cualitativa y la recopilación de información que describe la adopción de sistemas de administración de los residuos sólidos. Esta investigación tuvo como objetivo la identificación de los sistemas de gestión de desechos, de manera exitosa en diferentes países. Se hizo una investigación documental y bibliográfica que recopila información que muestra tendencias, contradicciones, convergencia, etc., presentes en los sistemas estudiados. Los resultados de la recopilación, reconocieron las estrategias del Ministerio Federal del Medio Ambiente de Alemania, que aplica una jerarquía de gestión de residuos y operaciones exitosa, además involucra a los fabricantes a participar en las actividades. De la misma forma se destaca los convenios, el financiamiento para resolver la contaminación de los espacios usados, las ordenanzas de reciclaje, la conversión de energía a partir de residuos sólidos, así como las obligaciones legales impuestas en las empresas, y otras que aplican los países de Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Dinamarca y Noruega; que, en contraria a América Latina, tiene un buen panorama en materia de gestión y administración de los desechos sólidos. América Latina tiene los niveles más bajos de tratamiento y recuperación de desechos; lo cual podemos presagiar impactos sociales y ambientales que afectan a estas poblaciones.

Un año antes, Vega Sánchez (2019) en su trabajo “Estimación de la huella de carbono y de la huella hídrica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga en el año 2018” busca determinar el impacto hídrico y a nivel de emisiones de carbono de la mencionada universidad. Para la huella de carbono utiliza la metodología de Greenhouse Gas Protocol, abarcando las emisiones directas e indirectas, mientras que para la huella hídrica se basa en lo establecido por World Wildlife Fund, donde considera las categorías de huella hídrica azul, verde y gris. La huella de carbono total obtenida fue de 409 190 kg CO<sub>2</sub>, mientras que la huella hídrica de 66 850,55

m<sup>3</sup>. A partir de ello, Vega Sánchez propone medidas para mitigar este impacto, reduciendo el consumo de agua y promoviendo un consumo más responsable.

En la revisión de un artículo científico realizado por Abdel-Shafy & Mansour, (2018), el cual lleva como nombre “Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization”, se habla sobre los grandes retos que tienen las autoridades para el manejo de los residuos sólidos, sus altos costos y el poco entendimiento de los diversos factores del sistema de manejo. El objetivo del ya mencionado estudio se enfoca en determinar el comportamiento de las áreas interesadas que tienen el rol en la administración de los residuos sólidos, así como analizar los diferentes factores que afectan el sistema. Los estudios se llevaron a cabo en los 4 continentes, en 22 países en desarrollo y en más de 30 áreas urbanas. Distintos estudios informaron que los residuos sólidos urbanos que son generados en los países de desarrollo son provenientes en un 55% -80% por hogares, seguidos de mercados o áreas comerciales en un 10 a 30 %, y por último se generan cantidades con características variables provenientes de industrias, calles e instituciones y algunas otras. Debido a ello se destaca la importancia de valorizar los desechos, puesto que su segregación y disposición, así como su tratamiento tecnológico correspondiente, u otras estrategias de valorización y actividades de reciclaje pueden convertirse en un valioso ingreso.

El año previo, el equipo de Mora Cervetto & Molina Moreira, (2017), hizo una investigación denominada “Diagnóstico del Manejo de Residuos Sólidos en el Parque Histórico Guayaquil”, en la cual se hizo un diagnóstico del manejo de residuos, estudiándolo de manera mixta, tanto cualitativa como cuantitativa, realizándose un estudio longitudinal de carácter no experimental del Parque Histórico de Guayaquil en un periodo de tiempo de dos meses. Se hizo diferentes entrevistas a personal de servicio del parque y posteriormente la cuantificación en peso de los residuos generados. Así se tuvo como resultado que los desechos de peligro fueron del 5%, los de carácter especial un 12% y 83% no peligrosos, de los cuales 45% fueron residuos de cocina, 27% podían ser reciclados y el restante no tenía uso. Además, se pudo determinar la falta de cumplimiento y mecanismos de recojo organizado de estos desechos. La investigación concluye con recomendaciones de manejo y fomento de una pequeña inducción a los turistas en lo respectivo al manejo de RRSS.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

En la investigación realizada por Rivera Jara, (2021), que lleva como nombre “Evaluación de la huella de carbono de la planta de tratamiento de residuos sólidos y el relleno sanitario de Póngor, distrito de Independencia, Huaraz, Ancash 2015-2018”, se aplicó una metodología de la NORMA ISO 14064-1:2016 para evaluar la huella de carbono producida por la planta de tratamientos de residuos sólidos y el relleno sanitario de Póngor entre los años 2015-2018 para poder comparar los escenarios y poder conocer la huella de carbono más alta. Se obtuvo los resultados sobre el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub>, evidenciando que la mayor tasa de huella de carbono es de las emisiones producidas por la disposición de residuos sólidos no aprovechables en el relleno sanitario, con 2 918,14 t CO<sub>2</sub> para el 2015; 3 904,15 tCO<sub>2</sub> en 2016; 3 946,48 t CO<sub>2</sub> en el año 2017; y 3 987,57 t CO<sub>2</sub> en 2018. Por otro lado, debido a que las actividades de reciclaje evitan emitir gases de efecto invernadero, presentaron la huella de carbono más baja, con -1 692,47 t de CO<sub>2</sub> en 2015; -868,78 t CO<sub>2</sub> en el año 2016; -878,21 t CO<sub>2</sub> para el 2017; y -887,36 t CO<sub>2</sub> en el año 2018. Se concluyó entonces que la planta de tratamiento de residuos sólidos de Póngor en donde se realizan actividades de reciclaje y compostaje, ha logrado reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, todo ello entre los años de 2015-2018, contribuyendo así a reducir los impactos en el ambiente.

En el trabajo realizado por Carrillo Ramirez & Saenz Huaman, (2020) con título “Estimación de la huella de carbono de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el distrito de Punta Hermosa, aplicando el modelo WARM”, se estimó las emisiones de los gases de efecto invernadero de un primer escenario haciendo una comparativa con la situación alternativa que involucra acciones de reciclaje y compostaje realizados en la municipalidad. Anterior a ello, se hizo un estudio de caracterización que tuvo como resultado una generación de residuos de 5 397,11 t/año en 2019. Aquí se analizaron 15 tipos de residuos de los 60 que puede utilizar el modelo. Consecuentemente, se tuvo que el resultado del primer escenario fue de 5 532,63 t CO<sub>2</sub>e y para una situación alternativa enfocada en acciones de reciclaje y compostaje se redujo la cantidad de emisiones a -321,66 t CO<sub>2</sub>e, que podrían ser igualados a eliminar la emisión que producen 66 carros de transporte público. El modelo

utilizado aquí es el software WARM, herramienta que permite planificar y apoyar la toma de decisiones para lograr la buena administración de los residuos sólidos.

En el mismo año, Huamaní Montesinos y su equipo (2020) desarrollaron el trabajo de Gestión de residuos sólidos en la ciudad de Juliaca, cuyo objetivo fue caracterizar los factores que condicionan la correcta gestión de residuos y evaluar los beneficios que generaría el reaprovechamiento de los mismos. Para ello, utilizaron encuestas en las zonas de mayor densidad poblacional y, a partir de dicha información, se proyectó la generación de residuos y las posibles formas de reutilización. Concluyeron con que la producción de compost y transformación de residuos sólidos para su reuso puede mejorar los ingresos de la municipalidad para sustentar la mejora de la gestión.

De manera similar, Pais y Quesquén (2020) en Lambayeque realizaron un Estudio de gestión y caracterización de residuos sólidos del Mercado Municipal de Jayanca. El objetivo de igual manera fue evaluar la calidad de la gestión de residuos sólidos en el mercado, para lo cual encuestaron a un porcentaje de los comerciantes del mismo. Se observó una muy deficiente gestión, debido a que no existe un interés por parte tanto de los vecinos como de las autoridades del municipio para implementar una disciplina adecuada en cuanto al recojo y disposición de los residuos.

Previamente, con un enfoque más propositivo, Prudencio Cuela (2018) realizó el trabajo Modelo de gestión sostenible para el manejo de los residuos sólidos de gestión municipal en Huancayo, cuyo objetivo fue encontrar el tipo de gestión más adecuado, tanto financiera como ambientalmente, para el manejo de los residuos. Para ello, evaluó los distintos modelos de gestión (público, privado y mixto) analizando su sustentabilidad de acuerdo a las variables consideradas. Su trabajo concluyó con que el modelo ideal sería el mixto, pues presentó un mejor ratio de desempeño en ambos aspectos.

Ese mismo año, Seminario Borrero (2018) presentó una Propuesta ambiental de un sistema de gestión integral de los residuos sólidos municipales del distrito de Máncora. Dicha propuesta tenía por objetivo principal mejorar el sistema de gestión integral de residuos vigente en ese momento, identificando aspectos sociales, económicos y ambientales concernientes a la gestión en el distrito. Se recopiló información por medio de cuestionarios y entrevistas a los actores claves relacionados con la gestión de

residuos. Los resultados mostraron que los pobladores reconocen la importancia de su participación para mejorar la gestión de residuos, así como un servicio de limpieza pública ligeramente aceptable, pero con amplio margen de mejora. Las conclusiones que destaca Seminario son la falta de sensibilización en el aspecto de segregación de residuos, así como la mejora organizativa por parte de la municipalidad para poder mejorar la calidad de la gestión de residuos sólidos. Anteriormente, Gutiérrez Tito (2016) presentó su trabajo Gestión municipal y manejo de residuos sólidos domiciliarios del Centro Poblado de Salcedo, cuyo objetivo fue encontrar la relación existente entre la capacidad de gestión municipal y el grado de manejo de residuos sólidos generados por la población. Se tomó en cuenta 50 viviendas de muestra para aplicar encuesta y recopilación de datos, así como 20 para recojo y segregación. Mediante el análisis de Pearson se encontró una alta correlación entre ambas variables, por lo que concluye resaltando la necesidad de mejorar la gestión municipal para mejorar el manejo de residuos sólidos.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Recientemente, Machaca (2020), realizó una investigación titulada “Valoración Económica Ambiental por la mejora de la gestión integral del manejo de residuos sólidos urbanos del distrito de Pocollay”, en la cual se pretende demostrar la situación que se vive en el distrito de Pocollay en el déficit económico de la limpieza pública en la municipalidad. El trabajo hace una descripción de la situación del manejo de residuos sólidos urbanos, que intenta estimar la disponibilidad a pagar de los ciudadanos del distrito para el año 2018, a través de una encuesta hecha a los contribuyentes. La encuesta tuvo preguntas abiertas, que tuvieron como objetivo averiguar aspectos comunes de la ciudadanía. Esta encuesta tuvo quince preguntas hechas a treinta personas al azar sin distinción de sexo mayores de edad y jefes de hogar. Las preguntas iniciales fueron estrictamente sobre el tema de recojo de residuos sólidos y su administración, y las últimas relacionadas a la disposición de la persona a pagar mensualmente para que se mejore la gestión de estos. Para procesar la información obtenida se utilizó el método Logit, puesto que presenta menor desviación estándar. En la obtención de resultados, se pudo observar el descontento con el manejo de los desechos generados por el distrito y su percepción sobre la acumulación en lugares

inadecuados.

Previamente, en la tesis titulada “Propuesta ambiental para el mejoramiento de la gestión municipal del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pocollay”, realizada por Cordova Mamani, (2015) se propone la mejora de la gestión de residuos sólidos urbanos en Pocollay. Se hizo distintas encuestas para poder entender cuál era el comportamiento de los habitantes respecto al manejo de sus residuos, y la disposición a pagar de los habitantes, con la participación de las juntas vecinales del distrito de Pocollay. En ellas se obtuvo datos relevantes para analizar e interpretar acerca de la administración de los residuos de la población de Pocollay. Posterior a ello, se realizó la caracterización de los residuos para poder determinar su composición, la generación per cápita, volumen y las características generales de los desechos generados. Se tuvo como resultado respuestas a preguntas como el uso de los residuos en otros materiales, el uso de las bolsas plásticas, entre otras, que permiten conocer cómo se reaprovecha o deposita estos materiales de descarte; además de la satisfacción de la población con el recojo de los materiales desechables, donde el 85% está satisfecho con el recojo y el otro 15 % no está de acuerdo con esta afirmación. También se indica su disposición a pagar por una mejora en el servicio, en el que 33% de los entrevistados no desean pagar por una mejora del servicio de limpieza pública, el 23% no sabe, y el otro 29% de los encuestados sí tiene la disposición de pagar cinco soles más para mejorar esta administración.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Marco legal**

- Constitución Política del Perú, 1993
- Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Ley N° 29332, Ley que crea el plan de incentivos a la mejora de la gestión municipal
- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N° 29419. Ley que regula actividad de los recicladores

- Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM. -Reglamento que regula la actividad de los recicladores.
- Ordenanza Municipal N°008-2014, Ordenanza que aprueba el PIGARS de la Provincia de Tacna 2014-2021

### **2.2.2. Manejo integral de los residuos sólidos**

El Decreto Legislativo N°1278 Ley de Residuos Sólidos emite cuáles son las responsabilidades de la sociedad en conjunto con la finalidad de proponer y atribuir acciones hacia la maximización de la eficiencia del uso de los materiales y el aseguramiento de un manejo sanitario y ambientalmente adecuado de los residuos sólidos, sujetándose a principios y lineamientos del Decreto Legislativo. Su finalidad recae en la gestión integral de los residuos sólidos del país, teniendo como fin la prevención y la minimización de la generación de residuos sólidos en el origen. De la misma forma, optar por la recuperación y valorización del material para fines energéticos y de material, entre los cuales se tendrá la reutilización, reciclaje, compostaje y otros procesamientos. Asimismo, se busca otras alternativas que garanticen la protección de la salud y del medio ambiente (Decreto Legislativo, 2017. Artículo 1).

De esta forma se introducen los temas de economía circular, que se entiende en la ley como la creación del valor y que no debe consumirse ilimitadamente los recursos, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida de los productos o bienes. Asimismo, se procura eficientemente la regeneración y su recuperación para poder alargar el ciclo de uso, según sea cada caso; además de la valorización de residuos, que lo entiende como todo material residual generado por las actividades de producción y se va a priorizar su valorización teniendo en consideración la utilidad que se da en actividades de reciclaje de sustancias inorgánicas y metales, generación de energía, producción de compostaje, fertilizantes u otras que sean de origen biológico; para así lograr la recuperación de componentes como el suelos y mejorar los espacios para la disposición final (Decreto Legislativo, 2017. Artículo 5).

### **2.2.3. Residuos sólidos**

#### **2.2.3.1. Residuos sólidos municipales**

Se entiende por residuos sólidos municipales (RSM) al conjunto de los

residuos provenientes de los domicilios, establecimientos comerciales, construcción ambientes públicos y privados, los cuales se encuentran bajo la jurisdicción de la municipalidad local (OEFA, 2014).

Asimismo, los RSM comprenden los residuos generados a partir de las actividades cotidianas de la población, como los productos consumidos y los envases de los mismos. Además, se incluye los residuos recolectados por los servicios de limpieza pública.

### **2.2.3.2. Residuos sólidos orgánicos**

Estos residuos tienen la capacidad de descomponerse de forma natural, es decir integrarse al ambiente en un tiempo corto, dando su transformación en materia orgánica nuevamente. Esto se da por la acción de degradación de microorganismos, como son las bacterias, actinomicetos y fungis.

Los orígenes de estos residuos son de la generación doméstica, plantas de tratamiento de agua residual, agricultura, horticultura y áreas forestales. La cantidad, composición, y características físicas de los residuos vegetales se ven influidos por diversos factores que pueden ser el origen, procesos de producción, preparación, estacionalidad, sistemas de recolección, materia social y cultural que componen (Hans-Joachim & Winter, 2005).

### **2.2.3.3. Residuos sólidos inorgánicos**

Son aquellos residuos que no tienen origen biológico, es decir son de origen industrial u otro proceso que ha sido expuesto a condiciones ambientales no naturales. Por ello, tardan mucho más tiempo en degradarse y se considera que no son biodegradables. Alguno de ellos puede ser recuperado para su transformación y regreso a la cadena productiva, de manera que se pueda reducir costos y a su vez se mejora la preservación de materias primas y energía (RD San Juan, 2016).

## **2.2.4. Valorización de residuos sólidos**

### **2.2.4.1. Segregación de residuos sólidos**

Es la acción de agrupar diferentes y determinados tipos de residuos

sólidos que son la consecuencia de las actividades rutinarias del ser humano, abarcando el ámbito comercial, de limpieza pública, salud, obras de construcción u otra actividad antrópica. El objetivo de ésta es dar facilidades de aprovechar, tratar y hacer comercio de los residuos mediante su separación adecuada y sanitaria de los componentes que la integran, como ejemplifica la tabla 1 (OEFA, 2014).

**Tabla 1**

*Códigos de colores para los residuos generados del ámbito municipal*

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Color</b>	<b>Ejemplo de residuos</b>
Aprovechables	Verde	Papel y cartón Vidrio Plástico Textiles Madera Cuero Empaques compuestos Metales
No aprovechables	Negro	Papel encerado Cerámicos Colillas Residuos sanitarios
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Hojarasca Restos de poda
Peligrosos	Rojo	Pilas Lámparas Medicinas Empaques de plaguicidas

*Nota.* El cuadro especifica los residuos de ámbito municipal que están considerados para su segregación. Recuperado de: NTP 900.058.2019

#### **2.2.4.2. Valorización residual**

Según el Decreto Legislativo N° 1278, en su capítulo 2; establece que la valorización de los residuos sólidos es la operación en la cual se tiene como meta que el residuo, siendo único o varios los materiales que lo componen, sea reaprovechado y tenga como final útil la sustitución de materiales o recursos primarios importantes para el proceso de producción. Esta valorización puede ser tanto energética como material.

##### **A. Valorización de residuos orgánicos**

El principal método de valorización de los residuos orgánicos es la elaboración de compostaje. Para ello, se dispone de los residuos (como restos de vegetales o cosechas) en una pila para su descomposición aeróbica, de

manera que los microorganismos procesen la materia hasta obtener el compost, que puede ser utilizado posteriormente para actividades agrícolas (Ministerio del Ambiente, s.f.).

## **B. Valorización de residuos inorgánicos**

Luego de una segregación y clasificación adecuada de los residuos generados, se busca darles un nuevo uso a los materiales inorgánicos, sea para obtener materia prima o para la elaboración de nuevos productos que puedan ofrecerse a la población (Ministerio del Ambiente, s.f.).

### **2.2.4.3. Comercialización de residuos valorizados**

La materia prima valorizada a partir de los residuos inorgánicos puede ser comercializada para su uso en la industria. El valor de cada material varía dependiendo de la demanda, estando sujeto a los precios del mercado actual.

### **2.2.5. Sostenibilidad ambiental**

El término de sostenibilidad es bastante complejo, tiene como objetivo el aseguramiento y la contribución de llevar una transición sostenida al futuro, que permita a los habitantes gozar de todos sus derechos de consumir los recursos que necesiten (Organización de los Estados Americanos, s.f.). Para definir lo que es sustentable podríamos involucrarlo con diferentes aspectos de importancia, en los cuales podemos entender a la sustentabilidad o sostenibilidad como algo que es finito y tiene un límite en nuestro planeta, así como los recursos que nos provee la tierra para desarrollarnos; el gran crecimiento demográfico, la producción limpia de las industrias; con la contaminación y agotamiento de los recursos. Todo ello para referirnos a la interacción del ser humano con su medio.

El término de sostenibilidad ambiental nos da una advertencia del tiempo en el que estamos viviendo y la relación entre las personas, y la presencia que tendrán los problemas ambientales y de recursos en nuestras generaciones próximas a vivir en la Tierra (Zarta Ávila, 2018).

### **2.2.6. Empresa Operadora de Residuos Sólidos**

Las Empresas operadoras de residuos Sólidos son empresas que

desarrollan operaciones en el servicio de manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos. De la misma forma, ejecutan actividades de recolección, transporte, acondicionamiento, valorización, comercialización, transferencia, tratamiento o disposición final de los residuos. El registro de estas empresas se realiza a través del Ministerio del Ambiente. Según el listado autoritativo del MINAM, existe una EORS en Pocollay, la cual trabaja con residuos biocontaminados, especiales y comunes; la cual podría desarrollar sus actividades en apoyo a la administración de residuos peligrosos del distrito. (Ministerio del Ambiente, 2022)

### **2.2.7. Indicadores ambientales**

Los indicadores ambientales sirven como herramienta para monitorear labiodiversidad, mediante la recolección sistemática de información en series de tiempo y espacio. Esta variable proporciona información sintética de un factor ambiental que permite evaluar cuál es la condición de su calidad. Los indicadores ambientales que se seleccionan en una problemática establecida, deben ser medibles tanto cualitativamente como cuantitativamente, de manera que se puedan comprender fácilmente, además de poder interrelacionarse y ser fáciles de usar, tener una dimensión espacial y temporal, tener objetividad, ser sensibles a los cambios y poder permitir el diagnóstico en situaciones de emergencia ambiental (Therburg et al., 2005).

Esta herramienta constituye un sistema que emite señales sobre un proceso medioambiental. Este proceso genera un banco de información que permite a los líderes de países o personas interesadas en el bienestar de su nación o comunidad, sea el caso; evaluar cuál es el progreso llevado, posterior a los compromisos asumidos o metas propuestas enfocadas al bienestar ambiental. Los indicadores ambientales, sean económicos y/o sociales, van a permitir que diferentes actores e interesados puedan tener información en común que sea selecta, procesada y contextualizada; de manera que se sea objetivos a la hora de la toma de decisiones o intervenciones (Quiroga Martínez, 2009).

#### **2.2.7.1. Huella hídrica**

En el año 2002, se introdujo el concepto de “huella hídrica” como un indicador del uso del agua que se toma de la perspectiva del consumo. La idea

de este indicador fue proveer información importante en adición del tradicional uso del agua, que solo se veía desde la perspectiva de la producción. La huella hídrica de una nación es definida como el volumen total de agua fresca usada para la producción de bienes y servicios consumidos por la población. Ya que no todos los servicios y bienes son consumidos en el lugar en el que se producen, la huella hídrica consiste en dos partes: el de uso doméstico del recurso del agua y el que está fuera de los bordes del país. El total de la huella hídrica de los que no habitan en la región puede ser mayor al del actual uso del agua dentro de las regiones. Asimismo, el concepto ha sido mejorado en su analogía con el concepto de huella ecológica introducida en el año 1990 por William Rees y Mathis Wackernagel (Hoekstra & Chapagain, 2008)

### **2.2.7.2.Huella social**

La huella social se define como el impacto que se genera en las poblaciones locales que viven cerca de las operaciones realizadas o actividades determinadas. Los impactos sobre la gente son bastante complejos pues abarcan diferentes dimensiones, ya que existen diversos asuntos a considerarse como pueden ser las partes afectadas; por ello es que se vuelve necesario tener en consideración tanto el objeto como el alcance de la medición (Tovar et al., s.f.)

### **2.2.7.3.Huella ecológica**

William Rees y Mathis Wackernagel a mediados de los 90's, introdujeron este término para poder conocer cuál es el impacto que ejercen las comunidades de seres humanos y organizaciones en el ambiente. Los autores lo definían como un sistema que medía las consecuencias de las actividades antropogénicas en el ambiente. Esta herramienta es útil para poder determinar el espacio terrestre y acuático necesario para la producción de alimentos; así como el espacio necesario para la disposición de los residuos generados del consumo. En contraste con la "huella hídrica", la cual indica el volumen de agua utilizado en metros cúbicos por año, la "huella ecológica" se refiere al área, en hectáreas, usada de manera individual o por grupo de personas (Hoekstra & Chapagain, 2008).

#### **2.2.7.4. Huella de carbono**

Como indica la página del Ministerio del Medio ambiente de Chile (s.f.), se define como huella de carbono al conjunto de las emisiones de gases de efecto invernadero que se produzcan de forma directa o indirecta a causa de la actividad de las personas, empresas o regiones.

La huella de carbono se puede calcular de acuerdo al enfoque específico del tipo de emisor estudiado. Según a lo que explica Greenpeace México (2020), existen seis enfoques: corporativo (de una organización), personal (de un individuo según sus hábitos de consumo), de eventos (durante la planificación y el desarrollo de un evento), ciclo de vida de un producto (las emisiones desde la cadena de producción hasta su desecho final), por industria (de un sector productivo) y territorial (de un área geográfica delimitada).

### **2.3. Definición de términos**

#### **2.3.1. Planta de Valorización**

Según lo explica el MINAM (s.f.), es un área destinada para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, para lo cual debe tener condiciones adecuadas de manera que no perturben las actividades cotidianas de la población.

#### **2.3.2. Economía circular**

De acuerdo al sitio web del Parlamento Europeo (2021), se entiende por Economía circular a un modelo económico en el cual se aprovecha al máximo los materiales de manera que los residuos se reduzcan de forma significativa y se les dé a los mismos un valor agregado.

#### **2.3.3. Caracterización de residuos**

Como indica el MINAM (2019), es una herramienta que permite determinar los distintos tipos de residuos que genera la población estudiada,

pudiendo obtener información sobre cuánto y qué tipo de residuos son generados; y a partir de dicha información, poder tener una gestión más adecuada de dichos residuos.

#### **2.3.4. Meta 3**

La Meta 3 establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2021) consiste en un programa de incentivos, con el propósito de impulsar prácticas sustentables y aplicarlas en el ámbito local.

### CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación que corresponde al trabajo es descriptivo, ya que se analiza los datos correspondientes a la información que se recopilará sobre la generación de residuos sólidos municipales en Pocollay, y a partir de dicho análisis proponer alternativas de solución.

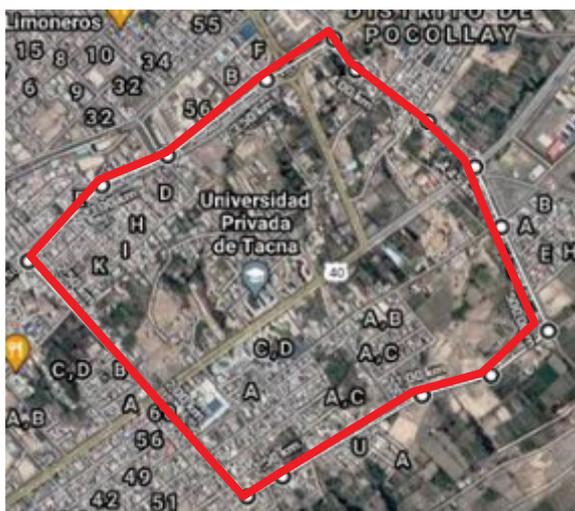
En cuanto al diseño, se considera no experimental ya que los investigadores no alteran ni manipulan las variables, sino que observan la relación entre las mismas de acuerdo a la situación estudiada.

#### 3.2. Población y/o muestra de estudio

El lugar que se eligió como piloto para aplicar el programa de valorización fue la zona sur de Pocollay, delimitada en la figura 1. Los habitantes de dicha Zona Piloto se consideran como la 'población' del estudio. Se muestra un plano del perímetro en la figura 2.

**Figura 1**

*Mapa de ubicación de la Zona piloto (Pocollay Sur)*



*Nota.* Obtenido de Google Maps (2021)

**Figura 2**

*Plano del perímetro de la Zona piloto (Pocollay Sur)*



*Nota.* Obtenido de Google Maps (2021)

Para poder determinar la muestra domiciliaria se considera las indicaciones de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, expresadas en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Número de muestras de acuerdo al total de viviendas*

<b>N° de viviendas</b>	<b>Muestra</b>	<b>Contingencia</b>	<b>Total</b>
<500	45	9	54
<1,000	71	14	85
<5,000	94	19	113
<10,000	95	19	114
>10,000	96	19	115

*Nota.* Recuperado del MINAM (2019)

Al abarcar la zona piloto no más de 500 viviendas, la muestra correspondiente sería de 54 viviendas, considerando las de contingencia frente a cualquier imprevisto durante el desarrollo de la investigación.

### 3.3. Operacionalización de variables

Las variables con las que se trabaja se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Variables de la investigación.*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
<b>Independiente</b>			
<b>Programa de valorización de residuos sólidos municipales</b>	Propuesta para mejorar la gestión de residuos sólidos municipales y reaprovecharlos en beneficio de la comunidad	Residuos sólidos domiciliarios	Cantidad per cápita de residuos sólidos inorgánicos Cantidad per cápita de residuos sólidos orgánicos Cantidad de habitantes de la Zona Piloto de Pocollay Precio unitario de los materiales reciclables
<b>Dependiente</b>			
<b>Sostenibilidad ambiental</b>	Referente a los impactos generados por la generación de residuos	Económica Social Ambiental	Huella hídrica Huella social Huella de carbono Huella ecológica

### 3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

#### 3.4.1. Reconocimiento de la Zona de Estudio

En primer lugar, se habló con la Municipalidad Distrital de Pocollay para explicarles acerca de la investigación que se iba a realizar y solicitar su apoyo para que habilite un área dónde recopilar los residuos recolectados.

El área habilitada se encuentra en la Casa del Agricultor, ubicada frente al Parque Perú. Se encuentra techada y cuenta con una superficie lo suficientemente grande para albergar a los residuos que se estudiarán.

Luego de hacer las coordinaciones respectivas y de obtener la información requerida sobre planes pasados de recolección de residuos, se sectorizó la Zona Piloto de acuerdo a los distintos estratos socioeconómicos que determinó el INEI (2020), como se muestra en la figura 3 y se detalla en la tabla 4.

**Figura 3**

*Mapa de Estratificación de la Zona Piloto del Distrito de Pocollay*



*Nota.* Recuperado de INEI (2020)

**Tabla 4**

Estratificación porcentual de la Zona Piloto del Distrito de Pocollay

<b>Estrato</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Viviendas por muestrear</b>
Zona Alta (morado)	11,11 %	6
Zona Media Alta (amarillo)	40,74 %	22
Zona Media (naranja)	24,07 %	13
Zona Media Baja (café)	24,07 %	13
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>54</b>

*Nota.* Adaptado de INEI (2020)

Habiendo definido el número de viviendas para muestreo de cada estrato según los porcentajes que muestra la tabla 4, se llevó a cabo el plan de caracterización de residuos sólidos, como lo indica la guía del Ministerio del Ambiente. Se contó con la participación de familias que estuvieron

dispuestas para la capacitación y la entrega de sus residuos sólidos para el proceso de investigación.

### **3.4.2. Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios**

#### **3.4.2.1. Registro y capacitación de viviendas participantes**

En la primera etapa de la caracterización, se hizo la invitación y capacitación a las familias seleccionadas para que sean parte de la investigación; se les indicó cuál es el propósito del trabajo de investigación, y se les entregó un folleto de información explicando su importancia para el desarrollo de la gestión de residuos sólidos en el distrito, además del cronograma de recojo de las muestras. Las casas fueron registradas en un formato Excel, clasificándolas según el estrato al que pertenecen, y se marcó su participación para tener visibilidad de su inclusión en la investigación. De igual manera, se les entregó bolsas de 26x40 pulgadas, las cuales fueron decodificadas de acuerdo al estrato al que pertenecía el domicilio.

#### **3.4.2.2. Recolección y análisis de las muestras**

Durante las siguientes dos semanas se hizo un recorrido por las viviendas participantes con una camioneta alquilada para poder transportar las bolsas con las muestras hasta el lugar designado para su concentración. Las rutas que se tomaron se encuentran graficadas en los anexos 2, 3, 4 y 5.

Al momento de recoger las muestras, por la proximidad a las fiestas de fin de año (Navidad y Año Nuevo), se entregó un pequeño incentivo a las familias que colaboraron con el estudio, a modo de que muestren mayor disposición para juntar sus residuos para la investigación.

#### **A. Pesaje individual**

En la Casa del Agricultor se facilitó una balanza digital, con la cual se realizaba el pesaje de todas las muestras recopiladas, lo cual se transcribió en una tabla de Excel para su análisis posterior. Se tuvo en cuenta el estrato del que provenía cada muestra para no tener cruce de información.

#### **B. Pesaje en Cilindro**

Luego del pesaje individual, se procedió a pesar un volumen determinado de residuos para luego obtener la densidad de los residuos recolectados de cada estrato. Para ello se hizo uso de un cilindro (cuyas medidas se tomaron con anterioridad) donde se depositaron los residuos hasta aproximadamente 10 cm debajo del borde. Para que éstos se acomoden de manera natural en el contenedor, el cilindro se levanta y deja caer, según la Guía de Caracterización del Ministerio del Ambiente (2019).

### **C. Composición**

Para analizar la composición de las muestras, se requirió el uso de zapatos, lentes y guantes de seguridad propicios para el manejo de los residuos sólidos generados. Los residuos dentro del cilindro se vertieron sobre una lona o plástico para evitar que pase algún lixiviado. Se mezcló los residuos de manera que se pueda trozar los residuos de mayor volumen para que sean fáciles de manipular, y entonces hacer un montón de residuos homogéneo.

Si la cantidad de residuos fuese demasiado grande, se realiza un cuarteo para reducir el tamaño de la muestra hasta 2,5 m<sup>2</sup>, y luego se procede a segregar cada tipo de residuo, disponiéndolos en bolsas y pesándolos según su tipo, posteriormente registrándose la información obtenida en la ficha de datos.

Asimismo, luego del análisis de los residuos, se efectuó la limpieza correspondiente al término de cada jornada, para evitar crear cualquier foco infeccioso.

#### **3.4.2.3. Análisis de datos**

Con la información recopilada durante el trabajo de campo se procede a hacer los cálculos y proyecciones de los parámetros que se requiere, los cuales serían la generación per cápita, la densidad y la composición porcentual de los residuos generados por cada estrato.

#### **3.4.3. Proyección de incremento poblacional**

Para que la investigación sea sustentable con respecto al aumento poblacional, se hace a nivel de gabinete una proyección del incremento de la misma a 10 años.

#### **3.4.4. Determinación de la sostenibilidad ambiental**

##### **3.4.4.1. Indicadores ambientales**

Para determinar el grado de sostenibilidad y los posibles impactos derivados de la gestión de residuos sólidos domiciliarios, se recaba información al respecto sobre los principales indicadores ambientales.

##### **A. Huella hídrica**

Para la determinación de la huella hídrica se revisó distintas fuentes para conocer el consumo de agua en las principales industrias de producción (papel, vidrio y latas de aluminio), así como la cantidad de agua que se ahorra con la reutilización o reciclaje de dichos materiales.

Para la producción de papel, según la Fundación Canal (2015), para la producción de una tonelada de papel se requiere entre 150 y 200 mil litros de agua, y por 500 folios alrededor de 130,6 l. En el mismo estudio se indica que para la producción de 500 folios de papel reciclado se requiere solamente 79,4 l, lo que supone un ahorro de 51,2 l por paquete, que equivale a su vez en 58,81 l por kilogramo de papel producido.

En la producción de vidrio, de acuerdo a Giraldo et al. (2017), cada botella de un litro requiere alrededor de 2,7 l de agua para su elaboración, dependiendo del tipo de vidrio. El peso de cada botella de litro es en promedio de 0,28 kg, por lo que se utiliza 9,63 litros de agua por kilogramo de vidrio. Por otro lado, según el portal web de la Asociación Región de Murcia Limpia (s.f.), al reciclarse ahorra cerca del 50% del agua en la producción, lo que sería 4,81 l/kg.

Por otro lado, en el artículo de Ivet Rodríguez (2010), se observa que en la fabricación de las latas de aluminio se puede ahorrar hasta 91,2 litros por kilogramo al utilizar material reciclado.

A partir de estos valores, que se resumen en la tabla 5, se hace una estimación del agua que se puede ahorrar al reciclar estos materiales.

**Tabla 5**

*Cantidad de agua que se ahorra por reciclaje de materiales*

<b>Material reciclado</b>	<b>Agua ahorrada (l/kg)</b>
Papel	58,81 <sup>1</sup>
Vidrio	4,81 <sup>2</sup>
Latas	91,2 <sup>3</sup>

*Nota.* <sup>1</sup>Fundación Canal (2015). <sup>2</sup>Giraldo et al. (2017); Asociación Región de Murcia Limpia (s.f.). <sup>3</sup>Rodríguez (2010).

## **B. Huella social**

La huella social es un indicador enfocado más al impacto generado por empresas y su trabajo con respecto a la comunidad, por lo que no se tiene los medios para determinarla. Ante ello, se realiza una revisión sobre la situación de los recicladores a nivel nacional, siendo ellos los principales actores en las actividades de recolección y valorización de residuos sólidos.

## **C. Huella ecológica**

Como indica el estudio de Iturbe y Guerrero (2014), para la producción de 49,26 t de papel se requiere materia prima de 6,9 ha, lo cual se resume en un impacto de 0,14 ha/t de papel producido. A partir de dicha proporción, se estimará cuántas hectáreas se puede salvar al reciclar el papel recolectado.

## **D. Huella de carbono**

En un estudio de la Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia, Vega Sánchez (2019) hace una evaluación sobre la huella de carbono de la misma universidad. En su estudio, analiza las emisiones de dióxido de carbono provenientes de los residuos, de acuerdo a la tabla 6.

**Tabla 6**

*Proporción de emisiones de dióxido de carbono con respecto a los residuos generados*

<b>Tipos de residuos sólidos</b>	<b>Emisiones de Dióxido de Carbono (kgCO<sub>2</sub>e/kg residuo)</b>
Reaprovechables	0,021
Orgánicos	0.006
No aprovechables	0,421

*Nota.* Adaptado de Vega Sánchez (2019)

A partir de estos valores, se estima el impacto del programa de valorización de residuos, proyectando las emisiones de dióxido de carbono de los residuos que no fuesen aprovechados en comparación con los que se pueden reaprovechar.

### **3.5. Materiales y/o instrumentos**

#### **3.5.1. Materiales**

- Bolsas plásticas de 26 x 40 pulgadas
- Folletos
- Incentivos
- Cilindro metálico
- Lona para la segregación
- Zapatos de seguridad
- Lentes de protección
- Guantes para manejo de materiales punzocortantes
- Mascarillas
- Cinta adhesiva
- Etiquetas para las bolsas
- Libreta de notas
- Lapiceros
- Escoba
- Limpiador

#### **3.5.2. Instrumentos**

- Wincha
- Balanza digital
- Cámara
- Camioneta para transporte de muestras
- Ordenador para análisis de datos

### **3.6. Procesamiento y análisis de datos**

#### **3.6.1. Análisis de Datos de la Caracterización**

##### **3.6.1.1. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios**

Para determinar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, se pesó, con una balanza digital, las bolsas generadas diariamente por cada vivienda, y estos datos registrados fueron divididos por el total de personas que viven en esa casa.

La ecuación 1, permite calcular la generación per cápita de los residuos generados en cada vivienda.

$$Gpc = \frac{Wt}{Nt}$$

(1)

### 3.6.1.2. Cálculo de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Con la información del peso de los residuos dentro del cilindro y su relación con el volumen del mismo se pudo obtener la densidad de las muestras. La fórmula 2, nos permite calcular la densidad de los residuos sólidos generados.

$$\rho = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (Hf - Ho)} \quad (2)$$

### 3.6.1.3. Composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios

Para determinar la composición de residuos se consideró, como se ve en la tabla 7, los siguientes tipos de residuos:

**Tabla 7**

*Clasificación de residuos aprovechables y no aprovechables*

<b>Residuos aprovechables</b>	<b>Residuos no aprovechables</b>
<b>Orgánicos</b>	
Restos de alimentos y de jardinería	
<b>Inorgánicos</b>	
Papel y cartón	Tecnopor
Vidrio	Baterías
Plásticos duros (PET, PVC, PP, PS)	Medicamentos
Tetrabrik	Residuos sanitarios
Metales	Residuos inertes
Telas	Plásticos de único uso

*Nota.* Recuperado de MINAM (2019)

A partir de éstos, se realiza el pesaje de cada tipo de residuos para poder determinar en qué porcentaje se presentan en cada uno de los estratos estudiados.

### **3.6.2. Proyección de Incremento Poblacional**

Para poder ajustarnos a las necesidades futuras de la población de Pocollay, se hizo un cálculo estimado en 10 años con una tasa de crecimiento del 1.3 %, con la siguiente fórmula:

$$p_f = p_1(1 + r)^n \quad (3)$$

#### **3.6.2.1. Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios**

A partir de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios y la proyección del incremento poblacional, se puede estimar la generación de residuos dentro de los próximos 10 años.

Asimismo, gracias al estudio de caracterización se puede hacer una estimación de los residuos orgánicos e inorgánicos, así como de los distintos tipos de estos últimos que puedan ser reaprovechables.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Estudio de Caracterización

#### 4.1.1. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios

Tras la recolección de las muestras de la Zona Piloto, se realizó el pesaje correspondiente y se clasificó los datos de acuerdo al estrato de procedencia de los residuos. Asimismo, se tuvo en consideración que la primera semana de recolección se llevó a cabo antes de las fiestas de fin de año (véase Navidad y Año Nuevo), y la segunda semana posterior a las mismas. Se aclara debido a que hubo un incremento en la cantidad de residuos generados tras las fiestas, como se muestra en las tablas a continuación.

##### 4.1.1.1.Zona Alta

Como se muestra en las tablas 8 y 9, la Zona Alta presentó el menor promedio de habitantes por vivienda del área de estudio (3 personas por familia). Sin embargo, su generación per cápita es de las más altas (de 0,5 a 0,76 kg/hab/día).

Esto podría explicarse por el hábito de consumo constante que les permite sus ingresos, lo cual se refleja también en las compras por motivo de las fiestas de fin de año.

**Tabla 8**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Alta (antes de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
M1	0,65	1,10	0,89	0,91	0,91	1,02	0,81	0,90	1	0,90
M2	1,32	0,99	1,21	1,19	1,09	1,17	1,19	1,17	3	0,39
M3	1,67	1,89	1,81	1,76	1,77	1,81	1,76	1,78	4	0,45
M4	0,98	1,05	1,23	1,15	1,16	1,09	1,10	1,11	4	0,28
M5	2,10	1,87	1,93	1,92	1,85	1,87	1,90	1,92	4	0,48
M6	1,56	1,49	1,51	1,52	1,47	1,60	1,44	1,51	3	0,50
PROM=								1,40	3	0,50

**Tabla 9**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Alta (después de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
M1	2,20	1,52	2,11	1,81	-	1,32	1,35	1,72	1	1,72
M2	2,32	2,13	2,00	2,05	2,04	2,11	1,97	2,09	3	0,70
M3	2,06	2,09	2,11	2,16	2,29	2,01	2,30	2,15	4	0,54
M4	1,77	2,05	1,86	1,93	1,86	1,77	2,00	1,89	4	0,47
M5	2,10	2,23	2,30	2,05	2,17	2,22	2,16	2,18	4	0,54
M6	1,89	2,01	1,79	1,82	1,85	1,77	1,80	1,85	3	0,62
PROM=								1,98	3	0,76

#### 4.1.1.2.Zona Media Alta

Como en la Zona Alta, se evidencia en las tablas 10 y 11 una relación entre la mayor cantidad de ingresos y la generación per cápita, aunque los valores son más cercanos al promedio general de la Zona Piloto (0,46 kg/hab/día).

**Tabla 10**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media Alta (antes de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
A1	2,27	2,20	2,35	1,98	2,17	2,21	2,20	2,20	4	0,55
A2	1,22	1,31	1,27	1,25	1,32	1,40	1,27	1,29	2	0,65
A3	1,57	1,63	1,61	1,70	1,48	1,55	1,53	1,58	3	0,53
A4	1,39	1,43	1,35	1,39	1,41	1,40	1,38	1,39	3	0,46
A5	1,00	1,56	1,61	1,59	1,53	1,57	1,56	1,49	4	0,37
A6	1,52	1,62	1,55	1,53	1,58	1,66	1,53	1,57	5	0,31
A7	1,03	1,23	1,15	1,09	1,07	1,10	-	1,11	4	0,28
A8	2,05	1,73	1,69	1,72	1,73	1,65	-	1,76	3	0,59
A9	4,45	4,33	4,50	4,41	3,90	4,51	4,40	4,36	8	0,54
A10	0,79	1,34	1,30	-	1,27	-	1,15	1,17	4	0,29
A11	0,43	1,10	1,07	1,03	1,11	1,23	1,07	1,01	3	0,34
A12	2,03	1,97	1,95	2,00	1,98	2,10	1,87	1,99	5	0,40
A13	3,05	2,50	2,67	2,45	2,53	2,51	2,43	2,59	5	0,52
A14	0,64	1,25	1,31	1,28	1,27	1,30	1,26	1,19	4	0,30
A15	1,30	1,15	1,20	1,17	1,15	1,21	1,14	1,19	3	0,40
A16	10,91	7,66	-	7,01	6,79	8,25	7,10	7,95	12	0,66
A17	0,39	1,35	1,33	1,39	1,28	1,38	1,27	1,20	4	0,30
A18	1,48	1,45	1,40	1,43	1,45	1,51	1,41	1,45	3	0,48
A19	-	1,15	1,20	-	1,19	1,23	1,10	1,17	4	0,29
A20	0,87	1,00	1,11	1,07	1,05	1,13	1,04	1,04	4	0,26
A21	4,97	2,75	2,56	2,60	2,57	2,67	2,51	2,95	6	0,49
A22	6,43	3,54	3,47	3,43	3,44	3,55	3,47	3,90	5	0,78
PROM=								2,07	4	0,44

**Tabla 11**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media Alta (después de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
A1	2,27	2,46	2,55	2,10	2,21	2,31	2,33	2,32	4	0,58
A2	1,35	1,57	1,55	1,33	1,34	1,31	1,30	1,39	2	0,70
A3	1,91	1,99	2,01	1,87	1,88	2,06	1,77	1,93	3	0,64
A4	2,00	1,98	1,90	2,01	1,87	1,97	1,78	1,93	3	0,64
A5	2,20	2,11	1,97	1,98	2,02	2,21	1,93	2,06	4	0,52
A6	2,31	2,45	2,50	2,54	2,73	2,80	2,51	2,55	5	0,51
A7	1,75	1,66	1,66	1,71	1,92	1,88	1,77	1,76	4	0,44
A8	2,19	1,99	1,69	2,01	2,03	2,10	2,15	2,02	3	0,67
A9	5,40	5,22	5,16	5,20	5,51	-	-	5,30	8	0,66
A10	1,94	1,81	1,82	1,79	1,87	1,91	1,90	1,86	4	0,47
A11	1,36	1,33	1,33	1,29	1,44	1,51	1,40	1,38	3	0,46
A12	3,25	3,00	3,11	3,15	3,35	3,33	-	3,20	5	0,64
A13	3,34	3,28	3,30	3,32	3,50	3,47	3,46	3,38	5	0,68
A14	2,31	2,36	2,41	2,40	2,47	2,53	-	2,41	4	0,60
A15	1,45	1,43	1,45	1,40	1,64	1,70	1,50	1,51	3	0,50
A16	8,23	8,37	8,35	8,57	8,81	9,10	8,72	8,59	12	0,72
A17	1,41	1,53	1,51	1,51	1,74	1,78	1,56	1,58	4	0,39
A18	2,16	1,82	1,91	1,93	2,05	2,01	-	1,98	3	0,66
A19	1,32	1,30	-	1,45	1,51	1,45	-	1,41	4	0,35
A20	1,27	1,31	1,29	1,37	1,39	1,28	1,30	1,32	4	0,33
A21	3,13	3,18	2,93	2,95	3,25	3,22	3,12	3,11	6	0,52
A22	4,10	4,03	3,99	3,97	4,15	4,04	4,01	4,04	5	0,81
							PROM=	2,59	4	0,57

#### 4.1.1.3.Zona Media

La Zona Media presenta una generación per cápita por debajo del promedio general, como se muestra en las tablas 12 y 13. Esta situación podría explicarse en una cultura de reutilización de los residuos y mayor moderación en cuanto al consumo.

**Tabla 12**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media (antes de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
N1	1,59	1,52	1,43	1,57	1,56	1,51	1,53	1,53	2	0,77
N2	2,64	1,01	1,05	0,98	1,07	1,18	1,00	1,28	3	0,43
N3	-	1,32	1,40	1,37	1,35	1,45	1,33	1,37	3	0,46
N4	0,30	1,51	1,53	1,38	1,45	1,55	1,50	1,32	8	0,16
N5	1,39	1,43	1,35	1,35	1,37	1,41	1,40	1,39	5	0,28
N6	1,41	1,35	1,33	1,37	1,30	1,43	1,31	1,36	6	0,23
N7	0,45	1,15	1,02	1,10	1,12	1,25	-	1,02	8	0,13
N8	0,30	1,20	-	1,30	1,21	1,25	1,22	1,08	3	0,36
N9	7,84	3,54	3,78	3,84	3,67	3,85	3,71	4,32	6	0,72
N10	1,09	1,20	1,14	1,09	1,13	1,22	1,10	1,14	4	0,28
N11	0,65	1,76	1,75	1,65	1,73	1,80	1,67	1,57	4	0,39
N12	1,34	1,41	1,40	1,37	1,28	1,39	1,31	1,36	3	0,45
N13	1,47	1,45	1,50	1,39	1,39	1,49	1,41	1,44	3	0,48
PROM=								1,55	4	0,39

**Tabla 13**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la Zona Media (después de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap	
N1	1,91	1,87	1,75	1,77	1,83	1,95	1,93	1,86	2	0,93	
N2	2,38	2,41	2,30	2,31	2,50	2,47	2,33	2,39	3	0,80	
N3	1,41	1,35	1,43	1,54	1,76	1,56	1,52	1,51	3	0,50	
N4	1,64	1,61	1,81	1,81	1,99	2,15	2,07	1,87	8	0,23	
N5	1,41	1,39	1,37	1,49	1,79	2,11	1,98	1,65	5	0,33	
N6	1,78	1,75	1,80	1,80	2,01	1,99	2,03	1,88	6	0,31	
N7	1,40	1,24	1,35	1,48	1,79	-	-	1,45	8	0,18	
N8	1,31	1,29	1,32	1,32	1,63	1,55	1,59	1,43	3	0,48	
N9	3,81	3,88	3,88	4,01	4,12	4,05	4,11	3,98	6	0,66	
N10	1,09	1,20	1,14	1,09	1,13	1,22	1,10	1,14	4	0,28	
N11	1,65	1,78	1,81	1,76	1,78	1,91	1,89	1,80	4	0,45	
N12	1,41	1,38	1,40	1,43	1,49	1,50	1,45	1,44	3	0,48	
N13	1,51	1,47	1,49	1,54	1,63	1,59	1,59	1,55	3	0,52	
								PROM=	1,84	4	0,47

#### 4.1.1.4.Zona Media Baja

En la Zona Media Baja encontramos mayor cantidad de habitantes por vivienda, con un promedio de 5 personas por familia. Esta mayor cantidad implica a su vez una mayor demanda de alimentos y por ende mayor consumo, lo cual a su vez resulta en una mayor generación de residuos a pesar de las limitaciones económicas.

Sin embargo, ello no debería significar una mayor generación per cápita, la cual como se ve en las tablas 14 y 15 es bastante alta. Dicha generación podría estar ligada a la falta de educación ambiental, sobre la reutilización de residuos y a un consumo responsable, ya que la cantidad que se genera por habitante es comparable a la que genera alguien de la Zona Alta o Zona Media Alta.

**Tabla 14**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la ZonaMedia Baja (antes de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
C1	0,70	1,45	1,19	1,26	1,24	1,30	1,15	1,18	2	0,59
C2	2,20	1,79	1,92	1,91	1,87	2,01	1,85	1,94	3	0,65
C3	1,30	1,18	1,23	1,27	1,28	1,20	1,35	1,26	3	0,42
C4	5,21	4,27	4,31	4,22	4,27	4,54	4,49	4,47	8	0,56
C5	2,41	3,25	2,75	2,77	2,93	2,53	2,92	2,79	5	0,56
C6	3,57	2,72	3,25	3,11	3,21	3,40	3,38	3,23	6	0,54
C7	4,22	6,20	6,25	6,23	5,65	6,31	6,27	5,88	8	0,73
C8	1,22	2,73	2,65	2,10	1,57	1,60	2,21	2,01	3	0,67
C9	4,30	4,02	3,98	4,11	4,05	3,88	3,91	4,04	6	0,67
C10	1,05	1,27	1,22	0,98	1,30	1,27	1,25	1,19	4	0,30
C11	1,99	1,52	1,45	1,51	1,62	1,59	1,63	1,62	4	0,40
C12	1,50	1,87	2,10	2,03	2,07	1,93	1,95	1,92	3	0,64
C13	2,25	2,30	2,31	2,26	2,22	2,35	2,28	2,28	4	0,57
PROM=								2,60	5	0,56

**Tabla 15**

*Generación per cápita (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de la ZonaMedia Baja (después de las fiestas de fin de año)*

Vivienda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Prom	NroHab	PerCap
C1	1,31	1,27	1,32	1,32	1,39	1,38	1,31	1,33	2,00	0,66
C2	1,92	1,88	1,91	1,92	2,12	2,15	1,93	1,98	3,00	0,66
C3	1,37	1,29	1,27	1,31	1,45	1,5	1,47	1,38	3,00	0,46
C4	4,54	4,46	4,41	4,51	4,66	4,54	4,53	4,52	8,00	0,57
C5	2,41	3,25	3,17	2,97	3,01	2,8	2,88	2,93	5,00	0,59
C6	3,43	2,99	3,01	3,22	3,51	3,44	3,21	3,26	6,00	0,54
C7	6,11	6,09	6,05	6,11	6,35	6,23	6,27	6,17	8,00	0,77
C8	1,93	1,85	2,01	2,53	2,50	2,11	2,09	2,15	3,00	0,72
C9	4,03	4,00	3,83	3,85	4,21	4,17	3,94	4,00	6,00	0,67
C10	1,21	1,18	1,23	1,25	1,41	1,33	1,35	1,28	4,00	0,32
C11	1,6	1,53	1,53	1,45	1,71	1,61	1,52	1,56	4,00	0,39
C12	2,01	2,00	1,93	2,11	2,08	2,14	2,02	2,04	3,00	0,68
C13	2,23	2,21	2,25	2,2	2,31	2,33	2,31	2,26	4,00	0,57
PROM=								2,68	5	0,58

#### 4.1.2. Cálculo de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Tras medir las dimensiones del cilindro, se tiene que el volumen que se llena con residuos equivale a 231,15 l (o 0,231 m<sup>3</sup>). A partir de ello, se determina la densidad de los residuos provenientes de los distintos estratos, como se indica en la tabla a continuación tanto antes como después de las fiestas de fin de año.

**Tabla 16**

*Densidad de los residuos recolectados antes y después de las fiestas.*

Estrato	Época	Peso (en cilindro)	Densidad	
		kg	kg/l	kg/m <sup>3</sup>
Zona Alta	Antes fiestas	4,42	0,02	19,12
	Después fiestas	6,87	0,03	29,72
Zona Media Alta	Antes fiestas	8,10	0,04	35,04
	Después fiestas	8,37	0,04	36,19
Zona Media	Antes fiestas	15,61	0,07	67,53
	Después fiestas	14,87	0,06	64,33
Zona Media Baja	Antes fiestas	12,96	0,06	56,07
	Después fiestas	11,16	0,05	48,28

### **4.1.3. Composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios**

Luego de la separación de los residuos provenientes de los distintos estratos, se los pesó para determinar el porcentaje correspondiente a cada tipo con respecto del total recolectado. En todos los estratos se observa una presencia considerable de residuos orgánicos, siendo el de mayor representatividad salvo en los residuos de la Zona Alta recolectados posteriormente a las fiestas de fin de año.

Cabe destacar el hecho de que el muestreo se dio en época de verano, lo cual pudo ser un factor que influyó en el mayor consumo de bebidas por parte de la población, resultando en una cantidad considerable de botellas y latas de refrescos.

También se puede señalar que la población muestreada no suele utilizar muchos envases de vidrio durante la época ordinaria, prefiriendo botellas de plástico. Sin embargo, posterior a las fiestas hubo presencia de vidrios, principalmente provenientes de bebidas alcohólicas.

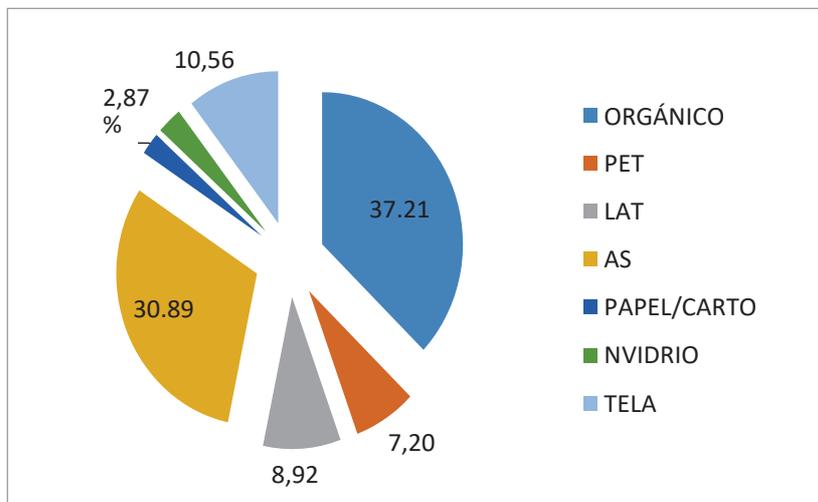
Otro aspecto a señalar, es que los estratos más elevados (Zona Alta y Media Alta) redujeron el porcentaje de residuos orgánicos después de las fiestas, lo que se presume sea por consumo de comida proveniente de restaurantes o comida rápida, a diferencia de los otros estratos, donde el mayor consumo de comida por las fiestas se tradujo en un aumento de los porcentajes de residuos orgánicos.

#### **4.1.3.1. Zona Alta**

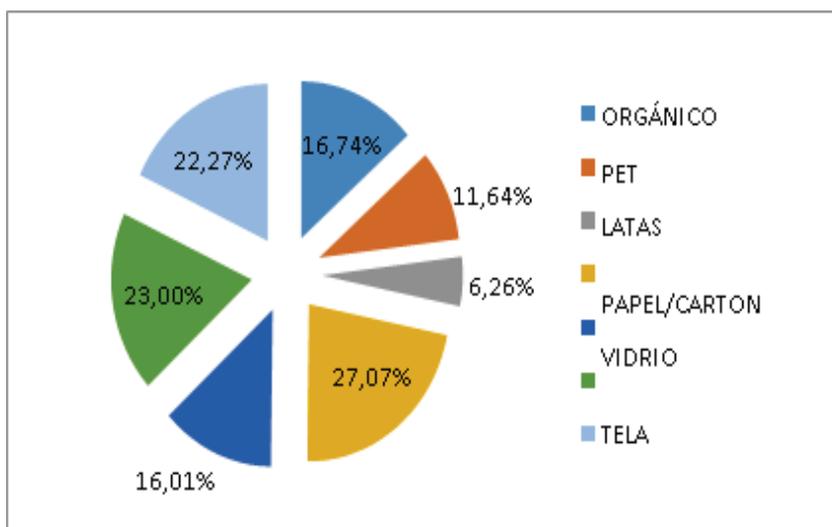
Algo a destacar de la Zona Alta, es que los porcentajes son bastante parejos en los tipos de residuos generados posterior a las fiestas, dejando de ser predominante el porcentaje de residuos orgánicos en comparación con la recolección previa, como se observa en las figuras 4 y 5.

**Figura 4**

*Composición de los Residuos de la Zona Alta (antes de las fiestas de fin de año)*

**Figura 5**

*Composición de los Residuos de la Zona Alta (después de las fiestas de fin de año)*

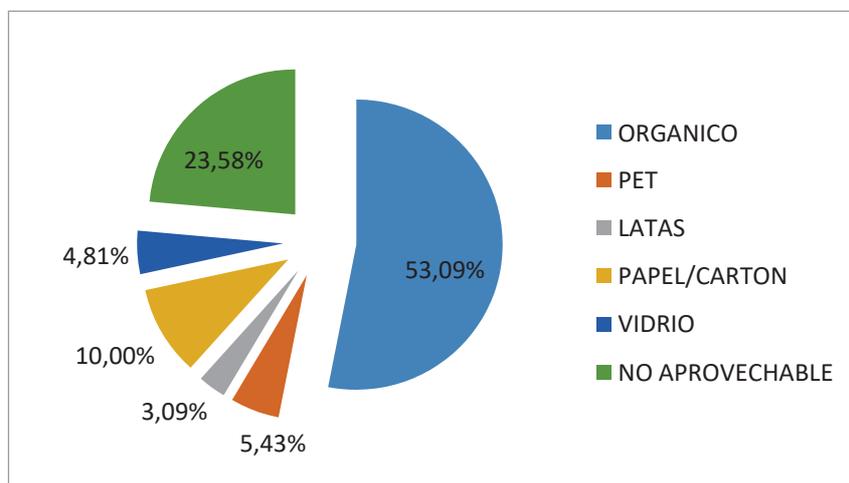


#### 4.1.3.2.Zona Media Alta

Al igual que en la Zona Alta, se observa en las figuras 6 y 7 un descenso en el porcentaje de residuos orgánicos posterior a las fiestas de la Zona Media Alta, lo cual se relaciona también al hecho de que la gente de dicho estrato acostumbra consumir fuera de casa en estas fechas. Asimismo, sigue siendo la mayor parte de la composición de sus residuos, seguidos por los restos de papel y cartón (segundo mayor porcentaje).

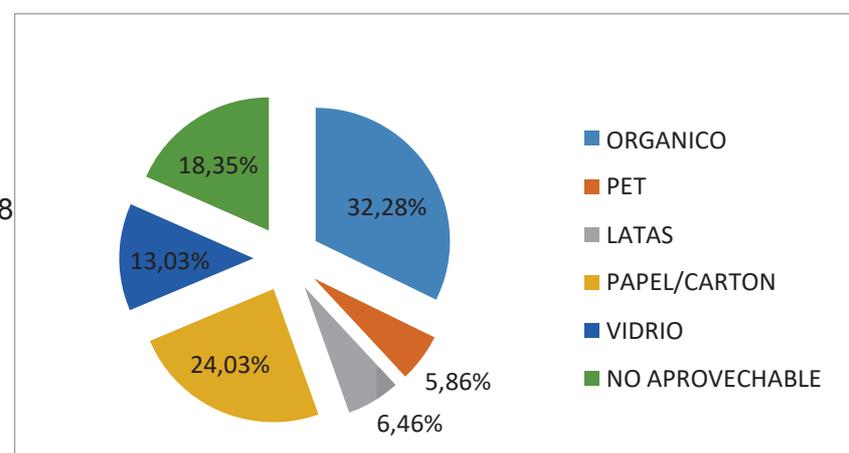
**Figura 6**

*Composición de los Residuos de la Zona Media Alta (antes de las fiestas de fin de año)*



**Figura 7**

*Composición de los Residuos de la Zona Media Alta (después de las fiestas de fin de año)*



#### 4.1.3.3.Zona Media

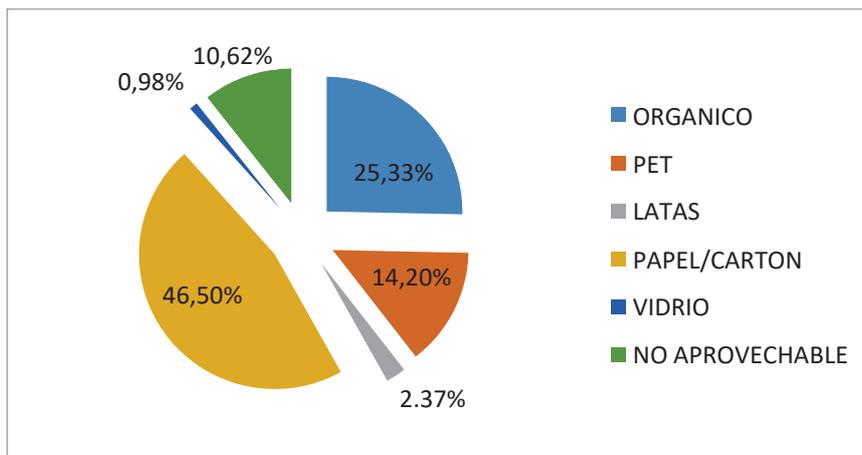
8

En esta zona las figuras 8 y 9 evidencian

nuevamente que los residuos generados son principalmente residuos orgánicos o papel y cartón, tanto antes como después de las fiestas. Sin embargo, se destaca que antes de las fiestas el mayor porcentaje haya sido de papeles, siendo desplazado después de las fiestas por los residuos orgánicos.

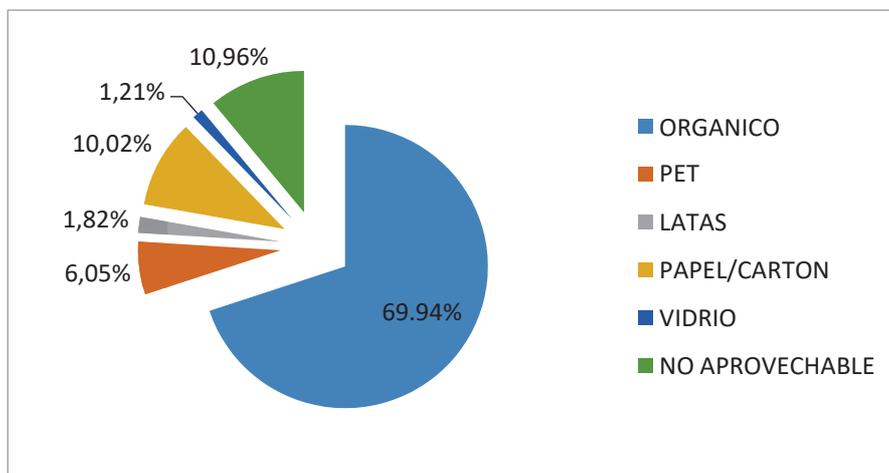
**Figura 8**

*Composición de los Residuos de la Zona Media (antes de las fiestas de fin de año)*



**Figura 9**

*Composición de los Residuos de la Zona Media (después de las fiestas de fin de año)*

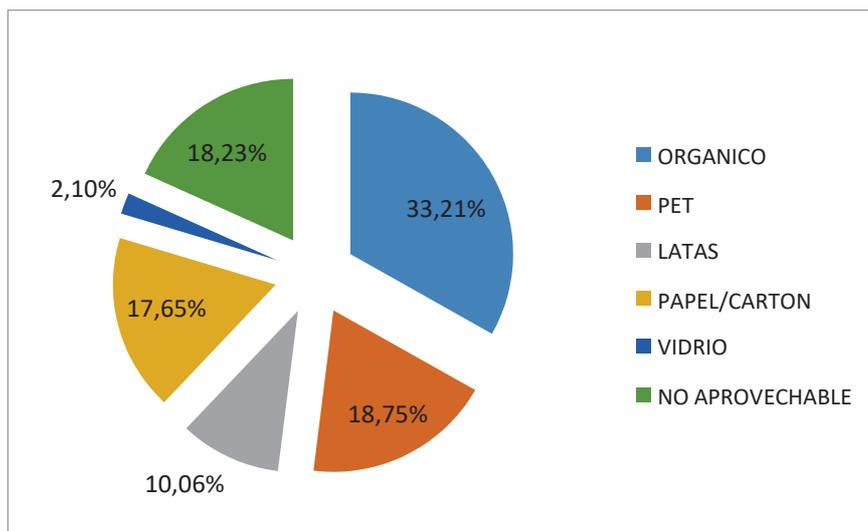


**4.1.3.4. Zona Media Baja**

Sin dejar de ser lo de mayor porcentaje los residuos orgánicos, en esta zona las figuras 10 y 11 demuestran cierta paridad en los porcentajes de tres tipos residuos antes de las fiestas, siendo las botellas y plásticos PET los residuos de segundo mayor porcentaje.

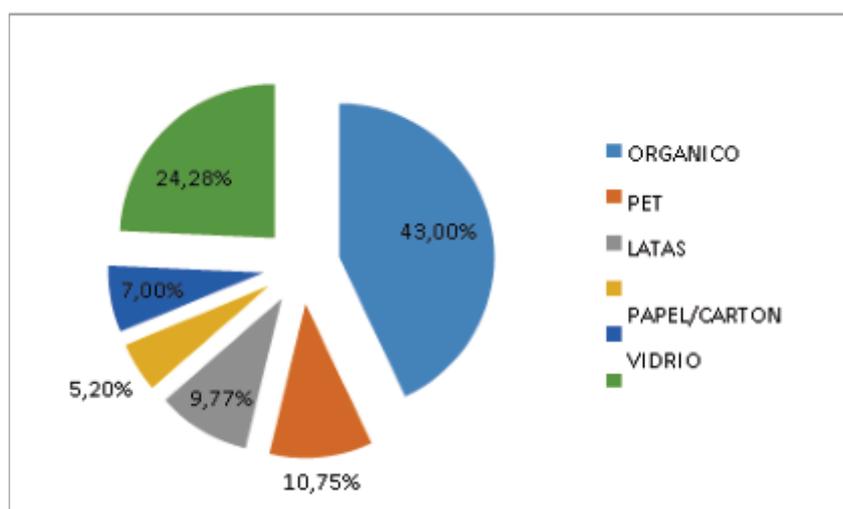
**Figura 10**

*Composición de los Residuos de la Zona Media Baja (antes de las fiestas de fin de año)*



**Figura 11**

*Composición de los Residuos de la Zona Media Baja (después de las fiestas de fin de año)*



#### 4.2. Proyección de incremento poblacional

A partir de la fórmula, se realiza la proyección del crecimiento poblacional de la Zona Piloto, detallando en las tablas 17 y 18 el aumento tanto de familias (viviendas) como de habitantes en los próximos 10 años, así como también la estratificación de éstos.

**Tabla 17**

*Proyección del incremento del número de viviendas de la Zona piloto a 10 años, según los distintos estratos*

Año	Viviendas	Zona Alta	Zona Media Alta	Zona Media Baja	Zona Media Baja
	500	56	204	120	120
1	507	56	206	122	122
2	513	57	209	124	124
3	520	58	212	125	125
4	527	59	215	127	127
5	533	59	217	128	128
6	540	60	220	130	130
7	547	61	223	132	132
8	554	62	226	133	133
9	562	62	229	135	135
10	569	63	232	137	137

**Tabla 18**

*Proyección del incremento poblacional de la Zona piloto a 10 años, según los distintos estratos*

Año	Totales	Zona Media alta	Zona Media	Zona Media Baja	Zona Alta
	2 168	178	907	537	546
1	2 196	180	919	544	553
2	2 225	183	931	551	560
3	2 254	185	943	558	568
4	2 283	187	955	565	575
5	2 313	190	968	573	582
6	2 343	192	980	580	590
7	2 373	195	993	588	598
8	2 404	197	1 006	595	605
9	2 435	200	1 019	603	613
10	2 467	203	1 032	611	621

#### 4.2.1. Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios

Con la información recabada, se hace una proyección sobre los residuos generados por la población de la Zona Piloto de acá a 10 años. Para ello, se toma como base lo que se genera antes de las fiestas, puesto que los valores recabados durante esas fechas corresponden a un consumo más estándar.

La proyección se muestra en la tabla 19, detallando la generación diaria y semanal de los distintos estratos de la Zona Piloto.

**Tabla 19**

*Proyección de la generación diaria y semanal (en kg) de residuos sólidos domiciliarios de los distintos estratos*

Año	Zona Alta		Zona Media Alta		Zona Media		Zona Media Baja	
	kg/día	kg/sem	kg/día	kg/sem	kg/día	kg/sem	kg/día	kg/sem
	88,71	620,96	403,73	2 826,14	212,03	1 484,24	306,94	2 148,57
1	89,86	629,04	408,98	2 862,88	214,79	1 503,54	310,93	2 176,50
2	91,03	637,21	414,30	2 900,09	217,58	1 523,09	314,97	2 204,80
3	92,21	645,50	419,69	2 937,80	220,41	1 542,89	319,07	2 233,46
4	93,41	653,89	425,14	2 975,99	223,28	1 562,94	323,21	2 262,49
5	94,63	662,39	430,67	3 014,68	226,18	1 583,26	327,41	2 291,90
6	95,86	671,00	436,27	3 053,87	229,12	1 603,84	331,67	2 321,70
7	97,10	679,72	441,94	3 093,57	232,10	1 624,69	335,98	2 351,88
8	98,37	688,56	447,68	3 133,78	235,12	1 645,82	340,35	2 382,46
9	99,64	697,51	453,50	3 174,52	238,17	1 667,21	344,78	2 413,43
10	100,94	706,58	459,40	3 215,79	241,27	1 688,88	349,26	2 444,80

#### 4.2.1.1. Proyección de generación de residuos orgánicos

En la tabla 20, se muestra la proyección en cuanto a la generación de residuos sólidos orgánicos de los distintos estratos, tanto de forma semanal como anual.

**Tabla 20**

*Proyección de la generación semanal y anual (en kg) de residuos orgánicos*

Año	Zona Alta	Zona Media Alta	Zona Media	Zona Media Baja	Total Semanal (kg)	Total Anual (kg)
	231,06	1 500,30	375,96	713,54	2 820,85	146 684,44
1	234,06	1 519,80	380,85	722,82	2 857,53	148 591,34
2	237,11	1 539,56	385,80	732,21	2 894,67	150 523,03
3	240,19	1 559,57	390,81	741,73	2 932,30	152 479,82
4	243,31	1 579,85	395,89	751,37	2 970,42	154 462,06
5	246,47	1 600,38	401,04	761,14	3 009,04	156 470,07
6	249,68	1 621,19	406,25	771,04	3 048,16	158 504,18
7	252,92	1 642,26	411,54	781,06	3 087,78	160 564,73
8	256,21	1 663,61	416,88	791,21	3 127,92	162 652,08
9	259,54	1 685,24	422,30	801,50	3 168,59	164 766,55
10	262,92	1 707,15	427,79	811,92	3 209,78	166 908,52

#### 4.2.1.2. Proyección de generación de residuos inorgánicos

Con base en los valores de los porcentajes calculados y la generación per cápita general de los residuos, se hace una proyección de acuerdo a los distintos tipos de residuos inorgánicos encontrados.

## A. Botellas PET

**Tabla 21**

*Proyección de la generación semanal y anual (en kg) de residuos de plástico PET*

Año	Zona Alta	Zona Media Alta	Zona Media	Zona Media Baja	Total Semanal (kg)	Total Anual (kg)
	44,71	153,52	210,76	402,86	811,85	42 216,07
1	45,29	155,51	213,50	408,09	822,40	42 764,87
2	45,88	157,54	216,28	413,40	833,09	43 320,82
3	46,48	159,58	219,09	418,77	843,92	43 883,99
4	47,08	161,66	221,94	424,22	854,89	44 454,48
5	47,69	163,76	224,82	429,73	866,01	45 032,39
6	48,31	165,89	227,75	435,32	877,27	45 617,81
7	48,94	168,05	230,71	440,98	888,67	46 210,84
8	49,58	170,23	233,71	446,71	900,22	46 811,58
9	50,22	172,44	236,74	452,52	911,93	47 420,13
10	50,87	174,68	239,82	458,40	923,78	48 036,59

## B. Latas

**Tabla 22**

*Proyección de la generación semanal y anual (en kg) de residuos de latas*

Año	Zona Alta	Zona Media Alta	Zona Media	Zona Media Baja	Total Semanal (kg)	Total Anual (kg)
	55,89	87,23	35,18	216,15	394,44	20 510,66
1	56,61	88,36	35,63	218,96	399,56	20 777,30
2	57,35	89,51	36,10	221,80	404,76	21 047,41
3	58,09	90,67	36,57	224,69	410,02	21 321,02
4	58,85	91,85	37,04	227,61	415,35	21 598,20
5	59,61	93,05	37,52	230,57	420,75	21 878,97
6	60,39	94,26	38,01	233,56	426,22	22 163,40
7	61,18	95,48	38,51	236,60	431,76	22 451,52
8	61,97	96,72	39,01	239,68	437,37	22 743,39
9	62,78	97,98	39,51	242,79	443,06	23 039,06
10	63,59	99,25	40,03	245,95	448,82	23 338,56

### C. Papel y cartón

**Tabla 23**

*Proyección de la generación semanal y anual (en kg) de residuos depapel y cartón*

Año	Zona Alta	Zona Media Alta	Zona Media	Zona Media Baja	Total Semanal (kg)	Total Anual (kg)
	191,82	282,61	690,17	379,22	1 543,83	80 278,93
1	194,31	286,29	699,15	384,15	1 563,90	81 322,55
2	196,84	290,01	708,23	389,15	1 584,23	82 379,74
3	199,39	293,78	717,44	394,21	1 604,82	83 450,68
4	201,99	297,60	726,77	399,33	1 625,68	84 535,54
5	204,61	301,47	736,22	404,52	1 646,82	85 634,50
6	207,27	305,39	745,79	409,78	1 668,23	86 747,75
7	209,97	309,36	755,48	415,11	1 689,91	87 875,47
8	212,70	313,38	765,30	420,50	1 711,88	89 017,85
9	215,46	317,45	775,25	425,97	1 734,14	90 175,09
10	218,26	321,58	785,33	431,51	1 756,68	91 347,36

### D. Vidrio

**Tabla 24**

*Proyección de la generación semanal y anual (en kg) de residuos de vidrio*

Año	Zona Alta	Zona Media Alta	Zona Media	Zona Media Baja	Total Semanal (kg)	Total Anual (kg)
	14,59	136,07	14,55	45,12	210,33	10 937,24
1	14,78	137,84	14,73	45,71	213,07	11 079,42
2	14,97	139,63	14,93	46,30	215,84	11 223,45
3	15,17	141,45	15,12	46,90	218,64	11 369,36
4	15,37	143,29	15,32	47,51	221,48	11 517,16
5	15,57	145,15	15,52	48,13	224,36	11 666,88
6	15,77	147,04	15,72	48,76	227,28	11 818,55
7	15,97	148,95	15,92	49,39	230,23	11 972,19
8	16,18	150,89	16,13	50,03	233,23	12 127,83
9	16,39	152,85	16,34	50,68	236,26	12 285,49
10	16,60	154,83	16,55	51,34	239,33	12 445,21

### 4.3. Sostenibilidad ambiental

#### 4.3.1. Huella hídrica

Utilizando los valores de la Tabla 5 en conjunto con la proyección de generación de residuos ya realizada, se estima la cantidad de agua ahorrada al reciclar dichos materiales. De igual manera se estima el ahorro de agua considerando una efectividad de reaprovechamiento de 80 %, puesto que por distintos factores es casi imposible una efectividad al 100 %.

**Tabla 25**

*Estimación de litros de agua ahorrados por reciclaje de papel*

<b>Papel (kg)</b>	<b>Agua ahorrada (l)</b>	<b>Efectividad al 80 % (l)</b>
80 278,93	4 720 843,66	3 776 674,93
81 322,55	4 782 214,27	3 825 771,42
82 379,74	4 844 382,87	3 875 506,30
83 450,68	4 907 360,05	3 925 888,04
84 535,54	4 971 155,80	3 976 924,64
85 634,50	5 035 780,70	4 028 624,56
86 747,75	5 101 245,94	4 080 996,75
87 875,47	5 167 562,09	4 134 049,68
89 017,85	5 234 740,34	4 187 792,27
90 175,09	5 302 792,43	4 242 233,94
91 347,36	5 371 728,37	4 297 382,69

**Tabla 26***Estimación de litros de agua ahorrados por reciclaje de vidrio*

<b>Vidrio (kg)</b>	<b>Agua ahorrada (l)</b>	<b>Efectividad al 80 % (l)</b>
10 937,24	52 635,47	42 108,37
11 079,42	53 319,71	42 655,77
11 223,45	54 012,85	43 210,28
11 369,36	54 715,05	43 772,04
11 517,16	55 426,33	44 341,07
11 666,88	56 146,86	44 917,49
11 818,55	56 876,77	45 501,42
11 972,19	57 616,16	46 092,93
12 127,83	58 365,18	46 692,15
12 285,49	59 123,92	47 299,14
12 445,21	59 892,57	47 914,06

**Tabla 27***Estimación de litros de agua ahorrados por reciclaje de latas*

<b>Latas (kg)</b>	<b>Agua ahorrada (l)</b>	<b>Efectividad al 80 % (l)</b>
20 510,66	1 870 572,19	1 496 457,75
20 777,30	1 894 889,76	1 515 911,81
21 047,41	1 919 523,79	1 535 619,03
21 321,02	1 944 477,02	1 555 581,62
21 598,20	1 969 755,84	1 575 804,67
21 878,97	1 995 362,06	1 596 289,65
22 163,40	2 021 302,08	1 617 041,66
22 451,52	2 047 578,62	1 638 062,90
22 743,39	2 074 197,17	1 659 357,73
23 039,06	2 101 162,27	1 680 929,82
23 338,56	2 128 476,67	1 702 781,34

Se observa que la cantidad de agua que se puede ahorrar por la producción de estos materiales, incluso con efectividad al 80 %, es bastante considerable. Al primer año, entre los tres se podría ahorrar alrededor de 5,3 millones de litros de agua.

Por la cantidad de residuos que se genera, el reciclaje de papel es el que generaría mayor cantidad de ahorro de agua (3,78 millones de litros al 80 %), seguido de las latas de aluminio (1,5 millones de litros al 80 % aproximadamente). El material que menor ahorro supone, aunque no por eso despreciable, es el vidrio (42 mil litros al 80 %), lo cual se explica también por el hecho de que la población no genera muchos residuos de vidrio y prefiere reutilizarlo, lo cual es de igual manera positivo.

#### 4.3.2. Huella ecológica

A partir de la proyección sobre la generación de residuos de papel, se hace una estimación sobre la cantidad de hectáreas que supondría utilizar para la producción de la misma cantidad de papel, utilizando la relación descrita previamente (0.14 ha/t). Asimismo, se considera una efectividad de 80 % del reciclaje total por distintos factores a la hora de la valorización del papel.

**Tabla 28**

*Estimación de hectáreas requeridas para la producción de papel*

<b>Papel (t)</b>	<b>Área requerida para la producción (ha)</b>	<b>Efectividad al 80 % (ha)</b>
80,28	11,24	8,99
81,32	11,39	9,11
82,38	11,54	9,23
83,45	11,69	9,35
84,54	11,84	9,47
85,63	11,99	9,59
86,75	12,15	9,72
87,88	12,31	9,85
89,02	12,47	9,97
90,18	12,63	10,10
91,35	12,79	10,23

Se observa que el área de cultivo requerida para la producción de unacantidad de papel similar a la recuperada de los residuos (al 80 %) equivale a 8,99 ha al primer año, lo que abarcan cerca de 11 canchas de fútbol profesional (0,825 ha por cancha).

#### 4.3.3. Huella de carbono

Con base en los datos proyectados sobre la generación de residuos sólidos domiciliarios y de acuerdo a los valores de emisiones de dióxido de carbono de la investigación de Vega Sánchez (2019), se hace una estimación comparando la cantidad de emisiones de los residuos sin ser valorizados con las emisiones de los residuos valorizados.

**Tabla 29**

*Estimación anual de emisiones de CO<sub>2</sub> sin valorización de residuos sólidos inorgánicos*

<b>Residuos orgánicos</b>	<b>Emisiones (kgCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Residuos inorgánicos no aprovechables</b>	<b>Emisiones (kgCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Emisiones totales</b>
146 684,44	880,11	221 471,12	93 239,34	94 119,45
148 591,34	891,55	224 350,24	94 451,45	95 343,00
150 523,03	903,14	227 266,79	95 679,32	96 582,46
152 479,82	914,88	230 221,26	96 923,15	97 838,03
154 462,06	926,77	233 214,14	98 183,15	99 109,92
156 470,07	938,82	236 245,92	99 459,53	100 398,35
158 504,18	951,03	239 317,12	100 752,51	101 703,53
160 564,73	963,39	242 428,24	102 062,29	103 025,68
162 652,08	975,91	245 579,81	103 389,10	104 365,01
164 766,55	988,60	248 772,35	104 733,16	105 721,76
166 908,52	1 001,45	252 006,39	106 094,69	107 096,14

**Tabla 30**

*Estimación anual de emisiones de CO<sub>2</sub> con valorización de residuos sólidos inorgánicos*

Residuos orgánicos (kg)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> e)	Residuos inorgánicos reaprovechables (kg)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> e)	Residuos no aprovechables (kg)	Emisiones (kgCO <sub>2</sub> e)	Emisiones totales (kgCO <sub>2</sub> e)
146 684,44	880,11	153 942,89	3 232,80	67 528,23	28 429,38	32 542,29
148 591,34	891,55	155 944,15	3 274,83	68 406,09	28 798,97	32 965,34
150 523,03	903,14	157 971,42	3 317,40	69 295,37	29 173,35	33 393,89
152 479,82	914,88	160 025,05	3 360,53	70 196,21	29 552,61	33 828,01
154 462,06	926,77	162 105,38	3 404,21	71 108,76	29 936,79	34 267,77
156 470,07	938,82	164 212,75	3 448,47	72 033,18	30 325,97	34 713,26
158 504,18	951,03	166 347,51	3 493,30	72 969,61	30 720,21	35 164,53
160 564,73	963,39	168 510,03	3 538,71	73 918,21	31 119,57	35 621,67
162 652,08	975,91	170 700,66	3 584,71	74 879,15	31 524,12	36 084,75
164 766,55	988,60	172 919,77	3 631,32	75 852,58	31 933,94	36 553,85
166 908,52	1,001,45	175 167,72	3 678,52	76 838,66	32 349,08	37 029,05

Como se muestra en la Tabla 29, las emisiones de CO<sub>2</sub> al primer año sin que se valore los materiales de los residuos inorgánicos sería de 94 119,45 kg, mientras que en la Tabla 30 se muestra que los materiales reaprovechables reducen bastante sus emisiones, por lo que la huella de carbono total sería de 32 542,29 kg, lo cual sería bastante menor del impacto inicial en una relación de 2,89:1.

#### 4.3.4. Huella social

En el Perú, el tema de la recolección ya tiene la implementación de políticas públicas relacionadas a la regulación y formalización del trabajo de los recicladores. Sin embargo, como lo expresa Bocanegra y su equipo (2020), esto no parece ser suficiente para poder disminuir la informalidad existente en este sector. Las jornadas que realizan estos trabajadores, son largas y agotadoras; así mismo estas personas no cuentan un seguro especial que los cubra de estas desafiantes actividades; las cuales siempre están expuestas al peligro, por el contacto frecuente con residuos biológicos, industriales, etc.

Asimismo, como lo indica también Bocanegra, en el año 2018, se registró alrededor de 1 813 recicladores agrupados en 250 asociaciones, de 192 distritos; lo cual solo representa una pequeña cantidad de 10 % del total de distritos existentes en el país. De la misma forma, se advirtió que el 98 % de estos trabajadores sigue laborando en pésimas condiciones. No existe información clara acerca de la cantidad de recicladores informales y formales que trabajan en todas las ciudades del país; además de las condiciones en la que estos trabajan, por ello es que se hace difícil la elaboración de mejores programas que los beneficie.

En el 2019 se inició el primer censo de recicladores y recicladoras en el Perú, el cual se planteó como objetivo para poder tener conocimiento sobre la situación de formalidad e informalidad que viven estos trabajadores; sin embargo, aún no se ha concretado la presentación de la base de datos, por ello el MINAM (s.f.) lanzó información general en el cual, de 6 182 recicladores censados, 2 643 son formales y 3 539 son informales. Tal situación hace hincapié en que la situación de informalidad continúa. Por ello el planteamiento de programas de valorización podría acelerar este proceso de formalización.

#### 4.4. Propuestas

##### 4.4.1. Para valorización de residuos inorgánicos

##### 4.4.1.1. Comercialización de materiales

A partir de la proyección, y utilizando los valores del mercado más recientes (presentados en la Tabla 31), se hace una estimación de los beneficios económicos que se pueden obtener con la comercialización de los materiales reciclados.

**Tabla 31**

*Precios del mercado de materiales recuperados o reciclados*

<b>Tipo de residuo</b>	<b>(S/ por kg)</b>
PET	1,50
Bolsas de plástico	0,30
Vidrio	0,20
Papel blanco	0,90
Papel de color	0,30
Cartón	0,30
Lata	0,60

*Nota.* Recuperado de Publimetro, 2017.

<https://www.publimetro.pe/actualidad/2017/08/22/sabeslo-util-que-puede-basura-que-tiramos-63961-noticia>

En las siguientes tablas se muestra el potencial beneficio económico que se puede obtener a partir de los residuos, considerando el papel de color y el cartón al mismo precio por kilogramo.

**Tabla 32**

*Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de plástico PET*

<b>Año</b>	<b>Total anual (kg)</b>	<b>Beneficio potencial (S/)</b>
	42 216,07	63 324,10
1	42 764,87	64 147,31
2	43 320,82	64 981,23
3	43 883,99	65 825,98
4	44 454,48	66 681,72
5	45 032,39	67 548,58
6	45 617,81	68 426,71
7	46 210,84	69 316,26
8	46 811,58	70 217,37
9	47 420,13	71 130,20
10	48 036,59	72 054,89

**Tabla 33**

*Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de latas*

<b>Año</b>	<b>Total anual (kg)</b>	<b>Beneficio potencial (S/)</b>
	20 510,66	12 306,40
1	20 777,30	12 466,38
2	21 047,41	12 628,44
3	21 321,02	12 792,61
4	21 598,20	12 958,92
5	21 878,97	13 127,38
6	22 163,40	13 298,04
7	22 451,52	13 470,91
8	22 743,39	13 646,04
9	23 039,06	13 823,43
10	23 338,56	14 003,14

**Tabla 34**

*Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de papel y cartón*

<b>Año</b>	<b>Total anual (kg)</b>	<b>Beneficio potencial (S/)</b>
	80 278,93	24 083,68
1	81 322,55	24 396,77
2	82 379,74	24 713,92
3	83 450,68	25 035,20
4	84 535,54	25 360,66
5	85 634,50	25 690,35
6	86 747,75	26 024,33
7	87 875,47	26 362,64
8	89 017,85	26 705,36
9	90 175,09	27 052,53
10	91 347,36	27 404,21

**Tabla 35**

*Proyección del beneficio económico potencial de los residuos de vidrio*

<b>Año</b>	<b>Total Anual (kg)</b>	<b>Beneficio potencial (S/)</b>
	10 937,24	2 187,45
1	11 079,42	2 215,88
2	11 223,45	2 244,69
3	11 369,36	2 273,87
4	11 517,16	2 03,43
5	11 666,88	2 333,38
6	11 818,55	2 363,71
7	11 972,19	2 394,44
8	12 127,83	2 425,57
9	12 285,49	2 457,10
10	12 445,21	2 489,04

#### **4.4.2. Para valorización de residuos orgánicos**

##### **4.4.2.1. Pilas de compostaje**

En vista del porcentaje que representan los residuos orgánicos que se generan, se propone para su aprovechamiento disponerlos en pilas de compostaje, las cuales estarían a cargo de las autoridades de la Municipalidad Distrital de Pocollay.

Estas pilas estarían dispuestas en un área asignada por la Municipalidad, actualmente se ha establecido un espacio en la Casa del Agricultor (frente al Parque Perú) pero el espacio utilizado actualmente es reducido, debido a que comparten áreas con otras actividades.

El área debe ser techada para evitar el sobrecalentamiento de las pilas por acción del sol o que las lluvias puedan alterar el proceso de compostaje. Una alternativa para el techo podría ser utilizar las botellas de plástico PET de color oscuro, de modo que se reutilicen como sombra como se indica en la figura siguiente:

**Figura 12**

*Esquema para construcción de techo reciclado para la zona de compostaje.*



*Nota.* Recuperado de Ecocosas, 2012.

<https://ecocosas.com/construccion/tejado-con-botellas-pet/>

#### **4.4.2.2. Obtención de biogás**

Al tiempo que se lleva a cabo la degradación de los residuos orgánicos para la obtención del compost, se producen gases a causa de la descomposición de la materia orgánica, principalmente metano. Este gas puede ser reaprovechado mediante un biodigestor para satisfacer las necesidades de las instalaciones del recinto donde se dispongan y manejen los residuos, o en caso de haber excedente se puede almacenar en tanques y abastecer a las zonas rurales del distrito, para que sea usado en la cocina de la población de bajos recursos, haciéndose cargo de la disposición del gas obtenido la misma Municipalidad Distrital de Pocollay.

De acuerdo a la Red Mexicana de Bioenergía (s.f.), se obtiene de 200 a 400 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada de materia orgánica, lo que equivale a 0,2-0,4 m<sup>3</sup>/kg.

Con dicha información, se puede estimar la cantidad de gas que se podría obtener de acuerdo a la cantidad de residuos orgánicos generados, considerando un valor promedio de 0,24 m<sup>3</sup>/kg.

Por recomendación de la Guía del MINAM para un Programa de Segregación (2019), se sugiere un potencial efectivo de entre 5 % y 20 % para programas que recién se inician, por lo que se considera un potencial efectivo en la generación del biogás de un 10 %, como muestra la Tabla 36.

**Tabla 36**

*Proyección de la generación potencial de biogás a partir de los residuos orgánicos y su potencial efectivo al 10 %*

<b>Años</b>	<b>Total Anual (kg)</b>	<b>Potencial biogás (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Potencial efectivo 10 % (m<sup>3</sup>)</b>
	146 684,44	35 204,27	3 520,43
1	148 591,34	35 661,92	3 566,19
2	150 523,03	36 125,53	3 612,55
3	152 479,82	36 595,16	3 659,52
4	154 462,06	37 070,90	3 707,09
5	156 470,07	37 552,82	3 755,28
6	158 504,18	38 041,00	3 804,10
7	160 564,73	38 535,54	3 853,55
8	162 652,08	39 036,50	3 903,65
9	164 766,55	39 543,97	3 954,40
10	166 908,52	40 058,04	4 005,80

#### **A. Biodigestor Tipo Chino**

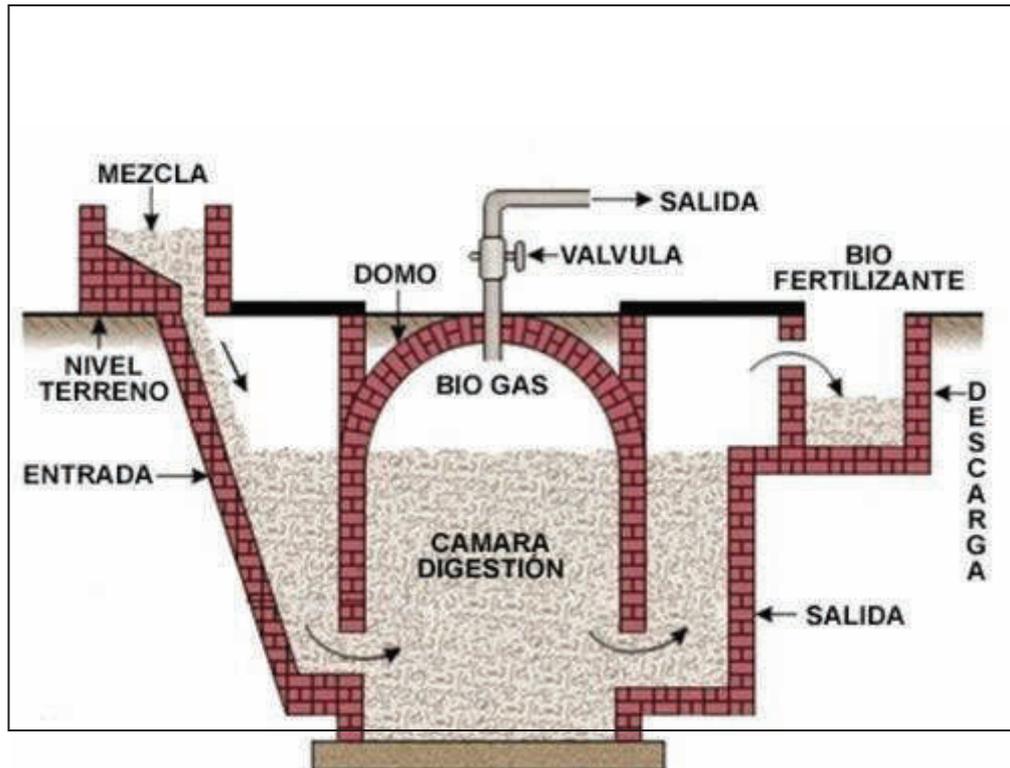
El biodigestor de modelo chino es de los más usados en zonas rurales debido a su relativa facilidad de construcción, así como al bajo costo de los materiales requeridos.

Como se detalla en el portal de la Organización Rainer Maria Rilke (s.f.), la cámara de digestión se encuentra bajo el nivel del suelo, con un

techo fijo en forma de domo y por el cual se ubica una cañería para la salida del gas generado. Esta salida se regula mediante una válvula para controlar el flujo del gas hacia donde disponga la Municipalidad Distrital de Pocollay (para almacenar o uso in situ).

**Figura 13**

*Esquema de corte transversal de biodigestor modelo chino.*



*Nota.* Recuperado de Organización RMR, s.f. <http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/biodigestores-biogas.htm>

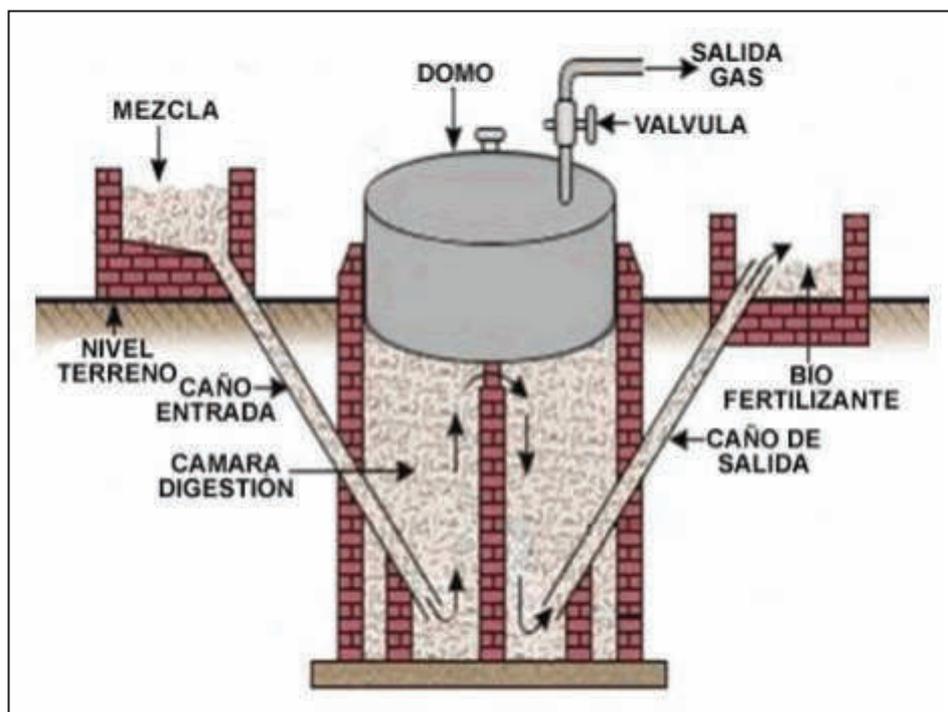
## **B. Biodigestor Tipo Hindú**

El modelo hindú se asemeja bastante al chino, con la diferencia de que cuenta con un techo flotante que se mueve de acuerdo a la presión generada por elgas en su interior. Este domo se asegura con un anillo de metal para evitar que se salga por completo, y debido a este complemento tiene un costo ligeramente mayor al modelo visto anteriormente. (Organización Rainer Maria Rilke, s.f.)

En cuanto a las cámaras de carga y descarga no presenta diferencias significativas con el modelo chino, y al igual que éste puede ser implementado en áreas rurales sin problemas.

**Figura 14**

*Esquema de corte transversal de biodigestor modelo hindú.*



*Nota.* Recuperado de Organización RMR, s.f.

<http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/biodigestores-biogas.htm>

#### 4.4.3. Para mejorar la sostenibilidad ambiental

##### 4.4.3.1. Plan de mitigación

**Actividad 1.** Para la aplicación de este programa de valorización de residuos sólidos municipales, la municipalidad deberá prever la adquisición de bienes, tanto para el personal que se encargará de la recolección y capacitación; como bienes materiales relacionados a la recolección, transporte, etc. En esta actividad se elaborarán diferentes materiales de difusión para mejorar la atención e importancia sobre el programa como lo son: banners, exposiciones en eventos realizados por la municipalidad,

pegatinas, y demás recursos; todo ello para que los vecinos sean conscientes de la importancia del programa y su interés en las actividades de segregación y reciclaje.

**Actividad 2.** Para que el programa de valorización se lleve a cabo es necesario trabajar en conjunto con la comunidad administrativa, brindándole información sobre el proceso de recolección e información general sobre el tema tratado. Las capacitaciones tendrán por objetivo comprometer con responsabilidad a los trabajadores en este proceso de información. Asimismo, dentro del plan de acción se tendrá que capacitar también, y anticipadamente, a los administrativos y trabajadores de mantenimiento encargados de todo el programa de valorización de residuos sólidos.

El cronograma tendrá que ser elaborado en esta sección.

De la misma forma, los capacitadores tendrán que cumplir con un perfil experimentado en ciencias ambientales, motivación por impartir conocimiento, habilidad para relacionarse con distintas personas, entre otras. Los encargados tendrán que:

- Fomentar buenas prácticas ambientales en las diferentes actividades de recolección de residuos de los vecinos participantes.
- Tomar acciones sobre las deficiencias en el manejo de los residuos sólidos.
- Generar iniciativas de mejora para el programa.
  - Liderar acciones de intervención sobre las acciones de organización y operación del programa
- Tener amplio conocimiento sobre los temas a tratar como son el de residuos sólidos, segregación, reciclaje, valorización, sostenibilidad, etc.; temas de gran importancia para lograr el éxito en el programa de valorización de residuos sólidos domésticos.

Cabe resaltar además que la municipalidad tendrá que plantearse por objetivo, en este proceso del programa, el mejoramiento técnico, logístico y operativo; con diferentes acciones que tendrán cabida dentro de la capacitación del personal con las siguientes acciones:

- Optimización del sistema de recolección
- Mejora de los hábitos en el uso del tacho recolector de residuos.

- Mejora en el mantenimiento de los equipos de recolección.
- Implementar equipos de supervisión y control de la administración de los residuos sólidos recolectados.
  
- Mejora del espacio en el que se dispondrá de manera transitoria estos residuos generados.

**Actividad 3.** Esta actividad será una sensibilización más directa. En esta etapa se programará visitas a las zonas participantes, realizando diferentes estrategias como reuniones participativas en espacios públicos, en donde los participantes podrán absolver cualquier duda que tengan sobre el cronograma del programa; y otras de carácter más individual con sesiones participativas más rápidas, con detalles breves y concretos sobre el programa.

En esta actividad se concretará la concientización y la promoción de prácticas adecuadas en segregación. Los participantes deberán conocer y comprender el proceso de reciclaje, el valor de los materiales que se reciclarán y la importancia en su ejecución. En este sentido, también deben saber qué tipo de residuos reciclar, como prepararlos y como recolectarlos para mejorar la función de los recolectores municipales. Es importante decir que la convocatoria a organizaciones sociales y grupos de voluntarios a universidades también es importante, puesto que involucra indirectamente a diferentes interesados y propone la formación en estos temas a los futuros colaboradores en temas relacionados.

**Actividad 4.** En esta etapa se realizan las actividades planificadas de recolección, segregación y valorización por el personal capacitado. Para todo ello se mantiene un presupuesto de los materiales que serán utilizados, el cual se incluye en la estimación de costos de inversión de la Tabla 40.

## 4.5. Balance económico

### 4.5.1. Ingresos potenciales

#### 4.5.1.1. Ingresos de la Municipalidad Distrital de Pocollay

Se toma en cuenta el balance económico que realizó la Municipalidad Distrital de Pocollay al cierre del último semestre del 2021, presente en el Portal de Transparencia (2022), del cual se destaca un saldo total de S/5 304,992 (de los cuales S/3 549,992 provienen de recursos determinados). Dicho saldo brinda una base estable para invertir en un proyecto piloto.

**Tabla 37**

*Balance del presupuesto (en S/) de la Municipalidad Distrital de Pocollay al último trimestre del 2021*

Detalle	Presupuesto Institucional Modificado	Ejecución al Trimestre Anterior	Ejecución al Trimestre	Ejecución Total	Saldo
	-2	-3	-4	(5)=(3)+(4)	(6)=(2)-(5)
1. Recursos ordinarios	344,448	297,831	34,065	331,896	12,552
2. Recursos directamente recaudados	3,832,544	2,262,299	785,052	3,047,352	785,192
3. Recursos por operaciones oficiales de crédito	2,900,045	352,779	2,372,408	2,725,188	174,857
4. Donaciones y transferencias	2,445,955	536,634	1,126,682	1,663,317	782,639
5. Recursos determinados	21,462,532	11,554,383	6,358,397	17,912,780	3,549,752
- Canon y sobrecanon, regalías, renta de aduanas y participaciones	16,326,287	7,979,168	5,038,296	13,017,464	3,308,823
- Impuestos municipales	2,885,961	2,141,661	526,679	2,668,340	217,621
- Fondo de compensación municipal	2,250,284	1,433,554	793,422	2,226,977	23,307
<b>Sub - total de recursos determinados:</b>	<b>21,462,532</b>	<b>11,554,383</b>	<b>6,358,397</b>	<b>17,912,780</b>	<b>3,549,752</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>30,985,524</b>	<b>15,003,928</b>	<b>10,676,605</b>	<b>25,680,532</b>	<b>5,304,992</b>

Nota. Recuperado de Secretaría de Gobierno Digital, 2022.

[https://www.transparencia.gob.pe/reportes\\_directos/pte\\_transparencia\\_info\\_finan.aspx?id\\_](https://www.transparencia.gob.pe/reportes_directos/pte_transparencia_info_finan.aspx?id_)

entidad=11740&id\_tema=19&ver=

#### 4.5.1.2. Ingresos por comercialización de materiales (residuos inorgánicos)

La siguiente fuente de ingreso a considerar es la proveniente de la comercialización de los materiales inorgánicos. En la tabla a continuación se resume el beneficio potencial de los distintos materiales provenientes de los residuos inorgánicos generados. Asimismo, de acuerdo a lo que establece la Guía del MINAM para un Programa de Segregación, para los programas que recién se implementan se sugiere un potencial efectivo de entre 5 % y 20 %, debido a que el primer año se prioriza la concientización de la población. En vista de ello, y considerando el grado de participación de la población durante el muestreo, se estima un potencial efectivo desde 10 % hasta 30 %, como se muestra en la tabla.

**Tabla 38**

*Proyección del beneficio económico potencial (en S/) de la comercialización dematerial reciclable, y potencial efectivo al 10 % y 30 %*

Año	Beneficio Potencial (S/)	Potencial Efectivo 10 %	Potencial Efectivo 30 %
	99 714,17	9 971,42	29 914,25
1	101 010,46	10 101,05	30 303,14
2	102 323,59	10 232,36	30 697,08
3	103 653,80	10 365,38	31 096,14
4	105 001,30	10 500,13	31 500,39
5	106 366,32	10 636,63	31 909,89
6	107 749,08	10 774,91	32 324,72
7	109 149,82	10 914,98	32 744,94
8	110 568,76	11 056,88	33 170,63
9	112 006,16	11 200,62	33 601,85
10	113 462,24	11 346,22	34 038,67

#### 4.5.1.3. Ingresos por comercialización de compost

En caso la Municipalidad Distrital de Pocollay decida comercializar el compostobtenido a partir de los residuos orgánicos, obtendría un beneficio

potencial comose indica en la tabla a continuación. De igual manera, se considera un potencial efectivo de 10 % y 30 % como base.

**Tabla 39**

<b>Año</b>	<b>Beneficio Potencial (S/)</b>	<b>Potencial Efectivo 10 %</b>	<b>Potencial Efectivo 30 %</b>
	66 008,00	6 600,80	19 802,40
1	66 866,10	6 686,61	20 059,83
2	67 735,36	6 773,54	20 320,61
3	68 615,92	6 861,59	20 584,78
4	69 507,93	6 950,79	20 852,38
5	70 411,53	7 041,15	21 123,46
6	71 326,88	7 132,69	21 398,06
7	72 254,13	7 225,41	21 676,24
8	73 193,43	7 319,34	21 958,03
9	74 144,95	7 414,49	22 243,48
10	75 108,83	7 510,88	22 532,65

*Proyección del beneficio económico potencial (en S/) de la comercialización de compost, y potencial efectivo al 10 % y 30 %*

#### **4.5.2. Inversión**

##### **4.5.2.1. Programa de valorización de residuos**

Para implementar un programa de valorización más automatizado, se requiere personal y equipo necesario para garantizar una operación efectiva,

de manera que los trabajadores tengan condiciones adecuadas y seguras para la manipulación y segregación de los residuos recolectados.

En la Tabla 40, se detalla un presupuesto estimado que comprende los salarios de los trabajadores, los equipos de protección, maquinaria y

PROGRAMA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS					
LOCACIÓN DE SERVICIOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (S/)	PERIODICIDAD	COSTO TOTAL (S/)
<b>Recursos humanos</b>					
Personal que llevará a cargo el plan de sensibilización	servicio	2	1 200,00	mensual	28 800,00
Asistente del plan de valorización	servicio	1	930,00	mensual	11 160,00
Personal de recolección	servicio	6	930,00	mensual	66 960,00
Personal de transporte	servicio	2	930,00	mensual	22 320,00
<b>Tabla 40 Bienes y servicios</b>					
Vestimenta adecuada para la recolección de los residuos (set sólidos capotín)	Uniforme	6	90,00	anual	540,00
Calzado adecuado para la recolección de los residuos	Pares	6	60,00	semestral	720,00
Lentes para protección ocular	Pares	6	20,00	semestral	240,00
Mascarilla simple	Unidades	6	2,00	diaria	4 380,00
Guantes de jebe	Pares	6	8,20	bimestral	295,20
Papel Bond A4 (500U)	Paquete	3	55,00	semestral	330,00
Lapiceros punta fina	Unidades	3	2,80	semestral	16,80
Grapas (5000U)	Caja	2	3,80	anual	7,60
Lápiz simple	Unidades	3	1,50	semestral	9,00
Tinta de impresora simple	Cartucho	2	50,00	semestral	200,00
Contenedores de 1100 l	Unidad	2	1 000,00	única	2 000,00
Prensa empacadora simple	Unidad	1	3 800,00	única	3 800,00
Faja transportadora y accesorios	Unidad	1	3 000,00	única	3 000,00
Combustibles y carburantes lubricantes	Galones	25	20,00	mensual	6 000,00
Gasolina	Galones	22,50	14,50	mensual	3 915,00
Aceite de motor	Galones	1	25,00	anual	25,00
Escoba	Unidades	2	15,00	anual	30,00
Recogedor de plástico	Unidades	2	9,50	anual	19,00
<b>TOTAL</b>					154 767,60

mantenimiento, tomando como base el trabajo de Carlos Vásquez (2018) realizado en Cutervo y considerando los requerimientos locales.

#### **4.5.2.2. Construcción de biodigestor**

Como base para la estimación de materiales y costos de inversión para la implementación de un biodigestor, se consideró el trabajo presentado por el Ing. Fredy Almanza (2011) en el cual construye un modelo tipo chino para las zonas andinas en Cuzco. La inversión que realiza se detalla en la tabla 41.

**Tabla 41**

Costo de inversión (en S/) para la implementación de un biodigestor tipochino

Material	Cantidad	Precio unitario (S/)	Precio total (S/)
Alambrón (kg)	50	3.50	175.00
Cemento (sacos)	30	22.00	660.00
Arena (cubos)	3	50.00	150.00
Piedra (cubos)	1	50.00	50.00
Plástico polietileno (m <sup>2</sup> )	24.5	12.00	294.00
Palos	20	10.00	200.00
Ladrillo mecanizado 12 huecos	700	0.30	210.00
Tubo PVC 6" 5m	1	90.00	90.00
Tubo PVC 1/2" 6m	3	12.00	36.00
Impermeabilizante (baldes)	2	20.00	40.00
Arcilla (kg)	10	1.00	10.00
Poliestireno expandido 3x0.6m (m)	12	5.00	60.00
Equipos	8	50.00	400.00
<b>Subtotal (S/)</b>			<b>2,375.00</b>

Mano de obra	Personas	Costo jornada por persona (S/)	Días	Costo (S/)
Construcción del digestor	2	20.00	24	960.00
Construcción de depósito de carga y descarga	2	20.00	7	280.00
<b>Subtotal (S/)</b>				<b>1,240.00</b>

<b>INVERSIÓN TOTAL (MATERIAL + MANO DE OBRA) (S/)</b>	<b>3,615.00</b>
---	-----------------

Nota. Adaptado de Almanza (2011) <http://hdl.handle.net/20.500.12918/826>

Considerando la cantidad de residuos orgánicos que se recolecten en comparación con la cantidad usada en el trabajo de Almanza, se puede estimar la inversión para un biodigestor del doble de capacidad, para lo cual la inversión sería de S/ 7 235,00.

#### **4.5.3. Balance general**

Para ver la viabilidad económica de la propuesta se analiza la inversión que se hace y los ingresos en los 10 años de proyección. Al primer año se considera dentro del presupuesto la inversión para la faja transportadora y en la construcción de un posible biodigestor, mas para los siguientes años solo se considera la inversión por mantenimiento, implementos y salarios de los trabajadores.

En cuanto a los potenciales ingresos, se consideró dos posibilidades. La primera es que al primer año se tenga una efectividad del 10 %, y la misma vaya aumentando 10 % más por año hasta llegar a 90 % en los últimos años de proyección. La segunda inicia con una efectividad de 30 % al primer año, con un incremento de 10 % anual hasta llegar a 90 % también. No se considera una efectividad al 100 % ya que siempre hay factores externos que influyen y reducen la efectividad.

Asimismo, se hace además un análisis considerando como ingreso el saldode los impuestos municipales del distrito de Pocollay como apoyo económico para el desarrollo de la propuesta.

Como se observa en la Tabla 42, al considerar los ingresos municipales se sustentaría satisfactoriamente la inversión del proyecto desde el primer año. Sin embargo, omitiendo dicho ingreso, la propuesta podría sustentar por sí misma la inversión a partir del séptimo u octavo año, cuando la efectividad de la valorización sea de entre 80 % - 90 %. Cuando se alcance ese punto, la propuesta empieza a mostrar ganancias netas de alrededor de S/20 000.

Tabla 42

Balance económico general con un incremento anual de 10% del beneficio económico potencial (en S/)

Año de Proyecto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión (S/)</b>										
Presupuesto anual para valorización de residuos	-154 767,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60	-145 967,60
Presupuesto para construcción de biodigestor	-7 235,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ingresos (S/)</b>										
Beneficio potencial de residuos inorgánicos (Año 1 al 10 %)	10 101,05	20 464,72	31 096,14	42 000,52	53 183,15	64 649,46	76 404,86	88 455,04	100 805,58	102 115,98
Beneficio potencial de residuos inorgánicos (Año 1 al 30 %)	30 303,14	40 929,44	51 826,90	63 000,78	74 456,41	86 199,28	98 234,82	99 511,92	100 805,58	102 115,98
Beneficio potencial de producción de compost (Año 1 al 10 %)	6 686,61	13 547,08	20 584,77	27 803,16	35 205,75	42 796,14	50 577,87	58 554,72	66 730,41	67 597,92
Beneficio potencial de producción de compost (Año 1 al 30 %)	20 059,83	27 094,15	34 307,95	41 704,74	49 288,05	57 061,52	65 028,69	65 874,06	66 730,41	67 597,92
<b>Saldo de la Municipalidad Distrital de Pocolloy (S/)</b>										
Impuestos municipales	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00	217 621,00
<b>Balance con Año 1 al 10 % (sin ingresos municipales)</b>	-145 214,94	-111 955,80	-94 286,69	-76 163,92	-57 578,70	-38 522,00	-18 984,87	<b>1 042,16</b>	21 568,39	23 746,30
<b>Balance con Año 1 al 10 % (con ingresos municipales)</b>	72 406,06	105 665,20	123 334,31	141 457,08	160 042,30	179 099,00	198 636,13	218 663,16	239 189,39	241 367,30
<b>Balance con Año 1 al 30 % (sin ingresos municipales)</b>	-111 639,63	-77 944,01	-59 832,75	-41 262,08	-22 223,14	-2 706,80	<b>17 295,91</b>	19 418,38	21 568,39	23 746,30
<b>Balance con Año 1 al 30 % (con ingresos municipales)</b>	105 981,37	139 676,99	157 788,25	176 358,92	195 397,86	214 914,20	234 916,91	237 039,38	239 189,39	241 367,30

#### **4.6. Resolución de Hipótesis**

Tras el análisis realizado, se determina como verdadera la hipótesis planteada al principio del estudio pues la misma aseveraba que una propuesta de valorización contribuiría con la sostenibilidad ambiental del distrito de Pocollay, lo cual quedó demostrado en el punto 4.3.

De igual manera, se vio que los residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, influyen de manera significativa en la sostenibilidad ambiental del distrito, ya que su mayor generación tiene un impacto negativo en los indicadores ambientales analizados.

Asimismo, los indicadores ambientales como son la huella hídrica, social, ambiental y de carbono tendieron a modificarse de forma positiva ante la propuesta de valorización, reduciendo los impactos negativos de las mismas significativamente, como lo muestran las tablas 25, 26, 27, 28, 29 y 30.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

En el trabajo presentado por Huamaní y su equipo (2020) se proyectó una generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Juliaca de alrededor de 0,54 kg/hab/día, un valor superior al promedio per cápita de la población general de la Zona Piloto estudiada en la presente investigación (0,46 kg/hab/día) pero que se acerca a la generación estimada por la población de la Zona Media Baja (0,56 kg/hab/día), lo cual se podría explicar por el estrato socioeconómico de la población en cuestión, observándose que se carece de una educación enfocada en la reducción o reutilización de residuos.

Por otro lado, de los residuos generados por la población de Juliaca, Huamaní calculó que principalmente se componía de materia orgánica (42,39 %), y del material inorgánico lo aprovechable era de 29,78%. Sin embargo, aunque del presente estudio se obtuvo que la materia orgánica proveniente de los residuos domiciliarios de la Zona Piloto rondaba en un porcentaje ligeramente menor (39,78 %), la materia inorgánica reaprovechable era más abundante porcentualmente (42,04 % comprendiendo papel y cartón, plásticos PET, latas y vidrio). Esta diferencia puede explicarse en la presencia de zonas rurales en la ciudad de Juliaca, por lo que predominan los residuos orgánicos a comparación de la Zona Piloto, que se encuentra en área urbana.

Sin embargo, en el estudio de Gutiérrez Tito (2016) se obtuvo que la generación per cápita de la población de Salcedo apenas llegaba a 0,35 kg/hab/día, lo cual es semejante a lo que genera la población de la Zona Media (0,39 kg/hab/día). Esta similitud puede estar relacionada al grado de consumo de la población, ya que la Zona Media mostró el promedio más bajo dentro de la población de la Zona Piloto, y al ubicar Gutiérrez Tito su estudio en la población de Salcedo destaca el carácter residencial del centro poblado, donde no se destacapor el comercio y el consumo de la población tampoco es muy alto.

En cuanto a la composición de los residuos, en la investigación de Gutiérrez Tito se observa también predominancia de la materia orgánica (36 %), seguido de los residuos de papel y cartón como el segundo más cuantioso (14 %) por sobre los demás materiales reaprovechables (vidrio en 8 %, botellas de plástico PET 7 % y latas metálicas en 6 %). Esta proporción es similar a la obtenida en el presente estudio, sobretodo en la mayor cantidad en peso de materia orgánica y residuos de papel y cartón (40 % y 22 % respectivamente). La diferencia radica esencialmente en que los residuos de vidrio fueron menos numerosos, pues apenas alcanzan el 3 % del total generado, mientras que las botellas de plástico PET comprenden el 11% de la generación per cápita y las latas el 6 %.

En el trabajo de Vega Sánchez (2019) sobre la huella de carbono de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, al estimar las emisiones provenientes de los residuos generados por la población universitaria obtuvo un total de 16 950,26 kgCO<sub>2</sub>e (incluyendo los reciclables, orgánicos y no aprovechables). Este resultado es cercano a la mitad de la proyección que se obtuvo de las emisiones totales del presente trabajo al aprovechar los residuos inorgánicos (32 542,29 kgCO<sub>2</sub>e). Esta diferencia se explica en que la generación de residuos a nivel domiciliario (por preparación de alimentos, jardinería, entre otros) es considerablemente mayor a lo que genera un centro de estudios universitarios, apesar de acoger alrededor de 25 000 estudiantes.

De la misma forma, en el trabajo realizado por Rivera Jara, sobre la evaluación de qué escenario emitía mayor huella de carbono en el relleno sanitario en el periodo 2015-2018, se refleja las emisiones evitadas anualmente de materiales inorgánicos, lo cual, en el año 2018, se redujo hasta 434 024 kgCO<sub>2</sub>e. Asimismo, las emisiones vertidas a la atmósfera correspondientes a las actividades de valorización orgánica son de 710 390 kgCO<sub>2</sub>e. Este resultado, en comparación con la proyección realizada, muestra que las emisiones evitadas para los residuos orgánicos son de 880,11 kgCO<sub>2</sub>e y para los residuos inorgánicos reaprovechables se tiene una estimación de 3 232,80 kgCO<sub>2</sub>e. Los resultados se alejan puesto que la cantidad de residuos sólidos generados por la población del presente estudio son menores a la cantidad de residuos sólidos obtenidos por la Municipalidad Distrital de Independencia. Sin embargo, es posible evidenciar que existe una

reducción de las emisiones a la atmósfera empleando actividades de valoración de residuos inorgánicos y orgánicos.

## CONCLUSIONES

Se verificó que la generación de residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, tiene un impacto esencialmente indirecto a nivel de la sostenibilidad ambiental. Dicho impacto es observable en las emisiones de carbono. Si bien no es una emisión directa, los residuos generados en la Zona Piloto del distrito de Pocollay pueden generar alrededor de 94 119,45 kgCO<sub>2</sub>e. Asimismo, el impacto ecológico e hídrico está relacionado a los procesos de producción para la obtención de los distintos productos consumidos por la población, así como los efectos derivados de una mala gestión de los residuos.

Al valorizar los residuos sólidos domiciliarios, es posible reducir las huellas de carbono, hídrica, ecológica y social. Con respecto a la huella de carbono, al valorizar los residuos se observa una reducción potencial de hasta la tercera parte (se reduce hasta 32 452,29 kgCO<sub>2</sub>e). En cuanto a la huella hídrica, al valorizar o reutilizar los residuos se reduce el consumo de agua para la producción de algunos materiales, como son papel (con un ahorro potencial de 4 720 843,66 l), envases de vidrio (ahorro potencial de 52 635,47 l) y latas de aluminio (ahorro potencial de 1 870 572,19 l).

Para la huella ecológica, al igual que la hídrica, la influencia se refleja en la producción de materiales como el papel, donde se puede evitar potencialmente hasta 11,24 ha de árboles al utilizar papel reciclado proveniente de los residuos domiciliarios. Por otro lado, el impacto social generado por la valorización de residuos se observa en la generación de trabajo para los recicladores, informales y formales, que al último censo eran 6 182 a nivel nacional.

A partir de la información recabada se presentó una propuesta viable para los siguientes diez años, considerando tanto la recolección de los residuos, su valorización (tanto de inorgánicos como orgánicos), así como un plan de mitigación para sensibilizar a la población y reducir la generación de residuos, promoviendo un consumo responsable. Para su ejecución se requiere del apoyo de la Municipalidad Distrital de Pocollay para la inversión inicial (S/162

002,60) y su compromiso para llevarla a cabo, ya que la propuesta se puede sustentar económicamente a partir de que su potencial efectivo sea del 80%.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pocollay involucrarse activamente en el desarrollo de la propuesta, promoviendo las actividades que se realizan y fomentando buenas prácticas en la población del distrito.

Asimismo, capacitar constantemente a los trabajadores que se encargan de la recolección y valorización de los residuos, para que se obtenga el mayor beneficio potencial en pro del distrito y que la maquinaria que se utiliza sean manejadas correctamente. De esta forma, hacer un control periódico sobre la generación de los residuos sólidos domiciliarios para tener información actualizada de la misma y poder mejorar o modificar las acciones de valorización.

De igual manera, para mejorar la base de datos, se sugiere llevar a cabo estudios sobre la sostenibilidad tras la ejecución de la propuesta, para corroborar con las proyecciones presentadas en el presente trabajo y actualizar la información faltante como puede ser el impacto social a nivel local.

Al Ministerio del Ambiente, se debe reforzar y exigir el cumplimiento de las Metas propuestas para mitigación de los efectos producidos por la mala gestión de los residuos sólidos, impulsando este tipo de programas de valorización de residuos sólidos que en un futuro cercano debe reforzar su funcionamiento con un relleno sanitario para Tacna, que logrará finalmente un crecimiento sostenible para nuestra región.

Finalmente recomendar a la municipalidad que se continúe con los planes de mitigación de la problemática relacionada a los residuos sólidos, empezando con las coordinaciones del programa de valorización de residuos sólidos domésticos y formalización del trabajo de los recicladores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275–1290. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>
- Almanza Mamani, F. (2011). Construcción y evaluación de un biodigestor modelo chino mejorado para zonas andinas. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/826>
- Asociación Región de Murcia Limpia. (s.f.). Reciclar Vidrio, ¿Para qué?. Obtenido de Asociación Región de Murcia Limpia: <https://regiondemurcialimpia.es/fracciones-reciclaje/reciclar-vidrio>
- Bocanegra, K., Gamarra, F., & Tipian, P. (2020). Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempos de COVID – 19. Defensoría Del Pueblo, 1–56. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/Informe-Especial-N°-24-2020-DP.pdf>
- Carrillo Ramirez, L. G., & Saenz Huaman, A. (2020). "Estimación de la huella de carbono de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el distrito de Punta Hermosa, aplicando el modelo WARM, 2019" [Universidad Cesar Vallejo]. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carlos Vásquez, S. E. (2018). Propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales - Cutervo, 2018. Tesis, 130. [https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/174/3/TESIS\\_Carlos\\_Vásquez.pdf](https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/174/3/TESIS_Carlos_Vásquez.pdf)
- Cordova Mamani, N. R. (2015). "Propuesta ambiental para el mejoramiento de la gestión municipal del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pocollay". In Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Decreto Legislativo 1278. Decreto Legislativo que aprueba la ley de Gestión de Residuos Sólidos. 24 de abril de 2017. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>

- Ecocosas. (2012). Cómo hacer un tejado con botellas PET. Obtenido de Ecocosas:  
<https://ecocosas.com/construccion/tejado-con-botellas-pet/>
- Fundación Canal. (2015). La Carta del Agua. Obtenido de Fundación Canal:  
<https://www.fundacioncanal.com/canaleduca/wp-content/uploads/2015/08/Cuestionario-consumo-indirecto-de-Papel.pdf>
- Giraldo, A.; Parra, E.; Parra, J. & Arbelaez J. J. (2017). Huella Hídrica. Obtenido de Issuu: [https://issuu.com/emmanuel584/docs/huella\\_h\\_drica](https://issuu.com/emmanuel584/docs/huella_h_drica)
- Greenpeace México (2020). Huella de carbono: aprende a calcular tu impacto ambiental. Obtenido de Greenpeace México:  
<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9386/huella-de-carbono/#huella-de-carbono>
- Gutiérrez Tito, A. (2016). Gestión municipal y manejo de residuos sólidos domiciliarios del Centro Poblado de Salcedo. Repositorio de la Universidad Privada San Carlos de Puno.  
[http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4388/Anel\\_Veronica\\_GUTIERREZ\\_TITO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4388/Anel_Veronica_GUTIERREZ_TITO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hans-Joachim, J. & Winter, J. (2005). Related titles from WILEY-VCH. In Environmental Biotechnology. Concepts and applications.  
[http://dl4a.org/uploads/pdf/Environmental\\_Biotechnology\\_-\\_Jordening\\_and\\_Winter.pdf](http://dl4a.org/uploads/pdf/Environmental_Biotechnology_-_Jordening_and_Winter.pdf)
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2008). Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources By. Oxford, UK.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9780470696224>
- Huamaní Montesinos, C., Tudela Mamani, J., & Huamaní Peralta, A. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú. Revista de Investigaciones Altoandinas, 22(1), 106-115.  
<https://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.541>
- INEI. (2020). Planos Estratificados por ingreso a nivel de manzanas de las Grandes Ciudades - Según ingreso per cápita del hogar y estratificado regional. Obtenido de INEI:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1747/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1747/libro.pdf)

- Iturbe, A. & Guerrero, E. M. (2014). Una aproximación a la huella ecológica de Malargüe, Argentina. *Revista Estudios Ambientales*, 2(2), 39-57.  
<http://ojs.fch.unicen.edu.ar/index.php/estudios-ambientales/article/download/17/9>
- Machaca, J. D. (2020). Valoración económica ambiental por la mejora de la gestión integral del manejo de residuos sólidos urbano del distrito de Pocollay- Tacna, 2018. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 135.  
[http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3947/247\\_2020\\_machaca\\_mena\\_jd\\_espg\\_maestria\\_gestion\\_ambiental\\_y\\_desarrollo\\_sostenible.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3947/247_2020_machaca_mena_jd_espg_maestria_gestion_ambiental_y_desarrollo_sostenible.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio del ambiente. (2019). Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Obtenido de Ministerio Del Ambiente:  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523790/Gu%C3%ADa\\_para\\_la\\_caracterizaci%C3%B3n\\_rsm-290120201\\_.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523790/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-290120201_.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2022). Gob.pe  
<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/274465-listado-de-empresas-operadoras-de-residuos-solidos-autorizadas-por-el-minam>.
- Ministerio del Ambiente (s.f.). Actividad 2 Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales. Obtenido de Ministerio de Economía y finanzas:  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/migl/municipalidades\\_pmm\\_pi/4\\_ACTIVIDAD2\\_ValORIZACION\\_RRSS\\_Organicos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/municipalidades_pmm_pi/4_ACTIVIDAD2_ValORIZACION_RRSS_Organicos.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). Valorizar los Residuos Sólidos Inorgánicos Municipales (RSIM de TIPO A). 1–62.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/migl/metas/A1\\_PPT\\_ValORIZACION\\_de\\_residuos\\_inorganicos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metas/A1_PPT_ValORIZACION_de_residuos_inorganicos.pdf)
- Ministerio del Medio ambiente (s.f.). Huella de Carbono. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- Ministerio de Economía y finanzas (2021). Guía para el cumplimiento de la Meta 3. Obtenido de Ministerio de Economía y finanzas:

- Montoya Rendón, A. F., Hurtado Valencia, S. H., Sánchez Mesa, A. M., & Vélez González, J. M. (2018). Valoración de los residuos sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como sistema alternativo de aprovechamiento. *Cuaderno Activa*, 10 Edición, 69–76. <http://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/494/665>
- Mora Cervetto, A., & Molina Moreira, M. N. (2017). Diagnóstico Del Manejo De Residuos Sólidos En El Parque Histórico Guayaquil. *La Granja*, 26(2), 84. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.08>
- Municipalidad Provincial de Tacna. (2014). Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos. <https://es.scribd.com/document/251149771/Plan-Integral-Gestion-Ambiental-de-Residuos-Solidos-TACNA-2014>
- Norma Técnica Peruana 900.058. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, 18 de marzo de 2019. <https://www.qhse.com.pe/wp-content/uploads/2019/03/NTP-900.058-2019-Residuos.pdf>
- OEFA. (2014). Fiscalización Ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Informe 2014-2015, 283.
- Organización de los Estados Americanos. (s.f.). Sostenibilidad Ambiental en las Américas (pp. 1–11). Secretaría Ejecutiva para el Desarrollo Integral. [http://www.summit-americas.org/ga09\\_cd/add\\_ini\\_pb\\_env\\_sust\\_sp.pdf](http://www.summit-americas.org/ga09_cd/add_ini_pb_env_sust_sp.pdf)
- Organización Rainer Maria Rilke. (s.f.). Los biodigestores: una tecnología que transforma sus desechos en energía. Obtenido de Organización RMR: <http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/biodigestores-biogas.htm>
- Pais Cruzado, V. L. & Quesquén Gutiérrez, L. M. (2020). Estudio de gestión y caracterización de residuos sólidos en el Mercado Municipal de Jayanca. Repositorio de la Universidad de Lambayeque. <https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/363/3/Pais%20y%20Quesquen%20-%20Tesis%20IA.pdf>
- Parlamento Europeo (2021). Economía circular: definición, importancia y beneficios. Obtenido de Parlamento Europeo: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201>

S TO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios

- Prudencio Cuela, F. (2018). Modelo de gestión sostenible para el manejo de los residuos sólidos de gestión municipal en Huancayo - Junín - Perú. Revista Gaceta Científica, 4(2). 28-32.  
<http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/gacien/article/view/380/350>
- Publimetro. (2017). ¿Sabes lo útil que puede ser la basura que tiramos? Obtenido De Publimetro: <https://www.publimetro.pe/actualidad/2017/08/22/sabeslo-util-que-puede-basura-que-tiramos-63961-noticia/>
- Quiroga Martínez, R. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Naciones Unidas.  
[https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/8\\_manual-61-cepal\\_formatoserie\\_color.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/8_manual-61-cepal_formatoserie_color.pdf)
- RD San Juan. (20 de 01 de 2016). San Juan. Obtenido de rdsanjuan.com: <https://www.rdsanjuan.com/conoces-cuales-son-los-residuos-inorganicos/>
- Red Mexicana de Bioenergía. (s.f.). Biogás. <https://rembio.org.mx/biogas/>
- Rivera Jara, G. K. (2021). Evaluación de la huella de carbono de la planta de tratamiento de residuos sólidos y el relleno sanitario de Póngor, distrito de Independencia, Huaraz, Ancash periodo 2015-2018 (Vol. 4, Issue 1). Santiago Antúnez de Mayolo.
- Rodríguez, I. (2010). Latas de reúso, ahorro de agua y energía. Obtenido de Expansión MX: <https://expansion.mx/manufactura/2010/09/24/latas-recicladas-ahorran-agua-y-energia>
- Rojas Vilcahuamán, D. L. (2020). Propuesta de una planta de tratamiento para mejorar la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019. 158.  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8246/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Rojas\\_Vilcahuaman\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8246/1/IV_FIN_107_TE_Rojas_Vilcahuaman_2020.pdf)
- Secretaría de Gobierno Digital. (2022). Municipal Distrital de Pocollay. Obtenido de

Portal de Transparencia:  
[https://www.transparencia.gob.pe/reportes\\_directos/pte\\_transparencia\\_info\\_finan.aspx?id\\_entidad=11740&id\\_tema=19&ver=](https://www.transparencia.gob.pe/reportes_directos/pte_transparencia_info_finan.aspx?id_entidad=11740&id_tema=19&ver=)

Segura, Á., Rojas, L., & Pulido, Y. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41(17), 1–9. <http://es.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

Seminario Borrero, H. (2018). Propuesta ambiental de un sistema de gestión integral de los residuos sólidos municipales del distrito de Máncora. Repositorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad César Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28594/Seminario\\_BHP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28594/Seminario_BHP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tacna, M. P. De. (2004). Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos.

Therburg, A., D 'Inca, V., & López, M. (2005). Modelo de indicadores ambientales. Observatorio ambiental. *Revista Proyección*, 1, 1–17. <http://bdigital.uncu.edu.ar>

Tovar, C., Borella, I., & Moreno, M. (s.f.). Midiendo la Huella Social de las empresas (ONGWA). <https://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2015/01/HS2-OK.pdf>

Vega Sánchez, D. R. (2019). Estimación de la huella de carbono y de la huella hídrica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga en el año 2018. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8442>

Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. In *Tabula Rasa* (Issue 28). <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

## ANEXOS

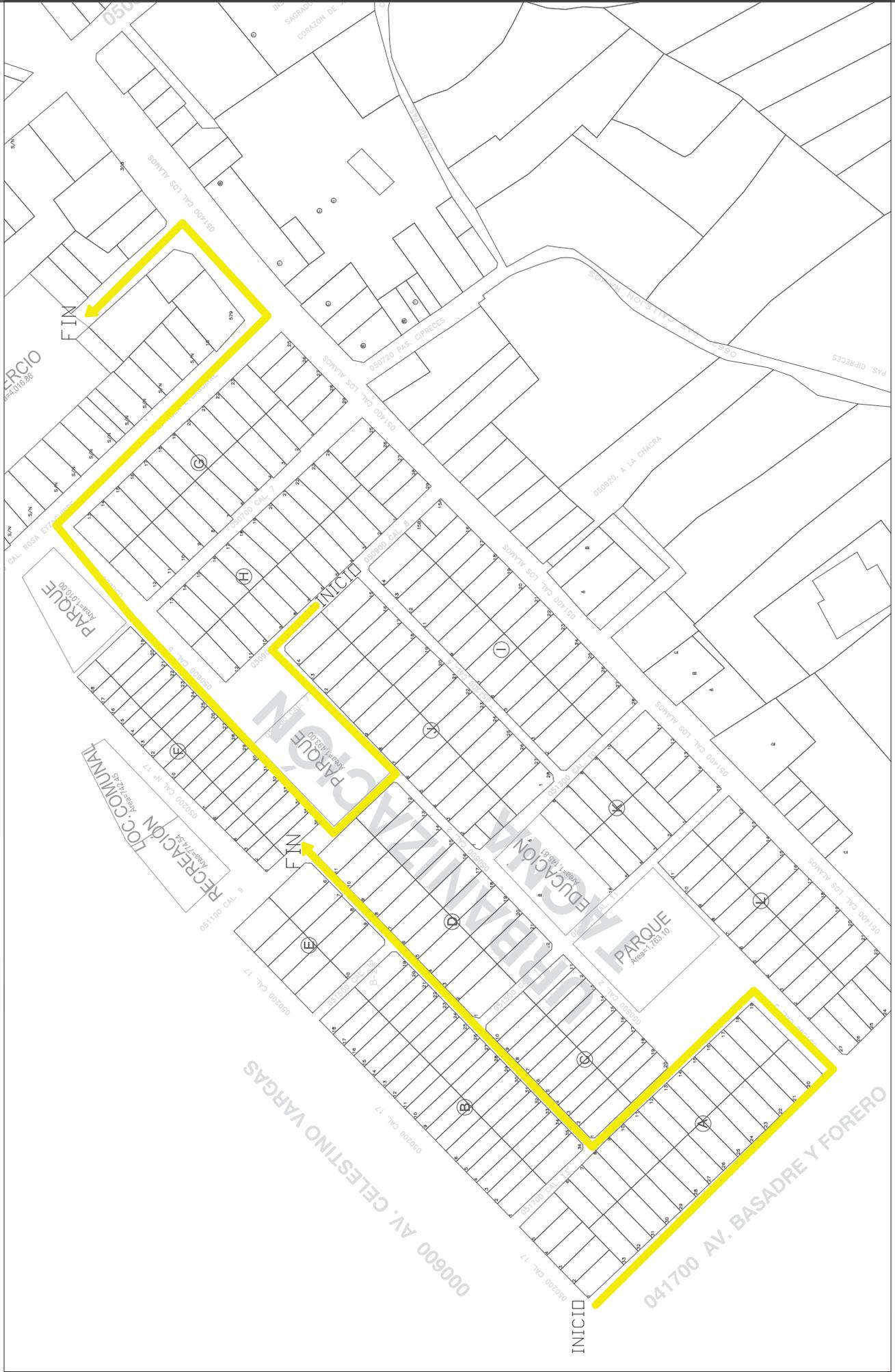
## Anexo 1

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO PROBABLE: Propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales, para la sostenibilidad ambiental en el Distrito de Pocollay, 2021					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Será posible realizar una propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales para la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021?	<b>Objetivo general</b> Implementar una propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales para la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021.	<b>Hipótesis General</b> La propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales permitirá contribuir a la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021.	<b>Variable Independiente:</b> - Programa de valorización de residuos sólidos municipales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad per cápita de residuos sólidos inorgánicos</li> <li>- Cantidad per cápita de residuos sólidos orgánicos</li> <li>- Cantidad de habitantes del distrito de Pocollay</li> <li>- Precio unitario de los materiales reciclables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de la información disponible sobre la recolección de residuos sólidos municipales.</li> <li>• Encuestas y caracterización de residuos para complementar la información y analizar los datos obtenidos.</li> <li>• Elaborar una proyección</li> </ul>

<p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿En qué medida las dimensiones: los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, influyen en la sostenibilidad ambiental del distrito de Pocollay?</li> <li>- ¿En qué medida la huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica y huella social tienden a modificarse por efectos de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pocollay, 2021?</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar en qué medida las dimensiones: residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, influyen en la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay.</li> <li>• Evaluar en qué medida la huella ecológica, huella del carbono, huella hídrica y huella social tienden a modificarse por efectos de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pocollay, 2021</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las dimensiones: residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, influyen significativamente en la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay.</li> <li>- La huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica y huella social tienden a modificarse positivamente por efectos de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pocollay, 2021</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sostenibilidad ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huella hídrica</li> <li>- Huella social</li> <li>- Huella de carbono</li> <li>- Huella ecológica</li> </ul>	<p>de los residuos generados de acuerdo a la proporción generada y al aumento poblacional hasta dentro de 10 años.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las alternativas de propuesta y estimar los beneficios que se pueden obtener.</li> </ul>
---	--	---	--	--	---

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES-RUTA ESTRATO MEDIO ALTO**  
 ESCALA 1:3



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS: PROPOSTA DE UN PROGRAMA DE ALIACION DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE POCOLLAY, 2021

DISTRITO: POCOLLAY  
 REGION: TACNA  
 PROYECTO: TACNA

PLANO DE RUTAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES SEGÚN ESTRATO

ALUMNO:  
 Bach. Benigno Bolognini Piro  
 Jhonatan  
 Edwin Benavente, Ximena  
 Valeria

01

Simbolo	Descripción
↑	Ruta N° 1
INICIO	Inicio de Ruta N° 1
FIN	Fin de Ruta N° 1
000 mm	Escala
1:30 mm	Proporción
DN Lurdes	Fecha de Modificación

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE SÓLIDOS MUNICIPALES-RUTA ESTRATO BAJO**

ESCALA 1:3



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

1008 PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO PARA LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DEL DISTRITO DE FOCOLLAJ, 2021

UBIERTO: FOCOLLAJ  
PROVINCIA: TACNA  
REGION: TACNA

TÍTULO:  
**PLANO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES SEGÚN ESTRATO**

AUTOR:  
Bach. Germán José Piñero  
Bach. Juan Carlos  
Bach. Ramiro Zamora, Ximena  
Yuliana

ESCALA:  
PROYECTADA  
FECHA:  
2021

ESTRATO	
Substrato	Descripción
INICIO	Ruta N° 2
FIN	Fin de Ruta N° 2
Inicio	8:00 am
Terminación	11:30 am
Elaborado	Día Meses

**02**



**040200 AV. CAPANIQUE**

INICID

FIN

RECREACIÓN  
Área=1,330.30

ASOCIACION DE VIVIENDA  
"VILLA EL SALVADOR"

040800 (C+6) S CIPRECES

S ACACIAS

040900 CAL LOS DAMASCOS

040400 CAL LOS SAUCES

041300 CAL LOS OLIVOS

040800 CAL LOS CIPRECES

041200 CAL LAS ACACIAS

041110 CAL N° 05

01315 Z.L.

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE SÓLIDOS MUNICIPALES-RUTA ESTRATO ALTO**

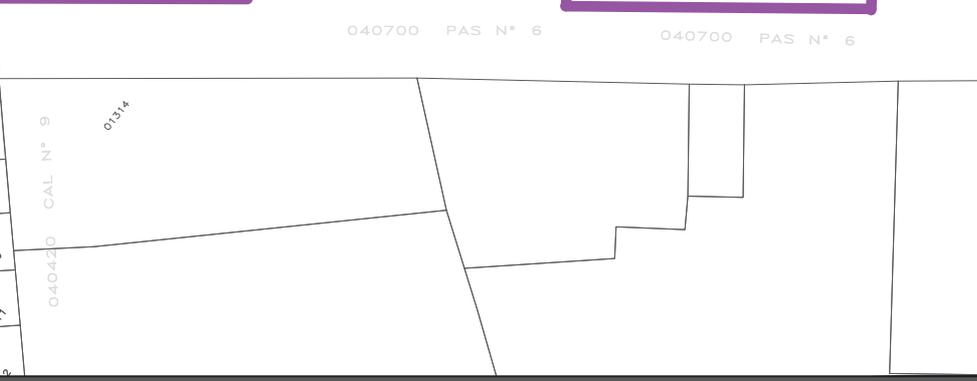
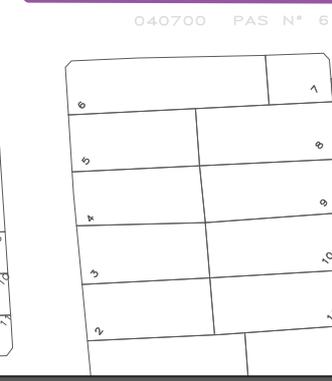
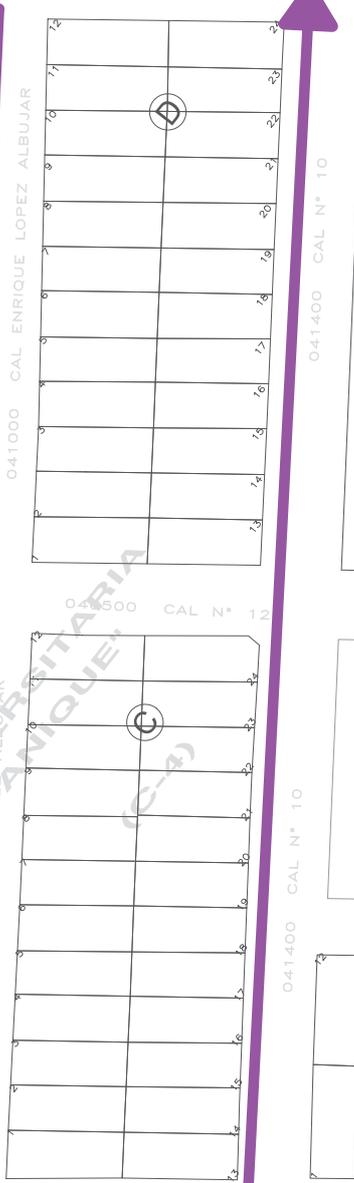
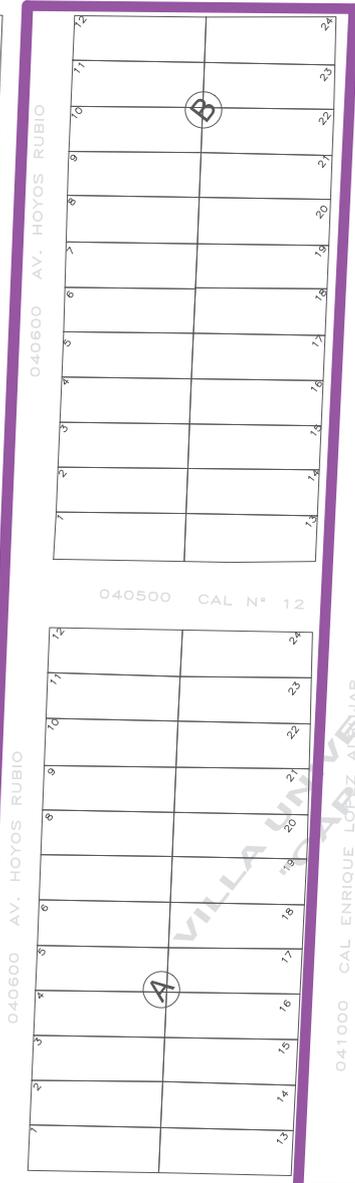
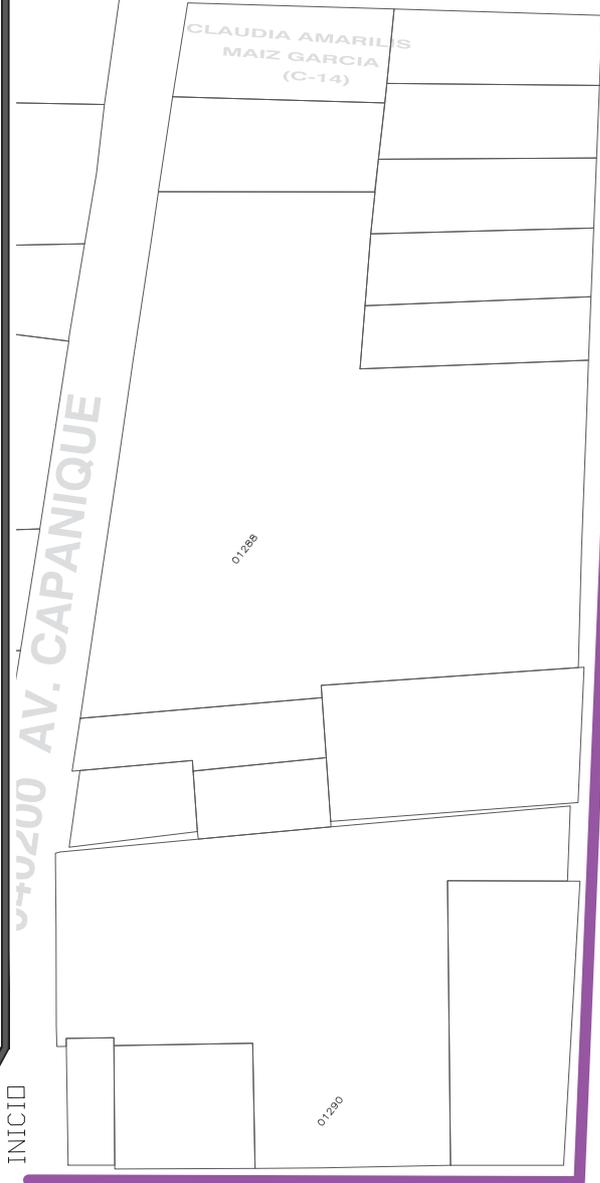
ESCALA 1:3

INICIO

040200 AV. CAPANIQUE

040200 AV. CAPANIQUE

002200 AV. JORGE BASADRE G. ESTE



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS: PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE VALORIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA SU USO EN EL DISTRITO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE POCOLLAY, 2021

DISTRITO: POCOLLAY  
PROVINCIA: TACNA  
REGION: TACNA

ELABORÓ:  
**PLANO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES SEGUNESTRATO**

ALFOS:  
Bach. Romariguin Bayona Pino  
Jorge  
Jorge  
Bach. Romariguin Bayona Pino  
Valencia

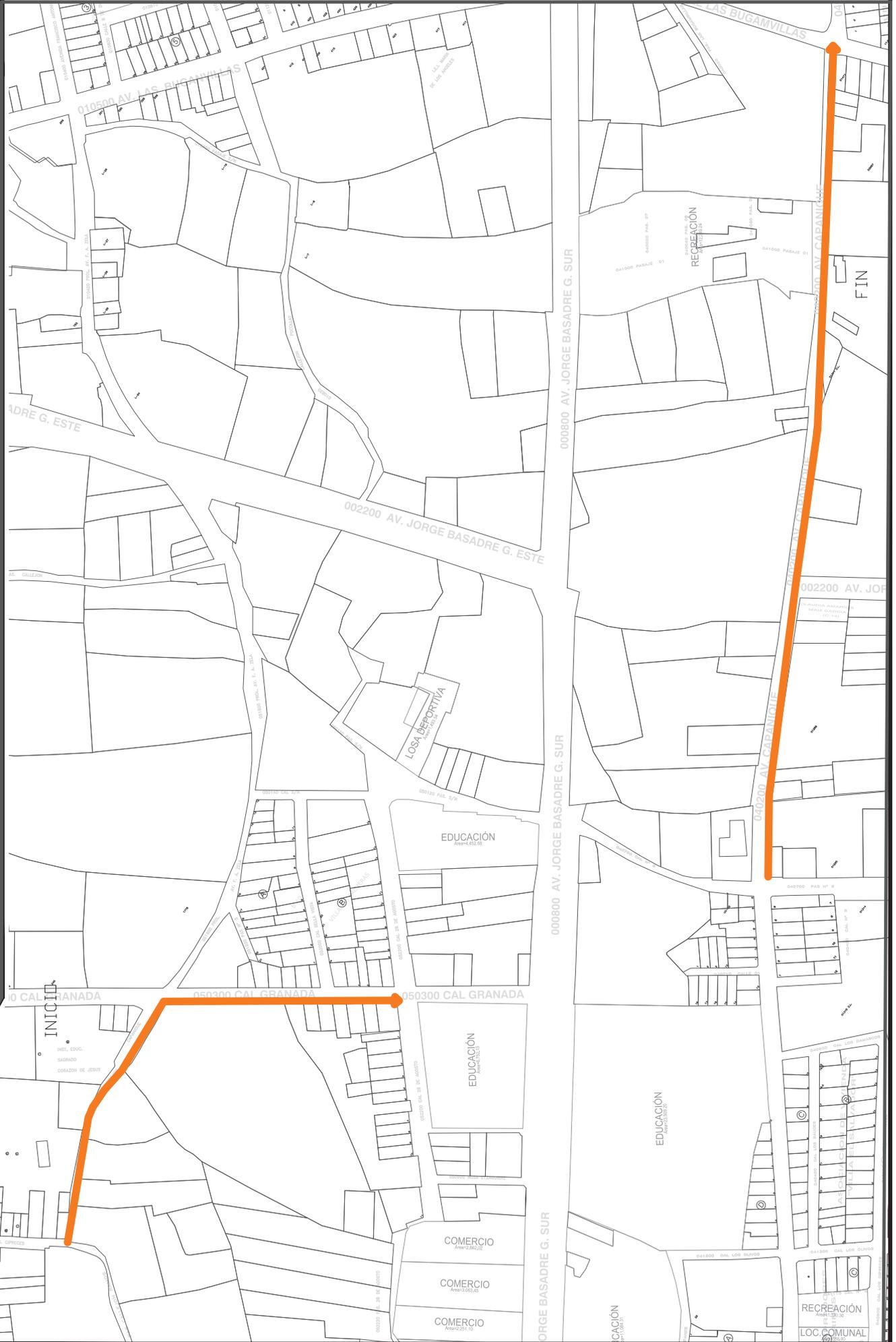
ESCALA:  
INICIAL:  
FECHA:  
2021

Simbolo	Descripción
↑	Ruta N° 3
○	Inicio de Ruta N° 3
○	Fin de Ruta N° 3
○	Inicio de Ruta N° 3
○	Fin de Ruta N° 3
○	Inicio de Ruta N° 3
○	Fin de Ruta N° 3
○	Inicio de Ruta N° 3
○	Fin de Ruta N° 3

03

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE SÓLIDOS MUNICIPALES-RUTA ESTRATO MEDIO**

ESCALA 1:3



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO: PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE POPOOLAY, 2021

DISTRITO: POPOOLAY  
PROVINCIA: TACNA  
REGION: TACNA

(R. 40)  
**PLANO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES SEGÚN ESTRATO**

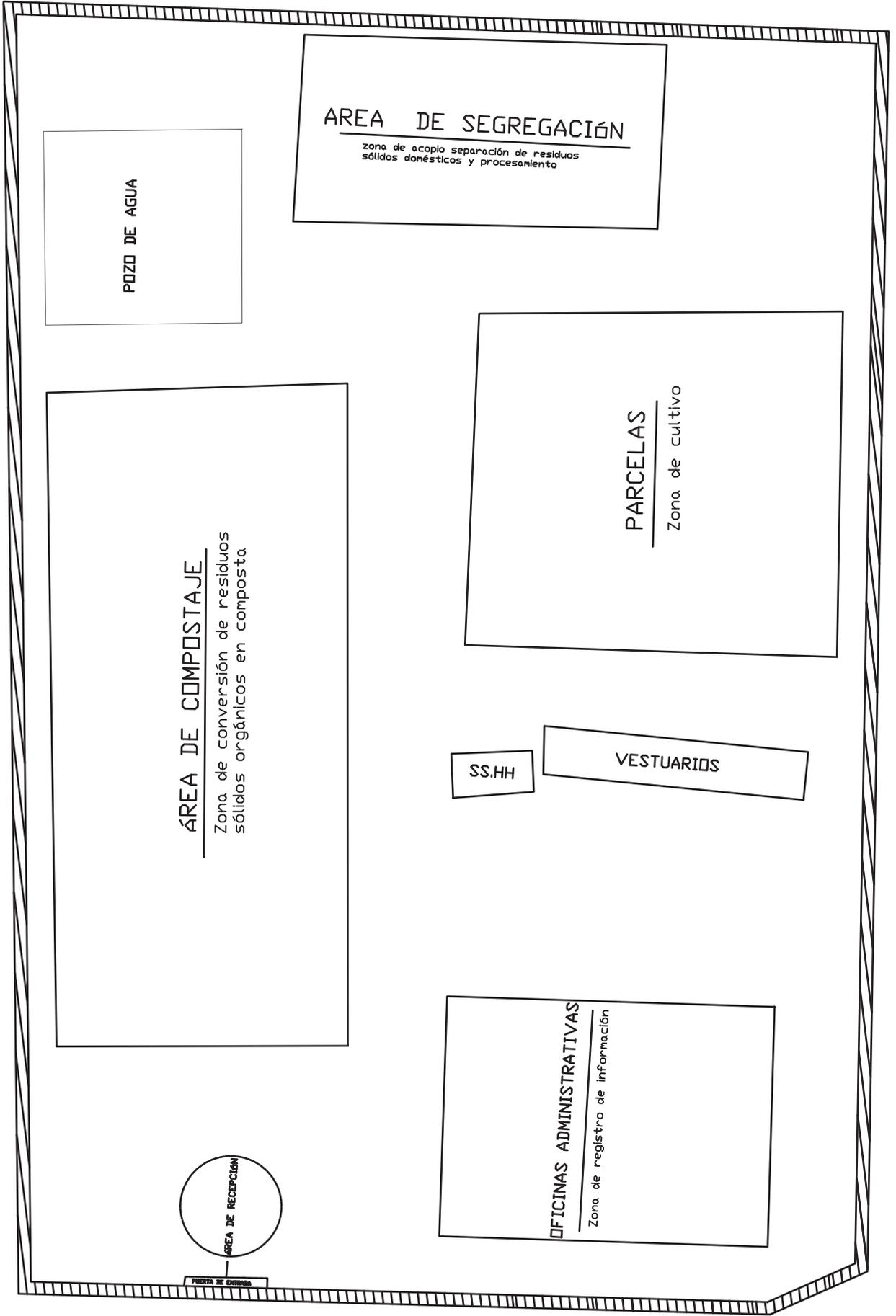
ALTO:  
Barr. Longueta Barcoya, Puro  
Jorano  
Barr. Nuevo Horizonte  
Vallejo

ESCALA: 1:3  
FECHA: 2021  
**04**

Símbolo	Descripción
↑	Ruta N° 4
○	Inicio de Ruta N° 4
○	Fin de Ruta N° 4
□	Estrato de recolección 1:20 km
□	Fecha de Recolección
□	Día, Jueves

**PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL PROGRAMA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

ESCALA 1:3



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ES PROPIEDAD DE UN  
 PROGRAMA DE  
 VALORIZACIÓN DE RESIDUOS  
 SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA  
 LA SOSTENIBILIDAD  
 AMBIENTAL DEL DISTRITO  
 DE POCOLAY, 2021

DISTRITO: POCOLAY  
 PROVINCIA: TACNA  
 REGION: TACNA

PLANO DE  
 DISTRIBUCIÓN DE  
 LAS ÁREAS DE  
 VALORIZACIÓN DE  
 RESIDUOS SÓLIDOS  
 MUNICIPALES

AUTORES:  
 Edwin Espinoza Rodríguez, Pinedo  
 Jonathan Arce  
 Bryan Rosales  
 Yessica Valdivia

FECHA:  
 05/05/2021

CALCULO DE RESPONSABILIDADES

NO.	AREA	RESPONSABLE
01	RECEPCION	EDWIN ESPINOZA
02	COMPOSTAJE	JONATHAN ARCE
03	SEGREGACION	YESSICA VALDIVIA
04	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	EDWIN ESPINOZA
05	VESTUARIOS	EDWIN ESPINOZA
06	SS.HH	EDWIN ESPINOZA
07	POZO DE AGUA	EDWIN ESPINOZA
08	PARCELAS	EDWIN ESPINOZA
09	AREA DE SEGREGACION	EDWIN ESPINOZA

**Anexo 7**

*Reuniones con el gerente de medio ambiente de la municipalidad de Pocollay*



Anexo 8

Panfleto de información entregado a los participantes

**Propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales, para la sostenibilidad ambiental en el Distrito de Pocollay, 2021**



Reúne tus residuos de la semana en la bolsa que te entregamos

El día que se te indique estaremos pasando a recoger la bolsa llena y a entregarte una nueva

Esta recolección se dará durante unas semanas, para obtener la información adecuada para nuestro estudio



**¡MUCHAS GRACIAS POR SU APOYO!**

**Residuos que debes poner en la bolsa**

- Papel y cartón
- Latas
- Restos de jardín
- Plásticos
- Restos de comida

**Residuos que debes **NO** poner en la bolsa**

- Papeles de baño
- Pañales
- Curitas o gases
- Restos contaminados

**Anexo 9**

*Incentivos para apoyo al estudio de caracterización*

**Anexo 10**

*Entrega de panfletos y comunicando a los participantes sobre el estudio de caracterización*



**Anexo 11**

*Codificación de casas participantes del estudio de caracterización*

**Anexo 12**

*Recojo de bolsas codificadas en las diferentes zonas participantes*







**Anexo 13***Pesaje de las muestras recogidas*

**Anexo 14**

*Proceso de medición de la densidad*

**Anexo 15**

*Determinación de la composición de los residuos sólidos*

