

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD NATIVA EL NARANJAL,  
DISTRITO TOURNAVISTA, PROVINCIA PUERTO INCA,  
HUÁNUCO”**

Presentada por:

**VALERY MILAGROS JUNES HUASHUAYO**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

Lima- Perú

**2023**

---

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presenta investigación  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

## Document Information

Analyzed document	Tesis_Valery Junes-Versión final 18may2023.pdf (D167475929)
Submitted	2023-05-19 04:12:00
Submitted by	ARMANDO JAVIER ARAMAYO BAZZETTI
Submitter email	ajaramayob@lamolina.edu.pe
Similarity	18%
Analysis address	ajaramayob.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>TESIS FIA - DIEGO MÍBEL CORREA CORREA (1) (1).docx</b> Document TESIS FIA - DIEGO MÍBEL CORREA CORREA (1) (1).docx (D34745928)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS FIA - DIEGO MÍBEL CORREA CORREA (1) (1).docx</b> Document TESIS FIA - DIEGO MÍBEL CORREA CORREA (1) (1).docx (D31933229)		10
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf">https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf</a> Fetched: 2023-05-19 04:12:00		16
<b>SA</b>	<b>EvaluaciónFinal_TALLERTESIS2_RosadoAliagaKaterinJulissa.docx</b> Document EvaluaciónFinal_TALLERTESIS2_RosadoAliagaKaterinJulissa.docx (D110324534)		13
<b>SA</b>	<b>EF_TALLER DE TESIS 2_GONZALES APARICIO ELIAN EDUARDO_.docx</b> Document EF_TALLER DE TESIS 2_GONZALES APARICIO ELIAN EDUARDO_.docx (D151963042)		13
<b>SA</b>	<b>Cabanillas_M_TESIS.docx</b> Document Cabanillas_M_TESIS.docx (D110362769)		7
<b>SA</b>	<b>1A_RUIZ_GOMEZ_CECILIA_HAYDEE_TITULOPROFESIONAL_2019.docx</b> Document 1A_RUIZ_GOMEZ_CECILIA_HAYDEE_TITULOPROFESIONAL_2019.docx (D48957834)		11
<b>SA</b>	<b>ALVARADO ROJAS MIRTHA.pdf</b> Document ALVARADO ROJAS MIRTHA.pdf (D118966788)		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523783/Guia_Plan_distrital_manejo_rsm-29012020__1_.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523783/Guia_Plan_distrital_manejo_rsm-29012020__1_.pdf</a> Fetched: 2023-05-19 04:13:00		71
<b>SA</b>	<b>Zarate_Damian_Leslie_Alina_Titulo_Profesional_2016.pdf</b> Document Zarate_Damian_Leslie_Alina_Titulo_Profesional_2016.pdf (D27115907)		6
<b>SA</b>	<b>2A - Noriega Rivera, Luis Nicanor - Titulo Profesional - 2023.docx</b> Document 2A - Noriega Rivera, Luis Nicanor - Titulo Profesional - 2023.docx (D159269831)		3
<b>SA</b>	<b>TESIS_CAHT 11.11.2022.pdf</b> Document TESIS_CAHT 11.11.2022.pdf (D149653972)		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf">https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf</a> Fetched: 2023-05-19 04:13:00		7

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD NATIVA EL NARANJAL,  
DISTRITO TOURNAVISTA, PROVINCIA PUERTO INCA,  
HUÁNUCO”**

Presentada por:

**VALERY MILAGROS JUNES HUASHUAYO**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Ph.D. Lizardo Visitación Figueroa  
PRESIDENTE

---

Ph.D. Clara Gabina Figueroa Cornejo  
MIEMBRO

---

Mg. Sc. Miguel Angel Quevedo Beltran  
MIEMBRO

---

Mg. Sc. Armando Javier Aramayo Bazzetti  
ASESOR

## **LISTADO DE ABREVIATURAS**

**RSM:** Residuos sólidos municipales

**RSD:** Residuos sólidos domiciliarios

**SIGERSOL:** Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos

**GPC:** Generación per cápita

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mi familia, en especial a mi madre Gregoria Huashuayo Misagel y mi padre Santos Junes Pariona, por siempre alentarme y acompañarme en mis proyectos personales y profesionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por acogerme durante mis años de estudios profesionales, un eterno cariño a esta casa de estudios.

Al profesor Armando Aramayo Bazzetti y a los miembros del jurado de tesis, por brindarme el asesoramiento y las facilidades en el desarrollo y culminación de la presente.

A Dalia, mi compañera de vida, por apoyarme en la fase de campo de la presente tesis y acompañarme en cada reto al cual nos enfrente la vida.

A Gianella, Maryori, Melissa, Estefany, Marycielo y Dayanna por ofrecerme su amistad incondicionalmente.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo General:.....	3
1.2 Objetivos Específicos: .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Residuos Sólidos .....	4
2.2 Residuos Municipales .....	4
2.3 Residuos sólidos domiciliarios.....	4
2.4 Residuos sólidos no domiciliarios.....	4
2.5 Gestión de Residuos Sólidos.....	5
2.6 Manejo de residuos sólidos .....	5
2.7 Plan de Manejo de Residuos Sólidos .....	5
2.8 Generación de residuos sólidos.....	6
2.9 Caracterización de Residuos Sólidos .....	6
2.10 Segregación .....	6
2.11 Almacenamiento .....	6
2.12 Barrido.....	6
2.13 Recolección .....	7
2.14 Transporte .....	7
2.15 Valorización .....	7
2.16 Transferencia.....	7
2.17 Tratamiento .....	7
2.18 Disposición Final .....	8
2.19 Botadero .....	8
2.20 Análisis de Varianza .....	8
2.21 Anova de un factor .....	9
2.22 Método de Tukey .....	9
2.23 Redes neuronales artificiales.....	10

2.24 Marco legal.....	10
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1 Diseño de la investigación .....	15
3.2 Variables de la investigación .....	15
3.3 Ubicación del Proyecto .....	15
3.4 Etapas del Proyecto .....	16
3.4.1 Etapa de Planificación.....	16
3.4.2 Etapa de gabinete .....	17
3.4.2.1 Aspectos geográficos y políticos .....	17
3.4.2.2 Aspectos climatológicos .....	17
3.4.2.3 Contexto ambiental general .....	17
3.4.3 Etapa de organización local.....	18
3.4.4 Etapa de campo .....	18
3.4.4.1 Estudio de Caracterización de residuos sólidos.....	18
3.4.4.2 Recopilación de información complementaria .....	23
3.4.5 Etapa de análisis de resultados .....	25
3.4.5.1 Análisis de Estudio de Caracterización .....	25
3.4.5.2 Análisis de la información recolectada en campo .....	26
3.4.6 Elaboración del Plan de Manejo de residuos sólidos municipales.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
4.1 Información del contexto .....	29
4.1.1 Actores sociales.....	29
4.1.2 Aspectos generales .....	30
4.1.3 Aspectos ambientales .....	32
4.1.3.1 Clima.....	32
4.1.3.2 Aspectos físicos –geográficos.....	34
4.1.3.3 Unidades hidrográficas .....	35
4.1.3.4 Pendientes .....	37
4.1.3.5 Unidades fisiográficas.....	38
4.1.3.6 Geomorfología .....	38
4.1.3.7 Hidrogeología .....	39
4.1.3.8 Geología.....	39

4.1.3.9	Clasificación de suelos.....	39
4.1.3.10	Zonas de Vida .....	40
4.1.3.11	Cobertura vegetal .....	40
4.1.3.12	Capacidad de uso mayor del suelo.....	41
4.1.3.13	Uso actual del suelo .....	42
4.1.3.14	Medio Biológico .....	42
4.1.3.15	Áreas Naturales Protegidas .....	43
4.1.4	Aspectos socioeconómicos.....	44
4.1.4.1	Estructura de la población.....	44
4.1.4.2	Características de la vivienda .....	45
4.1.4.3	Servicios Básicos .....	47
4.1.4.4	Servicios y medios de transporte .....	50
4.1.4.5	Tipo de combustible para cocinar .....	51
4.1.4.6	Material de construcción.....	52
4.1.4.7	Aspectos económicos.....	53
4.1.5	Aspectos sociales.....	54
4.1.5.1	Pobreza.....	54
4.1.5.2	PEA.....	54
4.1.5.3	Autoidentificación étnica .....	56
4.1.6	Aspectos de salud .....	59
4.1.7	Aspectos educativos .....	60
4.1.7.1	Educación ambiental.....	63
4.1.8	Riesgos naturales.....	63
4.2	Situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Comunidad El Naranjal.....	63
4.2.1	Marco legal local, provincial, regional y nacional .....	64
4.2.2	Aspectos técnico-operativos.....	64
4.2.2.1	Registros de campo .....	65
4.2.2.2	Validación de GPC Domiciliaria .....	76
4.2.2.3	Análisis estadístico de caracterización.....	78
4.2.2.4	Generación y composición de residuos sólidos .....	91
4.2.2.5	Almacenamiento de residuos .....	102
4.2.2.6	Servicio de barrido.....	108
4.2.2.7	Servicio de recolección y transporte de residuos sólidos .....	116

4.2.2.8	Proyección de demanda de servicio de limpieza pública.....	125
4.2.2.9	Proyección de demanda de transporte.....	131
4.2.2.10	Servicio de recuperación y tratamiento de residuos sólidos .....	132
4.2.2.11	Transferencia de residuos sólidos .....	148
4.2.2.12	Servicio de disposición final y reciclaje .....	148
4.2.2.13	Análisis de la Oferta .....	161
4.2.2.14	Balance oferta- demanda.....	164
4.2.3	Aspectos administrativos, económicos y financieros.....	167
4.2.3.1	La organización del servicio .....	167
4.2.3.2	Del personal .....	167
4.2.3.3	Financiamiento.....	168
4.2.4	Análisis de situación actual en la comunidad El Naranjal .....	173
4.3	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	175
4.3.1	Objetivo General .....	175
4.3.2	Visión del Plan .....	175
4.3.3	Líneas de acción y metas.....	176
4.3.4	Estrategias .....	180
4.3.5	Plan de Acción .....	182
4.3.6	Mecanismos de ejecución.....	193
4.3.7	Monitoreo y evaluación.....	199
V.	CONCLUSIONES .....	206
VI.	RECOMENDACIONES .....	208
VII.	BIBLIOGRAFÍA .....	209
VIII.	ANEXOS .....	215

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del Colegio .....	16
Tabla 2: Tamaño de muestra finita .....	19
Tabla 3: Indicadores de los servicios.....	26
Tabla 4: Matriz de Actores Sociales.....	29
Tabla 5: Población censal del departamento de Huánuco .....	30
Tabla 6: Población total proyectada al 30 de junio de cada año del distrito de Tournavista .....	31
Tabla 7: Población de la comunidad El Naranjal .....	31
Tabla 8: Variables meteorológicas de Estación Tournavista de 1964-2016 .....	32
Tabla 9: Precipitación media mensual y anual de subcuenca Ayamira.....	33
Tabla 10: Ubicación de la Cuenca Pachitea .....	36
Tabla 11: Unidades hidrográficas de la Cuenca Pachitea.....	36
Tabla 12: Características de Subcuenca Ayamira .....	37
Tabla 13: Población censada en viviendas particulares por sexo y edad en el distrito Tournavista .....	44
Tabla 14: Población censada en viviendas particulares por grupos de edad y tipo de vivienda en el distrito Tournavista.....	45
Tabla 15: Viviendas particulares y población por área y tipo de vivienda en el Distrito Tournavista .....	45
Tabla 16: Población por área y tipo de vivienda colectiva en el Distrito Tournavista.....	46
Tabla 17: Viviendas particulares por condición de ocupación de la vivienda en el Distrito Tournavista .....	46
Tabla 18: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por procedencia del agua en el Distrito Tournavista.....	47

Tabla 19: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por disponibilidad del servicio de agua por Red Pública en el Distrito Tournavista .....	47
Tabla 20: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por número de días que disponen del servicio de agua, en el Distrito Tournavista .....	48
Tabla 21: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por número de horas al día de servicio de agua en el Distrito Tournavista .....	48
Tabla 22: Viviendas particulares con ocupantes presentes por disponibilidad de servicio higiénico en el Distrito Tournavista .....	49
Tabla 23: Viviendas particulares con ocupantes presentes por disponibilidad de alumbrado eléctrico en el Distrito Tournavista.....	50
Tabla 24: Viviendas particulares con ocupantes presentes por disponibilidad de alumbrado eléctrico y tipo de procedencia del agua en el Distrito Tournavista .....	50
Tabla 25: Hogares con ocupantes presentes por tipo de servicios y medios de transporte en el Distrito Tournavista.....	51
Tabla 26: Hogares con ocupantes presentes por tipo de combustible que utilizan para cocinar alimentos en el Distrito Tournavista .....	51
Tabla 27: Viviendas particulares con ocupantes presentes por material de construcción predominante en las paredes exteriores en el Distrito Tournavista .....	52
Tabla 28: Viviendas particulares con ocupantes presentes por material de construcción predominante en los techos en el Distrito Tournavista .....	52
Tabla 29: Viviendas particulares con ocupantes presentes por material de construcción predominante en los pisos en el Distrito Tournavista.....	53
Tabla 30: Población censada en edad a trabajar por grupos de edad en el distrito Tournavista según condición de actividad económica.....	54
Tabla 31: Población censada en edad de trabajar por nivel educativo alcanzado en el distrito Tournavista .....	55

Tabla 32: Población censada en edad de trabajar por condición de alfabetismo en el distrito Tournavista .....	55
Tabla 33: Población censada en edad de trabajar por autoidentificación étnica en el distrito Tournavista .....	56
Tabla 34: Autoidentificación étnica de población censada por grupos de edad en el distrito Tournavista .....	56
Tabla 35: Población censada por autoidentificación étnica y condición de alfabetismo en el distrito Tournavista .....	57
Tabla 36: Población censada de 12 y más años de edad por autoidentificación étnica y asistencia a una institución educativa en el distrito Tournavista .....	58
Tabla 37: Población censada por afiliación a algún tipo de seguro y grupos de edad en el Distrito Tournavista.....	59
Tabla 38: Población censada de 3 y más años de edad por grupos de edad y nivel educativo en el distrito Tournavista.....	60
Tabla 39: Población censada de 3 y más años de edad por grupos de edad y condición de alfabetismo en el distrito Tournavista .....	61
Tabla 40: Población censada de 3 y más años de edad por grupos de edad y asistencia a una institución educativa en el distrito Tournavista.....	62
Tabla 41: Número de alumnos y sexo en nivel primario de Colegio El Naranjal.....	62
Tabla 42: Grado de erosión en la cuenca Ayamira.....	63
Tabla 43: Registro de pesaje de residuos domiciliarios por vivienda en kilogramos.....	66
Tabla 44: Registro de composición de residuos domiciliarios en kilogramos .....	69
Tabla 45: Registro de determinación de densidad por día de caracterización.....	73
Tabla 46: Generación per cápita (GPC) validada por vivienda.....	77
Tabla 47: Descripción de diagrama de caja de GPC por día de caracterización.....	80
Tabla 48: Descripción de diagrama de caja de Composición por fuente de generación.....	82
Tabla 49: Hipótesis de la prueba ANOVA.....	82
Tabla 50: Resultados de análisis de varianza de GPC.....	83

Tabla 51: Valor F y de probabilidad.....	84
Tabla 52: Hipótesis de la prueba ANOVA.....	84
Tabla 53: Resultados de análisis de varianza de Densidad .....	85
Tabla 54: Valor F y de probabilidad.....	85
Tabla 55: Condición de análisis de varianza .....	86
Tabla 56: Resultados de análisis de varianza de composición .....	86
Tabla 57: Valor F y de probabilidad.....	86
Tabla 58: Cálculo de HSD para la GPC .....	87
Tabla 59: Diferencia entre medias aritméticas de la GPC por día de caracterización.....	88
Tabla 60: Cálculo de HSD para la densidad.....	89
Tabla 61: Diferencia entre medias aritméticas de la densidad por día de caracterización .....	89
Tabla 62: Cálculo de HSD de composición .....	90
Tabla 63: Diferencia entre medias aritméticas de composición por fuente de generación .....	90
Tabla 64: Generación de residuos en el departamento de Huánuco.....	91
Tabla 65: Hogares que disponen adecuadamente sus residuos en el departamento de Huánuco .....	91
Tabla 66: Composición de residuos sólidos domiciliarios .....	92
Tabla 67: Composición y generación per cápita de colegio.....	95
Tabla 68: Composición por peso de residuos sólidos en bodegas.....	96
Tabla 69: Composición de residuos sólidos en local comunal y tachos comunales.....	96
Tabla 70: Parámetros generación y densidad de residuos sólidos por etnias lingüísticas .....	98
Tabla 71: Composición de residuos sólidos por etnias lingüísticas (%) .....	100
Tabla 72: Generación de residuos sólidos en almacenamiento domiciliario.....	102
Tabla 73: Código de colores para los residuos de ámbito municipal.....	103

Tabla 74: Ubicación de tachos de recolección existentes.....	105
Tabla 75: Estimación de generación de residuos municipales por día .....	105
Tabla 76: Ubicación de tachos de recolección propuestos .....	105
Tabla 77: Indicadores de barrido en el departamento de Huánuco .....	108
Tabla 78: Costo de barrido a nivel distrital y provincial en Huánuco.....	108
Tabla 79: Principales vías de la Comunidad .....	109
Tabla 80: Cálculo de índice de producción de hojarasca .....	115
Tabla 81: Cálculo de insumos necesarios para el barrido .....	116
Tabla 82: Frecuencia de recojo en el departamento de Huánuco.....	117
Tabla 83: Cantidad de recojo en el departamento de Huánuco .....	117
Tabla 84: Costo total del recojo de RSM en Huánuco .....	118
Tabla 85: Promedio de recojo diario a nivel distrital y provincial en Huánuco.....	118
Tabla 86: Cobertura de recojo a nivel distrital y provincial en Huánuco.....	118
Tabla 87: Generación total de residuos recolectados en los predios .....	119
Tabla 88: Equipo de recolección a nivel distrital y provincial en Huánuco.....	120
Tabla 89: Periodo de recambio de la indumentaria y equipos de protección personal .....	121
Tabla 90: Ruta de recolección selectiva para la comunidad El Naranjal .....	122
Tabla 91: Consumo anual de combustible por recolección y transporte de residuos.....	125
Tabla 92: Proyección de la demanda del servicio de recolección de residuos generados en los predios .....	127
Tabla 93: Proyección de la Demanda del servicio de barrido (hojarasca) .....	128
Tabla 94: Proyección de la Demanda del servicio de almacenamiento .....	129
Tabla 95: Resumen de los servicios de recolección, barrido y almacenamiento .....	130
Tabla 96: Proyección de demanda de transporte.....	131
Tabla 97: Composición de los RSU en el Departamento de Huánuco.....	132
Tabla 98: Valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.....	134

Tabla 99: Estimación del área de planta de reciclaje.....	138
Tabla 100: Parámetros del proceso de compostaje.....	139
Tabla 101: Estimación del área de planta de compostaje con contenedores.....	141
Tabla 102: Estimación de producción de compost.....	142
Tabla 103: Demanda de reaprovechamiento de residuos orgánicos.....	145
Tabla 104: Demanda de reaprovechamiento de residuos inorgánicos .....	147
Tabla 105: Destino final de los residuos sólidos recolectados en Huánuco.....	148
Tabla 106: Infraestructuras de disposición final en el departamento de Huánuco.....	149
Tabla 107: Puntos de vertimiento en la comunidad .....	150
Tabla 108: Área requerida para la estructura de disposición final .....	152
Tabla 109: Tipos de infraestructura de disposición final .....	152
Tabla 110: Número de celdas a construir en el periodo 2021-2031 .....	153
Tabla 111: Resumen de la proyección de la demanda en las etapas del manejo de residuos sólidos.....	154
Tabla 112: Alternativas de ubicación de la infraestructura de disposición final.....	157
Tabla 113: Actividades de un relleno sanitario manual .....	159
Tabla 114: Uso de herramientas para relleno sanitario .....	160
Tabla 115: Clausura de botaderos locales .....	161
Tabla 116: Resumen de la proyección de la oferta de las etapas del manejo de residuos sólidos.....	163
Tabla 117: Balance Oferta- Demanda de residuos sólidos municipales de 2021-2031 ....	165
Tabla 118. Frecuencia de servicio .....	167
Tabla 119: Personal requerido para el manejo de residuos .....	167
Tabla 120: Estructura de costos.....	168
Tabla 121: Costo unitarios por etapa de manejo para las micro poblaciones.....	172
Tabla 122: Costo de servicio por etapa de manejo.....	173
Tabla 123: Metas al 2031 .....	177

Tabla 124: Estrategias propuestas .....	180
Tabla 125: Plan de acción.....	182
Tabla 126: Mecanismos para el cumplimiento de metas a corto plazo (2021-2022).....	193
Tabla 127: Mecanismos de ejecución para las metas a mediano plazo (2023- 2026).....	195
Tabla 128: Mecanismos de ejecución para las metas a largo plazo (2027 -2031) .....	197
Tabla 129: Matriz de Planificación de Monitoreo y Evaluación.....	200
Tabla 130: Validación de cumplimiento de entrega de residuos.....	226
Tabla 131: Eliminación de viviendas con datos incompletos.....	229
Tabla 132: Estimación de generación per cápita por vivienda.....	231
Tabla 133: Validación de Generación per cápita por vivienda .....	235
Tabla 134: Generación per cápita por vivienda validada .....	237
Tabla 135: Validación de GPC en Fase 2.....	239

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del distrito Tournavista.....	15
Figura 2: Ubicación de la Comunidad El Naranjal.....	16
Figura 3: Fórmula para determinar tamaño de muestra.....	18
Figura 4: Proceso de Estimación de humedad de los RSM.....	22
Figura 5: Rosa de Vientos de la Estación Tournavista para el año 2020 .....	34
Figura 6: Distribución de la frecuencia por tipos de viento en la Estación Tournavista para el año 2020 .....	34
Figura 7. Caminos de la Comunidad El Naranjal.....	35
Figura 8. Curvas de nivel de la Comunidad El Naranjal.....	38
Figura 9: Ciclo de los residuos sólidos.....	64
Figura 10: Diagrama de caja de GPC en la comunidad El Naranjal por día de caracterización .....	79
Figura 11: Diagrama de caja de Densidad en la comunidad El Naranjal por día de caracterización .....	80
Figura 12: Diagrama de caja de composición en la comunidad El Naranjal por fuente de generación .....	81
Figura 13: Dimensiones de los tachos comunales de la comunidad El Naranjal .....	104
Figura 14: Referencia de tachos comunales .....	106
Figura 15: Desabastecimiento de tachos comunales .....	107
Figura 16: Motofurgón Shongzhen .....	121
Figura 17: Mapa de ruta de recolección selectiva para la comunidad El Naranjal .....	124
Figura 18: Flujograma del Proceso de reaprovechamiento de los residuos inorgánicos...	137
Figura 19: Compostera vertical o continua.....	141
Figura 20: Ubicación potencial de la infraestructura de disposición final .....	156
Figura 21: Cálculo de déficit .....	164

Figura 22: Entrada a la comunidad Ashaninka “El Naranjal” .....	216
Figura 23: Instalaciones del colegio .....	216
Figura 24: Instalación del local comunal.....	217
Figura 25: Acondicionamiento de vehículo de recolección de residuos sólidos.....	217
Figura 26: Acondicionamiento de área de descarga de los residuos sólidos recolectados.....	218
Figura 27: Acondicionamiento de área de descarga de los residuos sólidos recolectados.....	218
Figura 28: Recolección de residuos sólidos domiciliarios .....	219
Figura 29: Pesado de residuos sólidos por vivienda.....	219
Figura 30: Medida de densidad de residuos sólidos domiciliarios .....	220
Figura 31: Vertido de residuos sobre superficie impermeable .....	220
Figura 32: Segregación de residuos sólidos caracterizados.....	221
Figura 33: Muestra del 4° día de Caracterización destinada al Análisis de Humedad.....	221
Figura 34: Resultados del Análisis de Humedad.....	222
Figura 35: Descripción de la alternativa N° 1 .....	240
Figura 36: Descripción de la alternativa N° 2 .....	240

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro fotográfico de la fase de campo de la caracterización de residuos sólidos.....	216
Anexo 2: Análisis de humedad.....	222
Anexo 3: Registro de viviendas participantes del estudio de caracterización.....	223
Anexo 4. Validación de la GPC domiciliaria .....	226

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone un Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Comunidad Nativa El Naranjal, ubicada en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca y departamento de Huánuco. Para ello, se procedió a realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos sólidos, estimando brechas entre la demanda y oferta por cada etapa de manejo. Se realizó el estudio de caracterización de los residuos sólidos a 45 viviendas de la comunidad, determinando la generación de 0,4 kg/habitante, la densidad de 155,65 kg/m<sup>3</sup> y la humedad de 77,36% de los residuos domiciliarios, a partir del cual se observa un mayor porcentaje de residuos orgánicos en las viviendas mientras en las bodegas y local comunal un mayor porcentaje de residuos inorgánicos. Por otro lado, los residuos no aprovechables oscilan entre el 6% y 15% entre las fuentes de generación antes mencionadas. Además, se aplicaron las pruebas de Análisis de Varianza y la prueba de Tukey para comparar la generación y densidad por día de caracterización y la composición por fuente de generación.

A partir del diagnóstico y caracterización se determinaron 3 líneas de acción estratégica con el objetivo de alcanzar las metas propuestas en el corto, mediano y largo plazo del periodo 2021-2031.

**PALABRAS CLAVE:** residuos sólidos municipales, diagnóstico de situación actual, caracterización de residuos sólidos

## ABSTRACT

This research work proposes a Solid Waste Management Plan for “El Naranjal” Native Community, located in the Tournavista district, Puerto Inca province and Huánuco department. For this, a diagnosis of the current situation of solid waste management was carried out, estimating gaps between demand and supply for each stage of management. The solid waste characterization study was carried out in 45 homes in the community, determining the generation of 0.4 kg / inhabitant, the density of 155.65 kg / m<sup>3</sup> and the humidity of 77.36% of the household waste, from which a higher percentage of organic waste is observed in homes while in warehouses and communal premises a higher percentage of inorganic waste. On the other hand, non-usable waste ranges between 6% and 15% among the above-mentioned generation sources. In addition, the Analysis of Variance tests and the Tukey test were applied to compare the generation and density per characterization day and the composition per generation source.

From the diagnosis and characterization, 3 lines of strategic action were determined with the objective of achieving the proposed goals in the short, medium and long term of the 2021-2031 period.

**KEYWORDS:** municipal solid waste, diagnosis of current situation, characterization of solid waste

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento continuo de la población de nuestro país trae consigo un aumento en los residuos producto del desarrollo de las actividades tanto rurales como urbanas, como lo indica la segunda edición del informe del Banco Mundial (2018) titulado Los desechos 2.0, el cual proyecta que la rápida urbanización, el crecimiento de la población y el desarrollo económico harán que la cantidad de desechos a nivel mundial aumente 70 % en los próximos 30 años y llegue a un volumen asombroso de 3400 millones de toneladas de desechos generados anualmente.

La actualización del Plan Nacional de Residuos Sólidos 2016-2024 (PLANRES) plantea como objetivo el fomento de las Inversiones en infraestructuras, instalaciones y servicios de manejo de residuos hacia el cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANA) para el año 2021, en el cual se ha definido como meta que el 100% de residuos sólidos del ámbito municipal sean manejados, reaprovechados y dispuestos adecuadamente en un contexto de una brecha mayor entre los gastos e ingresos por limpieza pública, a pesar de que la recaudación se ha ido incrementando, pero no ha sido significativa para cubrir los gastos de recolección, tratamiento, transporte y disposición final (INEI, 2018).

Al respecto, como lo indica el PLANRES 2016-2024, una de las actividades a realizar es la formulación y ejecución de proyecto de inversión del servicio de limpieza pública en gobiernos locales, con énfasis en infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final de residuos sólidos, en la cual los gobiernos locales se identifican como uno de los actores más importantes pues tienen el poder y responsabilidad de reducir los impactos negativos a través de una mejor gestión de los residuos sólidos.

Según el artículo 80° la Ley Orgánica de las Municipalidades, las municipalidades provinciales tienen como responsabilidad regular y controlar las etapas de manejo de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial; así como las municipalidades distritales tienen el rol de dotar a la población del

servicio de limpieza pública identificando áreas de acumulación temporal de residuos, rellenos sanitarios y áreas de aprovechamiento industrial de desperdicios.

El departamento de Huánuco, así como la provincia de Puerto Inca y el distrito de Tournavista cuentan con un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), sin embargo, los planes de gestión de Residuos Sólidos Municipales (RSM) que implementan los municipios son más efectivos en las municipalidades de mayor financiamiento y población, las cuales tienen menores tasas de pobreza (INEI, 2018).

Ello se evidencia que a pesar de que 82 de las 83 municipalidades cuentan con el servicio de recolección, solo el 56.1% de las municipalidades distritales y el 54.5% de las municipalidades provinciales ubicadas en la capital de Huánuco alcanzan una cobertura de recojo de RSM entre el 75-100%, mientras que en el resto del territorio de Huánuco solo el 9.5% y 0% de las municipalidades antes mencionadas alcanza esta cobertura (INEI, 2018). Esta brecha en la cobertura del servicio de recojo de RSM de los centros urbanos (capital) y fuera de las capitales, evidencia una menor importancia de los centros ubicados fuera de las capitales sobre centros urbanos al momento de la toma de decisiones de los municipios.

Además, al año 2017, solo 11 municipalidades disponen sus RSM en rellenos sanitarios y las 72 municipalidades restantes los vierten en botaderos, este mal manejo al final del proceso de gestión de sus RSM involucra una afectación en la salud de la población y un impacto negativo al entorno (INEI, 2018). Este contexto de deficiente manejo de residuos sólidos, principalmente en las zonas rurales, se traduce en un reto para la búsqueda de mejora de calidad de vida, para la Comunidad Nativa El Naranjal.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática en su estudio Análisis de eficiencia de la Gestión Municipal de residuos sólidos publicado en el 2018, sugiere incrementar el seguimiento en las municipalidades eminentemente rurales, como es el caso de la Municipalidad Distrital de Tournavista, específicamente en el ámbito de las poblaciones ubicadas a mayores distancias, mediante la implementación de planes que mejoren la capacidad de estos municipios para la adecuada gestión y manejo de los RSM.

En este sentido, se consideraría una necesidad proponer una alternativa de manejo adecuado de los residuos sólidos a las comunidades ubicadas a mayores distancias, particularmente en la Comunidad Nativa El Naranjal por encontrarse, según el SERNANP, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira incluyendo una propuesta de infraestructura adecuada de disposición final de sus residuos municipales generados en domicilios,

establecimientos comunales y las vías de tránsito a través de la propuesta de un Plan de Manejo de Residuos Municipales, con el fin de contribuir con la mejora de la calidad de vida de sus pobladores y visitantes mediante disminución de la propagación de agentes patógenos, minimización los riesgos de afectación a la salud de las personas y al ambiente.

### **1.1 Objetivo General:**

- Proponer un Plan de Manejo de los residuos sólidos en la Comunidad Nativa El Naranjal para el periodo 2021-2031 con el fin de contribuir con la mejora de la calidad de vida de sus pobladores y visitantes.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar un diagnóstico para conocer la situación actual de la gestión de los residuos sólidos en la comunidad nativa El Naranjal.
- Desarrollar la caracterización de los residuos municipales domiciliarios para determinar la generación total, per cápita, composición y la densidad de los residuos generados en la comunidad.
- Estimar la generación de los residuos municipales no domiciliarios provenientes de la limpieza pública y otras instalaciones.
- Proponer estrategias de minimización, reaprovechamiento y valorización de los residuos generados.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Residuos Sólidos**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278, 2017) define a un residuo sólido como cualquier sustancia resultante del consumo o uso de un bien o servicio, el cual ya no tiene un fin para el generador, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos sobre su disposición final.

### **2.2 Residuos Municipales**

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los residuos de ámbito municipal, se conforman por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias, los cuales se pueden incorporar a los servicios de limpieza pública de la jurisdicción municipal.

### **2.3 Residuos sólidos domiciliarios**

Los residuos sólidos domiciliarios comprenden específicamente como fuente de generación a las viviendas, entendiéndose como tales a cualquiera de los predios con el uso específico “casa habitación”; los cuales se pueden clasificar por el nivel socioeconómico (alto, medio y bajo) (MINAM, 2019).

### **2.4 Residuos sólidos no domiciliarios**

Residuos sólidos no domiciliarios, comprenden una amplia variedad de actividades económicas e institucionales: establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas, así como el servicio de barrido y limpieza de espacios públicos (MINAM, 2019).

Algunas de las fuentes de generación de estos residuos son:

- Instituciones educativas: colegios, universidades, etc.
- Barrido y limpieza públicos: servicio de barrido y limpieza de espacios públicos de calles y servicio de mantenimiento de áreas verdes.

## **2.5 Gestión de Residuos Sólidos**

Rondón (2016), en su Guía para la Gestión de residuos domiciliarios, define a la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) como una interacción dinámica entre actores del ámbito institucional, regional y sectorial; es decir, está conformada de un conjunto de actividades complementarias e interdependientes entre sí y cuyo objetivo es proteger el medio ambiente y la calidad de vida poblacional.

## **2.6 Manejo de residuos sólidos**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos señala en el artículo N° 32 que el manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos:

- a) Barrido y limpieza de espacios públicos
- b) Segregación
- c) Almacenamiento
- d) Recolección
- e) Valorización
- f) Transporte
- g) Transferencia
- h) Tratamiento
- i) Disposición final

## **2.7 Plan de Manejo de Residuos Sólidos**

El plan de manejo de residuos sólidos es un “instrumento de gestión que surge de un proceso coordinado y concertado entre autoridades y funcionarios municipales, representantes de instituciones locales, públicas y privadas, promoviendo una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados” (MINAM, 2015).

## **2.8 Generación de residuos sólidos**

La generación de residuos sólidos es el indicador de mayor importancia para el dimensionamiento que deberá tener cada uno de los distintos servicios del manejo de residuos y anticipar las dificultades que se encontrarán en cada uno de los procesos (Martínez et al, 2010).

## **2.9 Caracterización de Residuos Sólidos**

La caracterización de residuos sólidos es la herramienta que nos permitirá obtener información primaria de las características de los residuos sólidos municipales.

La caracterización de residuos sólidos municipales se realiza a través de un estudio del cual se obtienen datos de diferentes variables: cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en una determinada área de estudio, con esta información se puede realizar la planificación del manejo de los residuos sólidos, así como la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública (MINAM, 2019).

## **2.10 Segregación**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos describe la segregación como la acción de agrupar determinados tipos de residuos sólidos para ser manejados de forma diferenciada, además señala que esta agrupación debería realizarse en la fuente o en una infraestructura de valorización de residuos debidamente autorizada.

## **2.11 Almacenamiento**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos señala en el artículo N° 36 que el almacenamiento de residuos municipales y no municipales deben cumplir con la Norma Técnica Peruana 900.058:2005 del Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos, es una operación de acumulación temporal de los residuos.

## **2.12 Barrido**

La operación de barrido busca limpiar los espacios públicos tanto vías y demás áreas públicas, del ámbito urbano y rural y queden libres de residuos sólidos. Para los espacios que no se encuentren pavimentados o asfaltados o en áreas donde por sus características físicas no sea posible realizar el barrido, la municipalidad debe desarrollar labores de limpieza que permitan cumplir con la finalidad de la referida operación (MINAM,2017).

### **2.13 Recolección**

La recolección se trata de recoger los residuos con el fin de transferirlos mediante un medio de transporte adecuado para continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada, de preferencia debe ser selectiva y efectuada de acuerdo a las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente, con la ayuda de los recicladores y/o asociaciones de recicladores formalizados que forman parte del sistema de recolección selectiva (MINAM, 2016).

### **2.14 Transporte**

El transporte constituye el proceso de manejo de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades u Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas, consiste en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final, según corresponda, empleando los vehículos apropiados cuyas características se especificarán en el instrumento de normalización que corresponda, y las vías autorizadas para tal fin (MINAM, 2016).

### **2.15 Valorización**

La valorización de los residuos sólidos tiene como objetivo que el residuo o los materiales de los cuales está compuesto puedan ser reaprovechados y se le pueda brindar una finalidad útil ya sea mediante la sustitución de otros materiales o como recurso material o energético para otros procesos productivos. (MINAM, 2016).

Por tanto, la valorización es una alternativa de gestión y manejo a priorizar frente a la disposición final de los residuos. Esta alternativa incluye las actividades de reutilización, compostaje, reciclaje, valorización energética entre otras, y se debe realizar en una infraestructura adecuada y autorizada para dichos fines (MINAM, 2016).

### **2.16 Transferencia**

La transferencia es el proceso que consiste en transferir los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad a otro de mayor capacidad, y luego transportarlos. La transferencia se realiza en infraestructura autorizada para tal fin. No se permitirá el almacenamiento temporal de los residuos en estas instalaciones, por más de doce horas (MINAM, 2016).

### **2.17 Tratamiento**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos describe al tratamiento como el proceso que permite modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo sólido, con

el objetivo de reducir o eliminar su potencial de causar daños a la salud o al ambiente y está orientado a valorizar o facilitar la disposición final. Además, estos procesos deben ser desarrollados por las municipalidades o las Empresa Operadoras de Residuos Sólidos en las instalaciones autorizadas (MINAM, 2016).

### **2.18 Disposición Final**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos indica en el artículo N°41 que los residuos que no puedan ser valorizados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentadas, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente.

Mientras que el mismo artículo del Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos manifiesta que la disposición final de residuos sólidos municipales se realiza preferentemente en rellenos sanitarios, los cuales son implementados por las municipalidades.

### **2.19 Botadero**

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el botadero es una acumulación inapropiada de residuos en vías, espacios públicos ya sea áreas urbanas, rurales o baldías, dichas áreas generan riesgos sanitarios o ambientales y carecen de autorización por lo que existen al margen de la Ley.

### **2.20 Análisis de Varianza**

La técnica del análisis de la varianza fue creada por R.A Fisher en 1925, para resolver el problema de la comparación simultánea de más de dos medias muestrales, permitiendo analizar si las diferencias detectadas entre las medias son significativas o debidas, simplemente, al azar. Este método estadístico se conoce internacionalmente con las siglas ANOVA (del inglés: “ANalysis Of VAriance”) (López y González, 2016).

El ANOVA es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes. La forma más simple es el llamado ANOVA de una vía o factor, cuando existe una sola variable

independiente para clasificar a los sujetos y dos o más niveles (que definen los grupos) de ella (Dagnino, 2014).

### **2.21 Anova de un factor**

Según el artículo SPSS: ANOVA de un Factor de Bakieva, Gonzáles y Jornet (2012), el análisis de varianza (ANOVA) de un factor permite comparar varios grupos en una variable cuantitativa, a través del contraste de igualdad de medias para dos o más muestras independientes con distribución normal.

Supuestas  $k$  poblaciones independientes, las hipótesis del contraste son siguientes:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  Las medias poblacionales son iguales

$H_1$ : Al menos dos medias poblacionales son distintas

Para realizar el contraste ANOVA, se requieren  $k$  muestras independientes de la variable de interés. El factor viene a ser una variable de agrupación y clasifica las observaciones de la variable de interés en las distintas muestras.

Se asume que la hipótesis nula es cierta, el estadístico utilizado es una distribución  $F$  de Fisher-Snedecor con  $k-1$  y  $n-k$  grados de libertad, siendo  $k$  el número de muestras y  $n$  el número total de observaciones que participan en el estudio.

### **2.22 Método de Tukey**

El test de Tukey examina con un mismo estadístico todas las diferencias de medias muestrales en estudio. Esta prueba al igual que la de Duncan se usa para hacer todas las comparaciones múltiples que son posibles con tratamientos.

Cuando se utiliza Tukey:

- Cuando el tamaño de las muestras seleccionadas para cada grupo es igual.
- Cuando el interés fundamental es comparar promedios entre dos grupos y son múltiples las comparaciones que estamos haciendo. El test de Tukey es el más utilizado.
- La prueba de Tukey es la prueba más aplicada y preferida por los estadísticos, pues controla de mejor manera los dos errores ampliamente conocidos en la estadística (alfa y beta).

### 2.23 Redes neuronales artificiales

Las redes neuronales artificiales (RNA) son una clase de modelos matemáticos no lineales que se desarrollaron sobre la base del sistema neuronal humano. Los modelos de RNA se caracterizan por arquitecturas y estructuras de elementos computacionales interconectados, es decir, neuronas. Estas arquitecturas permiten a las RNA aprender de ejemplos y capturar relaciones funcionales entre los datos y, a menudo, pueden inferir correctamente la parte invisible de los datos de muestra, incluso si los datos contienen algo de ruido (Zhang et al., 1998).

Según Peña (2016), la neurona artificial es un elemento de procesamiento simple que a partir de un vector de entradas produce una única salida. En general podemos encontrar tres tipos de neuronas artificiales, donde cada una de las cuales tiene su contraparte en el sistema nervioso:

- a) Las que reciben información directamente desde el exterior, a las cuales se las denomina neuronas de entrada.
- b) Las que reciben información desde otras neuronas artificiales, a las cuales se las denomina neuronas ocultas. Es en estas neuronas, en particular en sus sinapsis, donde se realiza la representación de la información almacenada.
- c) Las que reciben la información procesada y las devuelven al exterior. A estas neuronas se las denomina neuronas de salida.

### 2.24 Marco legal

- Constitución Política del Perú, 1993  
Artículo 2°. - Toda persona tiene derecho:  
(...) 22). A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.  
Artículo 67°. - El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.  
Artículo 195°. - Los gobiernos locales promueven el desarrollo y la economía local, y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y regionales de desarrollo.  
Son competentes para:

“Inc. 8. Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales...”

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente  
Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.
- D.S N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente  
Establece los Lineamientos para Residuos Sólidos, en el Eje de Política 2. Gestión Integral de la Calidad Ambiental.
- Política del Estado N° 19- Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental  
El planteamiento central de la política de Estado N° 19 es «Integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales y culturales del país, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú, promoviendo la institucionalidad de la gestión ambiental pública y privada que facilite el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la diversidad biológica, la protección ambiental y el desarrollo de centros poblados y ciudades sostenibles, con el objetivo de mejorar la calidad de vida, preferentemente con énfasis en la población más vulnerable del país».
- Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM, Aprueba el Plan Nacional de Acción Ambiental, PLANAA PERÚ: 2011-2021  
El PLANAA es un instrumento de planificación ambiental nacional de largo plazo, el cual tomando como base el diagnóstico situacional ambiental, la gestión de los recursos naturales y las potencialidades del país para el aprovechamiento y uso sostenible de los recursos antes mencionados.  
El PLANAA plantea objetivos y metas de responsabilidad compartida por todas las entidades del Estado, los cuales tienen función de provisión y asignación de los recursos económicos y financieros necesarios.
- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento D.S N° 057-2004-PCM y Modificatoria D.L. N° 1065  
La Ley General de residuos sólidos enmarca la competencia de los gobiernos regionales, municipalidades provinciales y municipalidades distritales respecto al

manejo y gestión de los residuos generados en su jurisdicción, así como las coordinaciones que debe afianzarse entre estos actores.

- Ley N° 26842, Ley General de Salud

Establece que el impedimento de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en los componentes ambientales agua, el aire o el suelo previa depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente y cuando se genere contaminación del ambiente generado un riesgo o daño a la salud, la Autoridad de Salud dictará las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos.

- Resolución de Contraloría N° 155-2005-CG

Se incorporan las Normas de Control Interno Ambiental a las Normas de Control Interno para el Sector público con el propósito de fortalecer la gestión ambiental de las entidades gubernamentales hacia la preservación y conservación del ambiente.

- Ley N° 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos

Esta ley tiene por objeto regular las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

- Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

La referida Ley establece la estructura, organización, competencias y funciones de los gobiernos regionales.

Conforme lo contempla su artículo 2°, los Gobiernos Regionales son personas jurídicas de derecho público, con autonomía política, económica y administrativa en asuntos de su competencia, constituyendo, para su administración económica y financiera.

Estípula en su artículo 53° como funciones del Gobierno Regional en materia ambiental y de ordenamiento territorial entre otras: formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los Planes y Políticas en materia ambiental y de ordenamiento territorial, en concordancia con los Planes de los Gobiernos Locales; asimismo implementar el sistema regional de gestión ambiental, en coordinación con las comisiones ambientales regionales, etc.

- Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)- modificatoria Ley N° 28802 y Ley N° 28522

Conforme al Artículo N°1, la ley SNIP fue creada para optimizar el uso de los recursos públicos para ello establece principios, procesos, metodologías y normas técnicas relacionados con las diversas fases de los proyectos de inversión pública.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades

En el artículo n° 80 de la ley mencionada, las municipalidades provincias ejercen la función de regular y controlar el proceso de disposición final de residuos sólidos en el ámbito de su respectiva provincia. Mientras las municipalidades distritales tienen la función de proveer del servicio de limpieza pública.
- Ley N° 29332, Ley que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal

El Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal tiene como objetivo incentivar a los gobiernos locales a mejorar los niveles de recaudación de los tributos municipales y ejecución del gasto en inversión, fortaleciendo la estabilidad y eficiencia en la percepción de los mismos.
- Ley N° 29419, Ley que Regula la actividad de los recicladores

La presente ley busca establecer el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, promoviendo su formalización e integración a los sistemas de gestión de residuos sólidos a nivel nacional.
- Decreto Supremo N° 005-2010- MINAM (Reglamento de la Ley N° 29419)

El Reglamento de la Ley N° 29419, tiene como fin coadyuvar a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral de los trabajadores del reciclaje, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo adecuado para el reaprovechamiento de los residuos sólidos en el país.
- Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM)

Los objetivos de este reglamento son determinar los derechos y obligaciones para el adecuado manejo y gestión ambiental de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) así como la responsabilidad de los actores involucrados, para que conjuntamente con las municipalidades, los operadores de RAEE y consumidores o usuarios de AAE, asuman algunas etapas de este manejo.

- Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA, Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición  
 Regula la gestión y manejo de los residuos sólidos generados por las actividades y procesos de construcción y demolición, a fin de minimizar posibles impactos al ambiente, prevenir riesgos ambientales, proteger la salud y el bienestar de la persona humana y contribuir al desarrollo sostenible del país.
- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)  
 Esta ley establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada.
- Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos  
 Busca asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.
- Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, NTP 900.058 (2019)  
 Esta Norma Técnica Peruana establece los colores a ser utilizados para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos de los ámbitos de gestión municipal y no municipal.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de la investigación

Se determinó el estado actual del manejo de residuos sólidos en la Comunidad El Naranjal mediante un diseño no experimental a nivel descriptivo a través de las variables cuantitativas y cualitativas.

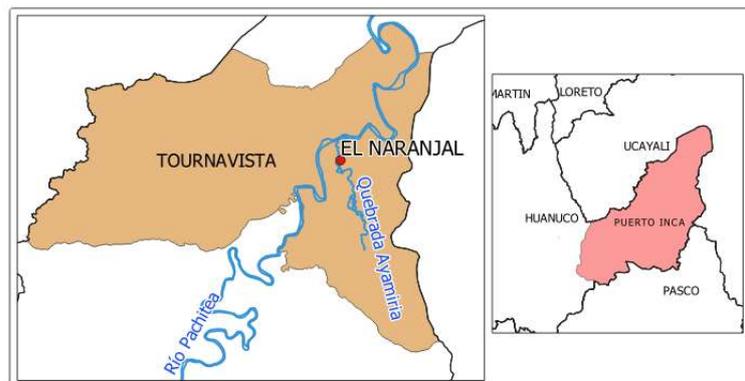
#### 3.2 Variables de la investigación

Se recopilaron y analizaron las siguientes variables:

- Variables cuantitativas: Población, volumen de residuos sólidos domiciliarios y caracterización de residuos sólidos domiciliarios.
- Variables cualitativas: nivel educativo, manejo actual de los residuos sólidos domiciliarios, actividades económicas y principales enfermedades que afectan a los comuneros.

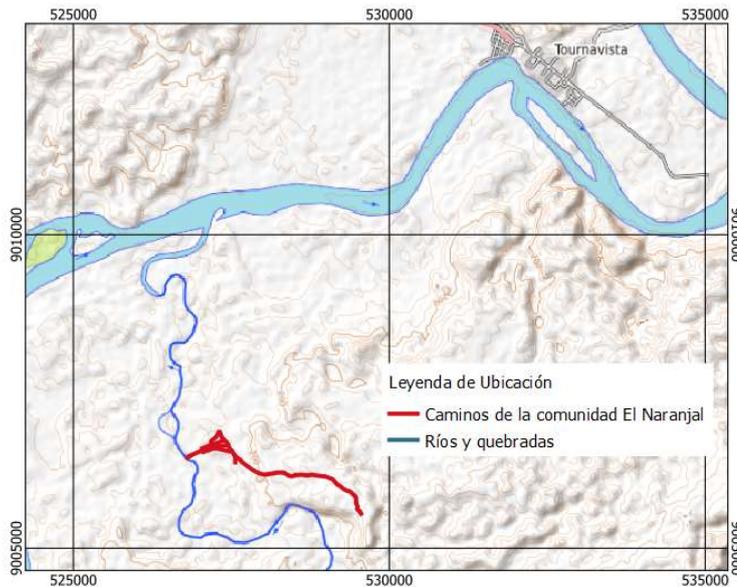
#### 3.3 Ubicación del Proyecto

El Área de estudio se encuentra enmarcado dentro del ámbito geográfico de la comunidad nativa El Naranjal, la cual es una comunidad Ashaninka ubicada en el departamento de Huánuco, Provincia de Puerto Inca, distrito de Tournavista, al margen derecho del Río Pachitea junto a la Quebrada Ayamiría o Ayamira, como se puede apreciar en la Figura 1.



**Figura 1: Ubicación del distrito Tournavista**

**FUENTE:** Elaboración Propia.



**Figura 2: Ubicación de la Comunidad El Naranjal**

**FUENTE:** Elaboración Propia.

La comunidad cuenta con un local comunal y un colegio (N°64622) de nivel primario, cuyas características se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1: Características del Colegio**

Nivel	Primario
Turno	Mañana
Total de secciones	6

**FUENTE:** Padrón de instituciones educativas (MINEDU, 2020).

### 3.4 Etapas del Proyecto

#### 3.4.1 Etapa de Planificación

La primera etapa comprendió:

- 1) Revisión de la normativa nacional ambiental, guías nacionales y metodologías recomendadas para el adecuado manejo de residuos sólidos municipales.
- 2) Recopilación de la información sobre la gestión de residuos sólidos en el Departamento de Huánuco, aterrizando la información a una escala local.
- 3) Determinación de la información a recopilar en campo.
- 4) Identificación de los actores locales.
- 5) Planificación del estudio de caracterización: definir la cantidad de predios (incluye establecimientos comerciales por rubro, generadores de residuos especiales y

viviendas por nivel socioeconómico), extensión, ámbito y condiciones geográficas, nivel socioeconómico, movimiento comercial que se evidencie, y otros que considere relevantes. Finalmente, la elaboración del plan de trabajo para el desarrollo del Estudio de Caracterización.

- 6) Diseño de los registros y formatos que se utilizarán para la toma de datos.
- 7) Estimación de tiempo por cada etapa del proyecto.
- 8) Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de los actores locales que tienen influencia sobre la gestión de los residuos sólidos generados en la comunidad nativa El Naranjal, para la posterior coordinación para la recopilación de información en campo.

### **3.4.2 Etapa de gabinete**

Esta etapa comprende al análisis de la situación actual de la gestión integral y manejo de residuos sólidos en la comunidad el Naranjal y la identificación de sus necesidades, ya sean mediante fuentes primarias o fuentes secundarias.

#### **3.4.2.1 Aspectos geográficos y políticos**

Se consideró la información del área de extensión, ubicación, límites, puntos críticos de residuos sólidos y/o áreas degradadas de la comunidad en coordenadas UTM (WGS 84).

#### **3.4.2.2 Aspectos climatológicos**

Se describieron las características del clima que influyen en el manejo y generación de los residuos sólidos como: temperatura, precipitación, humedad y velocidad/ dirección de vientos con el fin de identificar posibles causas que influyan en el inadecuado manejo de los residuos sólidos en la comunidad o permitan proponer las mejores alternativas de manejo.

#### **3.4.2.3 Contexto ambiental general**

Se describieron los principales recursos hídricos, el contexto provincial y distrital en residuos sólidos, los posibles ecosistemas afectados por los residuos sólidos municipales y la influencia de la comunidad en la Reserva Comunal El Sira o las zonas arqueológicas cercanas.

### 3.4.3 Etapa de organización local

Esta tercera etapa requirió una visita a la Comunidad, realizada en Diciembre del 2020, para la coordinación con los actores locales relacionados a la gestión integral y manejo de residuos sólidos en la comunidad identificados en la etapa de planificación, según los criterios considerados en la Guía para elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos (MINAM, 2019):

- Relaciones predominantes, de afinidad y de conflicto.
- Niveles de influencia, en relación a la capacidad del actor de limitar o facilitar las acciones que se emprenda con su intervención.

### 3.4.4 Etapa de campo

La etapa de campo se realizó durante la segunda visita a la comunidad, con una duración de 8 días del 17 de Junio al 24 de Junio del 2021, la cual comprendió la realización del Estudio de Caracterización de los residuos sólidos generados en la comunidad y la recopilación de información complementaria.

#### 3.4.4.1 Estudio de Caracterización de residuos sólidos

La siguiente metodología usada para el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales de la Comunidad El Naranjal estuvo basada en la Guía para la Caracterización de residuos sólidos municipales propuesta por el MINAM (2019).

##### a) Población total

La población total considerada para la propuesta de los servicios del manejo de residuos sólidos es la población actual de la comunidad Nativa El Naranjal, así como la institución educativa, las bodegas y otras instalaciones de uso comunal.

##### b) Población de muestra

El número de viviendas de muestras domiciliarias se determinó a partir de la ecuación descrita en la Figura 3.

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

**Figura 3: Fórmula para determinar tamaño de muestra**

Como resultado de la fórmula anterior se determinó que el número de muestras domiciliarias que participarán del Estudio de Caracterización.

**Tabla 2: Tamaño de muestra finita**

<b>Muestra de las viviendas</b>	
N: Total de viviendas	90 <sup>1</sup>
Z: Nivel de confianza 95%=1.96	1.96
$\Delta$ : Desviación estándar (kg/hab/día)	0.25
E: Error permisible	0.083 <sup>2</sup>
n: Muestra de las viviendas	25
Contingencia	10%
<b>Total de muestras domiciliarias</b>	<b>28</b>

<sup>1</sup> Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

<sup>2</sup> E es el error permisible del 10 % la GPC (Generación per cápita) de la Provincia de Puerto Inca de RSM para el año 2018 (0,83 kg/hab./día) según el MINAM.

Además, como la comunidad El Naranjal cuenta con menos de 1000 viviendas no se diferenciaron zonas de estudio.

Por otro lado, la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (2019) realizada por el MINAM propone un número de 45 muestras para un rango de hasta 500 viviendas, tomando en consideración la guía antes mencionada se consideró el número total de 45 viviendas muestreadas, las cuales participaron de la caracterización.

### **c) Distribución de la muestra**

#### **Generadores domiciliarios**

Se distribuyeron las 45 viviendas a muestrear tratando de mantener el mayor nivel posible de aleatoriedad. Para ello, se enlistaron en filas las viviendas por calles o avenidas, asignándoles un número a cada fila. Para la distribución muestral se usó el algoritmo sencillo y aplicó la fórmula “=ALEATORIO.ENTRE” en todas filas que contienen el número de viviendas, se seleccionaron y se utilizó de acuerdo al número de viviendas establecido.

## **Generadores no domiciliarios**

Para el caso de los generadores no domiciliarios, el tacho del local comunal y las bodegas se incluyeron en el estudio de caracterización mientras que, para el colegio, se realizó la estimación de la generación de sus residuos, en función a la incidencia regular de alumnos y su turno de asistencia antes del estado de emergencia sanitaria debido al COVID-19 (en número y frecuencia).

Para los parámetros del colegio como generador, se consideró el número de alumnos del colegio de educación primaria de turno diurno y código modular N° 507129 para el año 2020 extraído del Padrón Web Escala, para los datos de GPC y composición se extrajeron los datos de la tesis titulada Diseño y aplicación de un plan de manejo de residuos sólidos en la institución educativa privada Naymlap del distrito de Lambayeque publicada (Santillán, 2018).

### **d) Plan de Trabajo para el Trabajo de Campo**

#### **d.1 Actividades preliminares**

- Se realizó el reconocimiento de las zonas de trabajo y determinar el espacio físico en el que se realizará la caracterización de los residuos.
- Se coordinó con las autoridades locales, como el jefe de la Reserva Comunal, así como comunicar a las autoridades del ECOSIRA (Ejecutor de Contrato del SIRA) y las autoridades del SERNANP sobre las actividades a realizar en campo, durante el periodo aproximado de 2 semanas.
- Se convocó a las autoridades de la comunidad a una reunión en el local comunal.
- Se realizó la coordinación para contar con el vehículo de recolección y transportes: motofurgón o triciclo.
- Se invitó a los pobladores a participar del estudio de caracterización.
- Se registraron las viviendas participantes del estudio, así como el local comunal.
- Se dispusieron los registros y formatos que se utilizan para la toma de datos.
- Se informó a los generadores domiciliarios los días y horario de toma de muestras.
- Se determinó el área de descarga de los residuos sólidos recolectados durante la caracterización.

## **d.2 Recolección de muestras**

- Se recolectaron las muestras 8 días, incluyendo los días sábado y domingo, a fin de garantizar la representatividad del estudio.
- Se realizó el recojo diario, en caso, de bolsas acumuladas hasta dos días, el generador previamente informó e identificó adecuadamente las bolsas correspondientes de las muestras de cada día acumulado.

En los casos en los que alguna vivienda seleccionada para la toma de muestras no haya cumplido con las características del tipo de muestra que se necesita, ya sea que no existía, haya cambiado su condición física o haya cambiado el uso, se seleccionó la vivienda contigua, para mantener la aleatoriedad.

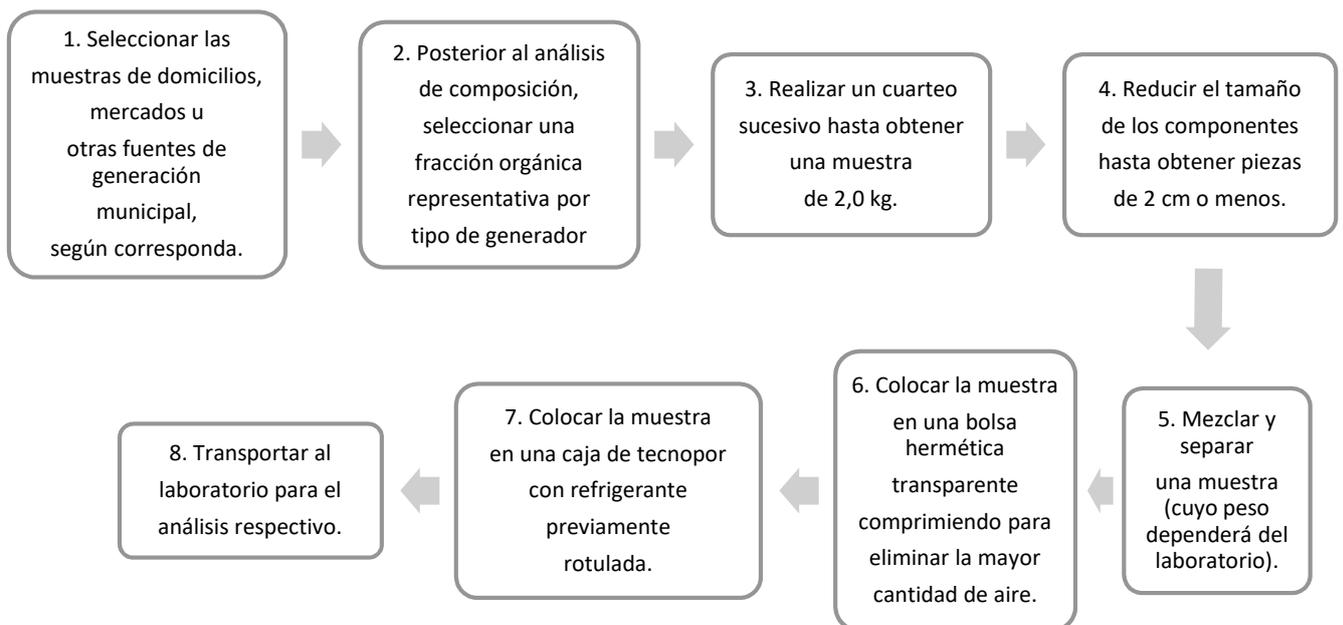
## **d.3 Traslado y descarga de muestras**

- Se colocaron las muestras recolectadas en el vehículo destinado al traslado estando detenido en cada punto de recolección.
- Se aseguraron las bolsas, amarrándolas entre ellas para evitar que se caigan.
- Se realizó la recolección en cada punto de recolección hasta completar la capacidad del vehículo.
- Se descargaron las muestras en el área destinada para tal fin.

## **d.4 Toma de muestras**

- Se realizó el pesaje de muestras de residuos sólidos, en el lugar destinado a la descarga, con ayuda de una balanza electrónica.
- Se estimó la densidad de los residuos sólidos domiciliarios y del local comunal haciendo uso de un cilindro de volumen y dimensiones conocidas, siguiendo el siguiente instructivo:
  1. Colocar el contenido de las bolsas en un cilindro, dejando libre aproximadamente 10 cm de altura, de tal forma que facilite la manipulación del cilindro.
  2. Elevar el recipiente aproximadamente entre 10 cm a 15 cm de altura y dejar caer, repetir esta acción tres veces.
  3. Medir la altura libre del cilindro.
- Se estimó la composición de los residuos sólidos, en el lugar en el que se realiza el pesaje, siguiendo los siguientes pasos:

1. Romper las bolsas y verter los residuos sobre una superficie impermeable.
  2. Homogeneizar la muestra trozando los residuos más voluminosos.
  3. Realizar el muestreo de los residuos mediante el método de cuarteo y escoger las dos partes opuestas para formar un nuevo montón de residuos.
  4. Homogeneizar nuevamente y aplicar el método mencionado las veces necesarias hasta obtener una cantidad menor a 50 kg.
  5. Segregar cada tipo de residuos sólidos de acuerdo al listado de residuos del Registro de composición de residuos domiciliarios (Tabla 44).
  6. Pesar todas y cada una de las bolsas llenas de los residuos segregados.
- Se tomó una muestra para la estimación de la humedad de los residuos durante el cuarto día del estudio, para los generadores domiciliarios se considerarán las viviendas y para los generadores no domiciliarios se considerará el local comunal, siguiendo el proceso indicado en la Figura 4.



**Figura 4: Proceso de Estimación de humedad de los RSM**

**FUENTE:** Guía para la Caracterización de residuos sólidos municipales - MINAM,2019.

#### **d.5 Disposición final de residuos caracterizados**

- Diariamente se realizó la limpieza del área de descarga de los residuos sólidos recolectados durante la caracterización, así como de los materiales y el vehículo de traslado.

- Se realizó la disposición de los residuos caracterizados en la infraestructura de disposición final, los residuos aprovechables se reciclaron mientras que los no aprovechables se dispondrán en las áreas de disposición final de la Comunidad.

#### **3.4.4.2 Recopilación de información complementaria**

Tomando como referencia la Guía para elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos (MINAM, 2019) y con el fin de tener una idea clara y precisa de lo requerido para la mejora en la gestión y manejo de los residuos de la comunidad, los componentes del manejo de residuos sólidos domiciliarios serán descritos de la siguiente manera:

##### **Almacenamiento:**

- Se identificaron las vías principales de acceso y los lugares que actualmente no cuentan con el servicio.
- Se estableció el número de trabajadores, características y capacidad de los dispositivos de almacenamiento existentes.
- Se identificó el número en espacios públicos con puntos de almacenamiento selectivo de acuerdo a los indicado en la Norma Técnica Peruana 900.058.2019 que estipula el Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos.

##### **Barrido:**

- Se describió el estado de las vías de la comunidad (asfaltadas y no asfaltadas) y del estado del equipamiento existente.
- Se identificaron los lugares que cuentan con el servicio teniendo en consideración las vías de acceso.
- Se analizaron los horarios y turnos de las brigadas de barrido existentes. Además de la cantidad de trabajadores destinados a este servicio.

##### **Recolección y transporte**

- Se identificaron los predios que actualmente no cuentan con este servicio.
- Se analizaron las rutas, los horarios y turnos de servicio de recolección existentes. Así como el número de operarios y/o recicladores por tarea asignada.
- Se identificó la cantidad de recicladores o asociaciones de recicladores formales e informales en la comunidad.
- Se identificó el número, tipo y estados de los vehículos destinados a la recolección selectiva.

- Se determinó el porcentaje de residuos sólidos recolectados para disposición final y valorización respectivamente.
- Se estimó el cálculo de consumo de combustible anual por recolección y transporte de residuos a la infraestructura de disposición final propuesta.

### **Valorización**

- Se identificaron posibles puntos estratégicos para la ubicación del centro de acopio temporal de residuos inorgánicos y/o orgánicos.
- Se determinó la cantidad (toneladas) y tipo de residuos inorgánicos que se manejan.
- Se identificó el número de trabajadores, equipos o maquinarias que actualmente brindan el servicio, tanto en los puntos de acopio como la infraestructura de valorización.
- Se determinó si la comunidad cuenta con alguna infraestructura destinada a la valorización de residuos sólidos domiciliarios (ubicación, cantidad y tipo de residuos que se manejan).
- Se estimó la cantidad (ton/año) de producto elaborado (compost, humus, biol, otros).

### **Tratamiento**

- Se determinó si la comunidad cuenta con alguna infraestructura destinada al tratamiento de residuos sólidos domiciliarios (ubicación, cantidad y tipo de residuos que se manejan).
- Se identificó el número de trabajadores, equipos o maquinarias que actualmente brindan el servicio.

### **Transferencia**

- Se determinó si la comunidad cuenta con el servicio de transferencia, de no contar con uno, su posible ubicación y distancia a la infraestructura de disposición final.
- Se estimó la cantidad de residuos transferidos (toneladas), frecuencia, tiempo de almacenamiento (horas).
- Se determinó el número de trabajadores, equipos o maquinarias que brinda el servicio.

### **Disposición Final**

- Se identificaron los puntos de disposición final de residuos sólidos (formales o informales y sus áreas respectivas).
- Se identificaron las áreas potenciales para la ubicación de la infraestructura de disposición final a instalar según el tipo (manual, semimecanizado y mecanizado)

conforme al Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que cumplan con las condiciones mínimas exigidas en la normativa vigente.

- Se determinó la cantidad de residuos sólidos a ser dispuestos anualmente (toneladas/año).
- Se identificó el número de trabajadores, equipo y maquinaria en caso la comunidad cuente con el servicio.

### **3.4.5 Etapa de análisis de resultados**

#### **3.4.5.1 Análisis de Estudio de Caracterización**

La información consignada del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales es:

- a) Estimación de GPC de residuos sólidos domiciliarios.
- b) Estimación de generación de residuos sólidos no domiciliarios.
- c) Estimación de generación de residuos sólidos especiales (de aplicar a la zona de estudio).
- d) Estimación de la generación total de residuos sólidos municipales.
- e) Estimación de la composición de residuos sólidos.
- f) Estimación de la densidad de residuos sólidos.
- g) Estimación de la humedad de residuos sólidos: Se estimó la humedad de los residuos sólidos, el análisis de dicho parámetro fue realizado por el laboratorio referencial “Natura Analítica”, ubicado en la ciudad de Pucallpa, siguiendo el protocolo para el manejo de muestras de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.
- h) Se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos, para residuos domiciliarios como no domiciliarios, durante los 7 días de caracterización:
  - Prueba de normalidad, para la validación de los datos de generación per cápita obtenidos en la caracterización.
  - Diagrama de caja de cada una de las variables tomadas durante los 7 días de caracterización.
  - Análisis de varianza (ANOVA), para analizar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la generación per cápita, composición y densidad por cada día de caracterización.

- Prueba de Tukey, comparando las medias de las variables cuantitativas de cada día del estudio de caracterización, con el fin de determinar los días o el día de caracterización que presente datos con diferencias significativas en las variables antes mencionadas.
- i) Se realizó la comparación de la generación de residuos (orgánicos e inorgánicos) obtenida en el Estudio de Caracterización con la reportada al SIGERSOL por los distritos más cercanos a la comunidad en los últimos años, teniendo en consideración sus etnias lingüísticas predominantes.

### 3.4.5.2 Análisis de la información recolectada en campo

Según el Sexto informe de residuos sólidos municipales y no municipales (MINAM, 2014), los residuos del ámbito rural requieren de indicadores de generación de residuos para ser estimados, principalmente respecto a las denominadas poblaciones dispersas.

**Tabla 3: Indicadores de los servicios**

<b>Componente</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Indicador</b>
<b>Generación</b>	Caracterización de Residuos Sólidos	Ton/día
<b>Almacenamiento</b>	Dispositivos de almacenamiento	Nº de dispositivos de almacenamiento
<b>Barrido de vías y espacios públicos</b>	Km-lineales	Km- lineales cubiertos por el servicio de barrido
<b>Recolección y transporte</b>	Toneladas	Toneladas de residuos sólidos municipales recolectados
<b>Valorización</b>	Toneladas	Toneladas de residuos sólidos municipales valorizados
<b>Tratamiento</b>	Toneladas	Toneladas de residuos sólidos municipales tratados
<b>Transferencia</b>	Toneladas	Toneladas de residuos sólidos transferidos
<b>Disposición final</b>	Toneladas	Toneladas de residuos sólidos dispuestos

FUENTE: Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos (MINAM, 2019).

Los objetivos del Plan de Manejo de Residuos Sólidos se definirán teniendo en cuenta los indicadores mencionados en la Tabla N° 3.

De la recopilación de información en campo se realizará el análisis de las brechas y necesidades. Teniendo como referencia el análisis de los resultados de la Caracterización, se estimó la demanda y brecha en cada uno de los servicios y proponer la mejor alternativa para la gestión y manejo de los residuos:

#### **a) Análisis de la Demanda**

##### **a.1 Proyección de la Demanda del servicio de limpieza pública**

La demanda a lo largo del horizonte del proyecto se calculó considerando una tasa anual de incremento poblacional de 1.37% (crecimiento anual del distrito de Tournavista) y la tasa de incremento de la generación per cápita de los residuos sólidos de 1% anual.

- Proyección de la Demanda del servicio de recolección de residuos generados en los predios.
- Proyección de la Demanda del servicio de barrido de residuos sólidos
- Proyección de la Demanda del servicio de almacenamiento

##### **a.2 Proyección de la Demanda del servicio de transporte**

Calculada a partir de la totalidad de residuos sólidos municipales producidos en las viviendas, establecimientos, barrido de calles y almacenamiento público calculado en el inciso anterior.

##### **a.3 Proyección de la Demanda del servicio de reaprovechamiento**

Para cálculo de demanda de reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos se consideró el reaprovechamiento del 40% para los 5 primeros años del Plan y un aumento al 75% de los 5 últimos años del periodo, en el supuesto que, si bien en su mayoría los residuos orgánicos e inorgánicos son factibles de reaprovechar, el proceso para hacerlo podría ser oneroso.

##### **a.4 Determinación del área requerida para el micro relleno sanitario**

Cumpliendo con las condiciones mencionadas en el Art 110 del Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

## **b) Análisis de la Oferta**

### **b.1 Oferta del servicio de limpieza pública**

- Oferta del servicio de recolección
- Oferta del servicio de barrido
- Oferta del servicio de almacenamiento

### **b.2 Oferta del servicio de transporte**

### **b.3 Oferta del servicio de reaprovechamiento**

### **b.4 Oferta del servicio de Disposición Final**

## **c) Matriz de Brechas y necesidades**

Se realizará el análisis de brechas existentes (oferta-demanda) en cada uno de los componentes o procesos de manejo teniendo en cuenta que los servicios deben considerar la totalidad de residuos sólidos generados.

### **3.4.6 Elaboración del Plan de Manejo de residuos sólidos municipales**

La estructura del Plan de Manejo de residuos sólidos municipales a proponer tendrá la siguiente estructura.

#### **Estructura del Plan de Manejo**

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos propuesto, contemplará, un análisis por redes neuronales, a nivel conceptual, de las variables cuantitativas y cualitativas consideradas en el diagnóstico.

El modelo de índice para el Plan de Manejo de Residuos Sólidos a proponer tendrá la siguiente estructura, en concordancia con el índice propuesto por la Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Información del contexto

#### 4.1.1 Actores sociales

Los colaboradores e instituciones que tienen influencia sobre el manejo de residuos sólidos en la comunidad El Naranjal:

- Municipalidad Distrital de Tournavista.
- Los representantes de la Reserva Comunal El Sira del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP).
- Los representantes de la Comunidad Nativa El Naranjal.

El rol y la relación predominante de los actores sociales anteriormente mencionados se describe en la Matriz de Actores Sociales en la Tabla 4.

**Tabla 4: Matriz de Actores Sociales**

<b>Grupo de Actores Sociales</b>	<b>Actor</b>	<b>Rol en el proyecto</b>	<b>Relación predominante</b>	<b>Jerarquización de su poder</b>
Organizaciones representantes de la población local	Autoridades comunales	Ejecución del manejo y disposición de residuos sólidos	Afinidad con los pobladores	Alta
Instituciones Públicas	Unidad de gestión educativa local	Colaboración en el manejo de residuos sólidos	Afinidad con los pobladores y estudiantes	Media
	Gobierno Local- Municipalidad de Tournavista	Apoyo técnico y financiamiento	Afinidad con los pobladores y asesores técnicos	Alta

Continuación ...

	Servicio Nacional de Áreas Naturales protegidas	Apoyo técnico	Afinidad con los pobladores y asesores técnicos	Media
Población	Pobladores de la comunidad El Naranjal	Participación y colaboración en el manejo de residuos sólidos	Contribución positiva al Plan, afinidad con autoridades	Alta

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Aspectos generales

##### a) Población del Departamento de Huánuco

La población censada en los censos nacionales de población y vivienda entre 1940-2017 realizados por el INEI se detalla en la Tabla 5.

**Tabla 5: Población censal del departamento de Huánuco**

Año	Población censada	Densidad Poblacional (Hab/Km <sup>2</sup> )	Tasa de crecimiento anual (%)
1940	234024	6.2	
1961	328919	8.7	0.016
1972	414468	11	0.019
1981	477650	12.7	0.014
1993	654489	18.4	0.025
2007	762223	20.9	0.010
2017	721047	19.3	-0.005

FUENTE: Censos Nacionales de Población y vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 y 2017- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

## b) Población del Distrito de Tournavista

La tabla 6 presenta, los datos recopilados de las proyecciones de la población del distrito de Tournavista 2018-2020.

**Tabla 6: Población total proyectada al 30 de junio de cada año del distrito de Tournavista**

<b>Año</b>	<b>Población Total (hab)</b>
2018	6281
2019	6420
2020	6543

**FUENTE:** PERÚ: Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018 - 2020, (INEI, 2020).

A partir de los datos anteriores se estimó una tasa de crecimiento anual 1.37% para el distrito de Tournavista en el periodo 2018-2020.

## c) Población de la Comunidad Nativa El Naranjal

Según el directorio nacional de Centros poblados, la población de la comunidad Nativa en el año 2017 fue de 348 habitantes, se estimó una población de 368 habitantes para el año 0 del Plan.

**Tabla 7: Población de la comunidad El Naranjal**

<b>Año</b>	<b>Población proyectada<sup>1</sup></b>	<b>Viviendas particulares<sup>2</sup></b>
2017	348	79
2018	353	78
2019	358	80
2020	363	81
2021	368	82

<sup>1</sup>: 1.37% crecimiento anual del distrito de Tournavista

<sup>2</sup>: Considerando 4.5 habitantes/vivienda, según el Estudio de caracterización

<sup>3</sup>: Viviendas Particulares Con Personas Presentes, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas (INEI, 2018).

### 4.1.3 Aspectos ambientales

#### 4.1.3.1 Clima

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio es Tournavista, la cual monitorea las variables de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación. Según la Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea en el periodo 1964-2016, los valores mensuales para dichas variables muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8: Variables meteorológicas de Estación Tournavista de 1964-2016**

<b>Mes</b>	<b>T° mínima mensual</b>	<b>T° mínima (con consistencia)</b>	<b>T° máxima mensual</b>	<b>Precipitación media mensual (mm)</b>	<b>Precipitación media mensual (con consistencia)</b>
Enero	21.6	22.6	31.3	235.1	265
Febrero	21.7	22.6	30.9	274.5	317.7
Marzo	21.7	22.6	30.9	239	277.9
Abril	21.4	22.4	31.3	193.1	220.3
Mayo	21	21.9	31	96.8	115.4
Junio	20.3	21.4	31	69.9	79.2
Julio	19.6	21	31.3	39.5	48.6
Agosto	19.9	21.2	32.4	52.1	59.9
Setiembre	20.7	21.8	32.5	87.5	95.2
Octubre	21.2	22.3	32.3	152.5	177.9
Noviembre	21.4	22.3	31.8	192.2	230.3
Diciembre	21.6	22.6	31.6	251.4	297.2
Promedio/ acumulado	21.0	22.1	31.5	1883.8	2184.6

FUENTE: Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea (ANA, 2019)

En el informe Evaluación de Recursos Hídricos en la cuenca Pachitea, se estimaron las variables meteorológicas de la subcuenta Ayamira, en la cual se encuentra la zona de estudio, interpolando la temperatura y precipitación medias anuales históricas (1964-2016) de estaciones meteorológicas cercanas, dando los siguientes valores de temperatura y precipitación, como puede verse en la Tabla 9.

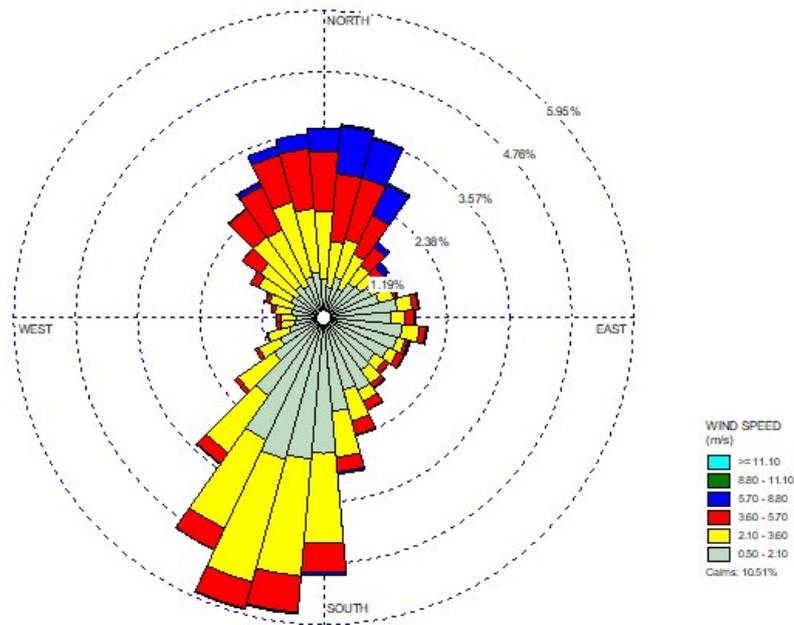
**Tabla 9: Precipitación media mensual y anual de subcuenca Ayamira**

<b>Mes</b>	<b>Temperatura mínima media mensual</b>	<b>Temperatura máxima media mensual</b>	<b>Temperatura media mensual</b>	<b>Precipitación media mensual</b>
<b>Enero</b>	19.4	27.9	23.6	360.3
<b>Febrero</b>	19.3	27.6	23.5	375.3
<b>Marzo</b>	19.2	27.9	23.6	332.5
<b>Abril</b>	19	28.3	23.6	268.9
<b>Mayo</b>	18.3	28.4	23.3	184.4
<b>Junio</b>	17.6	28.1	22.9	132.9
<b>Julio</b>	16.9	28.2	22.5	122.1
<b>Agosto</b>	17.4	28.9	23.1	119.8
<b>Septiembre</b>	18	29.2	23.6	172.2
<b>Octubre</b>	18.9	29	24	263.4
<b>Noviembre</b>	19.2	28.7	24	334.1
<b>Diciembre</b>	19.3	28.3	23.8	356.7
<b>Promedio/ Acumulada</b>	18.5	28.4	23.46	3022.6

FUENTE: Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea (ANA, 2019)

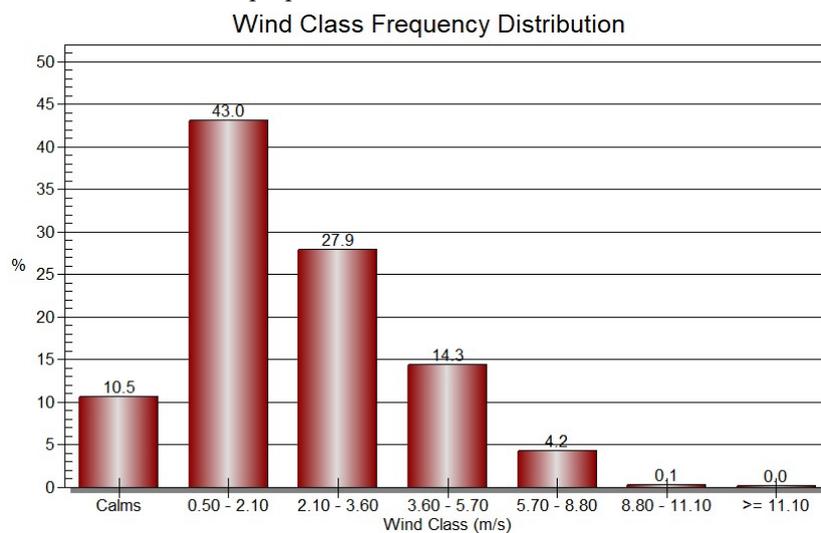
Respecto a la dirección y velocidad del viento, se elaboraron la rosa de vientos y el gráfico de frecuencia de vientos haciendo uso del programa WRPLOT, tomando como datos los valores de la estación Tournavista del SENAMHI.

A partir de la Figura 5 y 6, se puede decir que el viento predominante proviene del sur oeste y que el 43% de los vientos tienen velocidades entre 0.5-2.1 m/s.



**Figura 5: Rosa de Vientos de la Estación Tournavista para el año 2020**

FUENTE: Elaboración propia



**Figura 6: Distribución de la frecuencia por tipos de viento en la Estación Tournavista para el año 2020**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.1.3.2 Aspectos físicos –geográficos

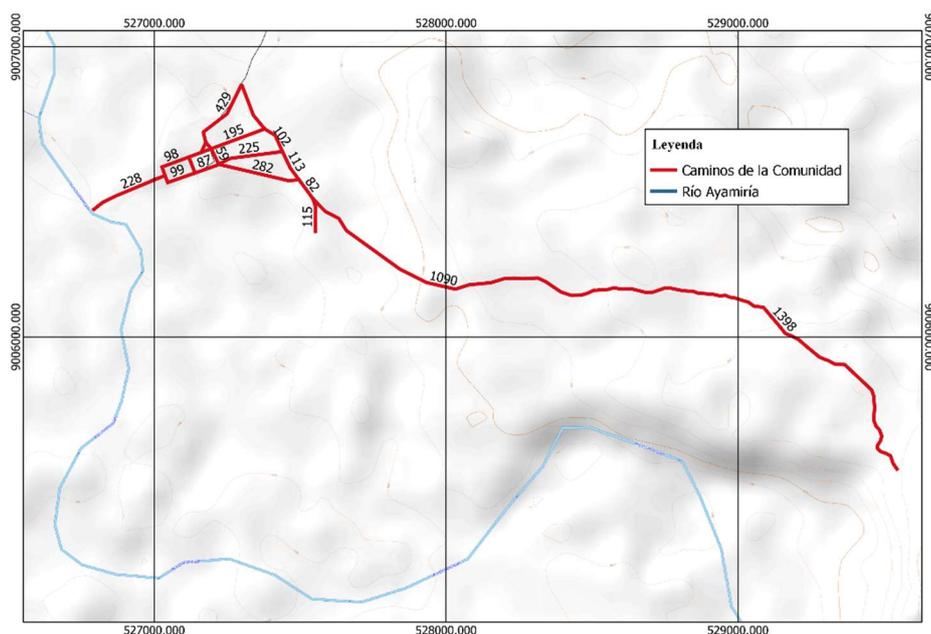
##### Vías de comunicación

La región posee una de las redes viales para el transporte terrestre de carga y pasajeros más importante en el país, por su ubicación geográfica clave. Sin embargo, la mayoría de vías de acceso a los recursos o atractivos turísticos, se encuentran en las categorías de afirmada y

trocha. Estas condiciones limitan seriamente las posibilidades de desarrollo turístico de muchas zonas de la región (ANA, 2019).

Para llegar al ámbito de la comunidad desde la ciudad de Lima, se cuenta con la vía aérea, terrestre y fluvial.

En la salida de campo, se recorrieron las vías de la comunidad con un GPS digital y se determinó que la extensión de los caminos rurales internos de la comunidad es de 5 km aproximadamente, como se puede apreciar en la Figura 7.



**Figura 7. Caminos de la Comunidad El Naranjal**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.1.3.3 Unidades hidrográficas

La comunidad se encuentra ubicada en la cuenca Pachitea, específicamente en la subcuenca Bajo Pachitea. La cuenca Pachitea (Unidad Hidrográfica 4992) tiene una extensión de 28647.66 km<sup>2</sup> y se ubica entre las regiones Huánuco, Ucayali y Pasco en las Provincias de Puerto Inca (Huánuco) y Oxapampa (Paseo), en el sector de la selva central del territorio peruano, entre las coordenadas geográficas que se indican en la Tabla 10.

**Tabla 10: Ubicación de la Cuenca Pachitea**

Sistemas	Datum	Componentes	Valor	
			Mínimo	Máximo
Coordenadas geográficas	Horizontal WGS 84	Longitud Oeste	76° 4' 2.28''	74° 7' 51.03''
		Latitud Sur	10° 54' 58''	8° 36' 2.38''
Coordenadas UTM Zona 18	Horizontal WGS 84	Metros este	383083.49	595062.70
		Metros norte	8793257.24	9049282.46
Altitud	Vertical Nivel Medio del Mar	msnm	161	5200

FUENTE: Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea (ANA, 2019).

La cuenca Pachitea corresponde al nivel 4 (N4) y se compone de 9 subcuencas de nivel 5 (N5), tal y como se detallan en la Tabla 11, ordenadas desde la cabecera de cuenca hasta la salida. La subcuenca Pichis abarca el mayor porcentaje de la superficie de cuenca con 35.8%, seguido por la subcuenca Bajo Pachitea con 13.97% de la superficie total de la cuenca Pachitea, en esta última se encuentra el área de estudio.

**Tabla 11: Unidades hidrográficas de la Cuenca Pachitea**

Unidad hidrográfica	Subcuencas	Código	Superficie	
			Km <sup>2</sup>	%
Pachitea	Alto Pozuzo	49928	1915.03	6.68
	Alto Pachitea	49929	2555.36	8.92
	Mairo	49926	3369.53	11.76
	Medio Pachitea	49925	372.76	1.30
	Medio Alto Pachitea	49927	1428.34	4.99
	Pichis	49924	10252.99	35.79
	Medio Bajo Pachitea	49923	2599.52	9.07
	Sungaroyacu	49922	2152.66	7.51
Bajo Pachitea	49921	4001.47	13.97	
TOTAL			28647.67	100.00

FUENTE: Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea (ANA, 2019)

Las ciudades más importantes que se ubican en la cuenca del río Pachitea son: Oxapampa (1877 msnm), Pozuzo (740 msnm), Codo del Pozuzo (413 msnm), Ciudad Constitución (252

msnm), Puerto Inca (215 msnm), Shebonya (210 msnm), Tournavista (167 msnm) y Honoria (167 msnm).

La cuenca Bajo Pachitea (49921) de Pfafstetter se dividió en cuatro subcuencas más pequeñas con el nombre de Ayamira, Bajo Pachitea, Pata y Shebonya.

Algunas características de la subcuenca Ayamira, cuyo del río mismo nombre recorre las cercanías de la zona de estudio, se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12: Características de Subcuenca Ayamira**

<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	419.1
<b>Altitud mínima (msnm)</b>	182
<b>Altitud máxima (msnm)</b>	2100
<b>Altitud media (msnm)</b>	862.2
<b>Temperatura mínima multianual</b>	18.5
<b>Temperatura máxima multianual</b>	28.4
<b>Temperatura promedio multianual</b>	23.5
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	32.3
<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	419.1
<b>Rendimiento (lps/km<sup>2</sup>)</b>	77.2
<b>Oferta media (hm<sup>3</sup>/año)</b>	1013.8
<b>Oferta media (m<sup>3</sup>/s)</b>	32.1
<b>Oferta media anual (hm<sup>3</sup>/año)</b>	1013.8

FUENTE: Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea (ANA, 2019).

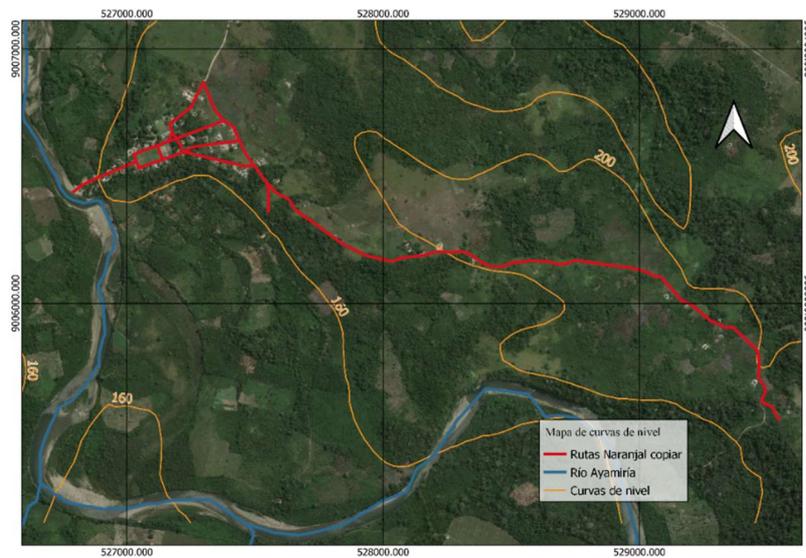
#### 4.1.3.4 Pendientes

En la cuenca Pachitea, las pendientes más empinadas pertenecen a la parte alta de la cuenca con pendientes que superan el 50%, mientras las pendientes más suaves están localizadas alrededor de las cuencas media y baja con pendiente que varían de moderadamente empinados (15-25%) a planos ligeramente inclinados (0-4%) (ANA, 2019).

#### 4.1.3.5 Unidades fisiográficas

Las unidades de paisaje que se encuentran en la zona de estudio son las planicies fluviales y las laderas de colinas. Las primeras se caracterizan por ser terrazas fluviales bajas inundables de pendiente plana a casi plana (0-2%) mientras las segundas son laderas de colinas ligeramente inclinadas de pendiente ligeramente inclinada (2-4%) (INRENA, 1994).

Las curvas de nivel de la zona de estudio se observan en la Figura 8.



**Figura 8. Curvas de nivel de la Comunidad El Naranjal**

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.1.3.6 Geomorfología

La zona de estudio está conformada por colinas y lomadas bajas disectadas, las primeras morfológicamente, están caracterizadas por presentar un relieve suave, que conforma una agrupación de colinas bajas con pendiente moderada y crestas subredondeadas. Litológicamente están conformadas por rocas del cretáceo cubiertas de depósitos del cuaternario reciente; las segundas se localizan a lo largo de los cauces de algunos ríos, comprendiendo áreas relativamente planas, de escaso relieve, las cuales se encuentran delimitada por colinas y están constituidas por depósitos fluvio-aluviales consolidados, compuestos de limos y arcillas, que fueron depositados como resultado de procesos fluviales y de acumulación relacionados a períodos de cambios climáticos (ANA, 2019).

#### **4.1.3.7 Hidrogeología**

La formación hidrogeológica predominante en la zona de estudio es el Acuitardo Sedimentario: compuesta por acuíferos locales (detríticos o fisuradas) o regiones sin agua subterránea con cantidad apreciable, formaciones generalmente sin acuíferos (permeabilidad muy baja) (ANA, 2019).

Según las características hidrogeológicas en la zona de estudio se encuentran depósitos del Paleógeno-Neógeno (depósitos aluviales, fluvio-glaciares y depósitos pleistocenos), así como rocas sedimentarias del Mesozoico (calizas del Pucará, areniscas de las formaciones Sarayaquillo, areniscas y calizas del Grupo Oriente y formaciones Chonta y Vivian) (GOREHCO, 2016).

#### **4.1.3.8 Geología**

El comité de Zonificación Ecológica y Económica- ZEE de la Región Huánuco, en su evaluación geotécnica de los suelos identificó un porcentaje elevado de rocas sedimentarias, tales como areniscas, lutitas, calizas y margas, así como rocas volcánicas sedimentarias; otro grupo importante de rocas intrusivas, principalmente pórfidos y en menor medida gabros, granitos y monzogranitos. Por otro lado, en las riberas de los ríos Huallaga y Pachitea, y sus principales afluentes se encuentran depósitos inconsolidados de origen aluvial y coluvioaluvial. Otra formación extensa aparece al oeste de la provincia Marañón, conformada por rocas metamórficas, predominantemente esquistos y micaesquistos.

La ZEE de la Región Huánuco, según las Cartas geológicas en escala 1:100 000 del INGEMMET, las formaciones rocosas de la zona de estudio corresponden a las siguientes:

- Familia Yahuarango (P-y): Areniscas en estratos gruesos a medianos, marrón rojizo claro intercalado con limoarcillitas, purpura rojizas, en partes abigarradas
- Familia Pozo (P-p): del Grupo Huayabamba

#### **4.1.3.9 Clasificación de suelos**

Según la clasificación de suelos elaborada por ONERN, se identifica al suelo de la zona de estudio como Cambisol dístico- Alisol Háplico (CMD- ALh), los cambisoles son suelos que exhiben un grado mínimo de desarrollo y se asocian con materiales de reciente deposición, presentan un buen potencial agrícola, aunque sus limitaciones principales son su poca profundidad y el exceso de piedras superficiales (ANA, 2019); mientras que para muchos

alisoles los niveles tóxicos de Aluminio sólo permiten realizar cultivos de raíces superficiales y los cultivos sufren de stress hídrico en la estación seca. Es común el uso de cultivos tolerantes a acidez o el pastoreo de bajo volumen (FAO, 2008).

#### **4.1.3.10 Zonas de Vida**

Según el MINAM, la zona de estudio pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical, la cual se ubica en la región latitudinal tropical del país, su distribución geográfica es amplia y tipifica la denominada Selva Baja, por debajo de los 350 m.s.n.m, pudiendo llegar hasta 650 metros de altura en el sector del río Huallaga Central (INRENA, 1995).

Esta zona de vida se encuentra, a una altitud entre los 250 a 800 msnm y su biotemperatura media anual está entre los 24 a 26 °C. Su régimen de precipitación se encuentra entre 2500 a 3000 mm de lluvia total anual. Abarca un área 247.32 km<sup>2</sup> y representa el 0.86% del total de la superficie de la cuenca de Pachitea. La zona latitudinal corresponde a zona tropical, el piso altitudinal es Bosque basal (ANA,2019).

#### **4.1.3.11 Cobertura vegetal**

Según el MINAM, la cobertura vegetal de la zona de estudio comprende:

- Bosque de Colina Alta (Bca): tiene un paisaje dominado por colinas altas, de 80 m hasta los 300 m de altura respecto a su base y con pendiente generalmente superior a 50 %, se originan generalmente por erosión de la antigua acumulación aluvial (anteriores niveles de terraza) (MINAM, 2015).
- Bosque de Colina Baja (Bcb): conformada por los bosques desarrollados en dos tipos de geoformas (colinas bajas y lomadas) (MINAM, 2015).
- Bosque de Terraza Baja (Btb): se encuentra en la llanura aluvial de la selva baja, ocupando las terrazas bajas tanto recientes como sub-recientes (inundables) y las terrazas antiguas o terrazas medias (no inundables). Se ubican por debajo de los 5 m de altura respecto al nivel de las aguas y con pendiente de 0-2 %, formadas por sedimentos aluviónicos provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas que discurren, depositados en el Cuaternario (MINAM, 2015).
- Áreas de no bosque amazónico (Ano-ba): Se ubica en la región Amazónica y comprende las áreas que fueron desboscadas y hoy convertidas en áreas agropecuarias de vegetación secundaria, es decir, actualmente con cultivos agrícolas y pastos cultivados; asimismo, comprenden todas las áreas cubiertas actualmente con

vegetación secundaria hasta que retorne la fertilidad natural del suelo, para ser nuevamente aprovechada (MINAM, 2015).

#### 4.1.3.12 Capacidad de uso mayor del suelo

La Capacidad de Uso Mayor (CUM), es la aptitud natural para producir en forma constante, bajo tratamientos continuos y usos específicos, según el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (DS N° 017-2009-AG), la zona de estudio cuenta con:

- **Tierras aptas para cultivos en limpio (A):** La subclase A3si, corresponde a las tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja; que presentan limitaciones por suelos debido a la fertilidad natural, y riesgos de inundación periódica o eventual en función de la periodicidad de las épocas de lluvia. Está conformada por suelos moderadamente profundos a profundos, textura moderadamente gruesa a moderadamente fina, buen drenaje interno, escurrimiento superficial lento, fuertemente ácida a ligeramente alcalina y bajo a medio en contenido de materia orgánica, algunas de las especies cultivables en este suelo son principalmente maíz amarillo duro, seguido de soya, yuca, maní, arroz, caña de azúcar, cucurbitáceas y algunas hortalizas adaptadas al medio. Se recomienda la incorporación de abonos orgánicos, como el estiércol de ganado vacuno o residuos de cosecha y abonos verdes en base a especies de leguminosas; con la finalidad de mejorar las propiedades físicas del suelo e incrementar la fuente de nutrientes minerales.
- **Tierras aptas para cultivos permanentes (C):** La subclase C3se, Corresponde a las tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja que presentan limitaciones por suelos y riesgos de erosión. Está conformada por suelos profundos a moderadamente profundos, de textura moderadamente fina a media, o moderadamente gruesa; drenaje natural bueno a moderado, algunas de las especies cultivadas en este suelo son Cítricos, papaya, plátano, cacao, entre otros. Las limitaciones de uso de esta categoría están referidas a la baja fertilidad, y desbalance nutricional debido a los niveles de nitrógeno y fósforo respecto a los de potasio, así como a los riegos de erosión debido a la pendiente predominante.
- **Cuerpos de Agua:** O\*, considerando el río Ayamiría.

Por otro lado, la CUM según la ONERN, la zona de estudio se clasifica como Tierra apta para cultivo en limpio (intensivo-arable) con limitación por suelo y clima por su calidad agrológica media y tierra apta para pastos limitada por la erosión, con asociación A2sc - P2s - C2es.

#### **4.1.3.13 Uso actual del suelo**

Según el Uso actual de tierra de la provincia Puerto Inca, los usos del suelo en la zona de estudio actualmente son:

- Áreas agrícolas heterogéneas: Específicamente mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, comprende superficies ocupadas por cultivos y pastos en combinación con coberturas naturales. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30 % y el 70 % de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos u otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que permanecen en estado natural o casi natural.
- Bosques: Específicamente el Bosque denso bajo, cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros (IGAC, 1999). En la provincia de Puerto Inca se determinaron 103,241.25 has, lo que representa el 9.61 % del territorio.
- Aguas continentales: específicamente el río Ayamiría, una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiada aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros (río Ayamiría).

#### **4.1.3.14 Medio Biológico**

Según la ZEE de la Región Huánuco, en la provincia de Puerto Inca se encuentran un total de 1,377 especies de plantas distribuidas en gran parte del distrito de Puerto Inca y Codo del Pozuzo; 1,227 especies de plantas que provienen de los bosques basales ubicados en el distrito de Puerto Inca, Codo del Pozuzo, Honoria y Yuyayapis; algo más de 900 plantas (mediana diversidad) provenientes de los bosques sub montanos del distrito de codo del

Pozuzo y Honoria y una cobertura de conservación de las áreas naturales protegidas con menos del 50% de las áreas prioritarias para la conservación.

Por otro lado, en la Provincia de Puerto Inca existe un Área Natural Protegida denominada Reserva Comunal El Sira, la cual tiene 203 especies de aves, especies endémicas que habitan en la Cordillera El Sira, existen pueblos indígenas asentados como el Asháninka, Ashénink, Yánesha y Shipibo-Conibo. En especies de flora se registraron 40 especies entre ellas *Anacardium occidentale*, *Annona squamosa*, *Artocarpus communis*, *Carica pubescens*, *Inga edulis*, entre otros).

En los últimos años los gobiernos locales también han mostrado su interés en la conservación de áreas importantes de bosque para el mantenimiento de áreas de cabecera que proveen de agua a sus distritos y para promover el turismo en su ámbito (ANA,2019).

#### **4.1.3.15 Áreas Naturales Protegidas**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la zona de amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira, la cual se ubica a 13 km de distancia.

La reserva Comunal El Sira fue establecida el 23 de junio de 2001 según su Plan Maestro, con 613,813 has, Aparte del área que corresponde a comunidades nativas se extiende a otro 18% de la cuenca. Esta reserva comunal representa una enorme fuente de captación de humedad (nubosidades que chocan con la cordillera precipitándose la humedad del ambiente), quebradas y riachuelos forman cauces diversos y alimentan a los ríos Ucayali y Pachitea.

El SERNANP, ratifica la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira mediante Resolución Presidencial N° 044-2009-SERNANP publicada el 03 de Junio del 2010, la cual está ubicada en los departamentos de, Junín, Pasco, Ucayali y Huánuco.

El SERNANP identificó amenazas sobre ecosistemas de transición (bmh-PT a bh-T) conocidos localmente como “pendiente” o “falda del Sira”, la mayoría de los casos en la zona de amortiguamiento mediante el Plan Maestro de la Reserva Comunal El Sira (RCS), entre las principales actividades que amenazan los ecosistemas de la RCS está la Construcción de vías de comunicación no planificadas (trochas carrozables de Tournavista a Santa Cecilia de Pacache).

#### 4.1.4 Aspectos socioeconómicos

##### 4.1.4.1 Estructura de la población

El distrito de Tournavista, según el censo de 2017, contaba con una población de 5447 habitantes.

**Tabla 13: Población censada por sexo y edad en el distrito Tournavista**

	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Total	5 447	3 056	2 391
Menores de 1 año	114	57	57
De 1 a 4 años	536	270	266
De 5 a 9 años	656	329	327
De 10 a 14 años	570	289	281
De 15 a 19 años	458	223	235
De 20 a 24 años	403	206	197
De 25 a 29 años	444	256	188
De 30 a 34 años	409	253	156
De 35 a 39 años	392	243	149
De 40 a 44 años	363	233	130
De 45 a 49 años	278	179	99
De 50 a 54 años	243	163	80
De 55 a 59 años	204	133	71
De 60 a 64 años	147	83	64
De 65 y más años	230	139	91

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

**Tabla 14: Población censada en viviendas particulares por grupos de edad y tipo de vivienda en el distrito Tournavista**

Tipo de vivienda	Total	Grupos de edad					
		Menores de 1 año	1 a 14 años	15 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
<b>Total</b>	<b>4981</b>	<b>114</b>	<b>1762</b>	<b>1175</b>	<b>950</b>	<b>768</b>	<b>226</b>
Casa independiente	4924	113	1732	1167	941	753	218
Choza o cabaña	53	1	16	8	7	14	7
Local no destinado para hab. humana	4	-	-	-	2	1	1

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### 4.1.4.2 Características de la vivienda

La vivienda está asociada a las condiciones de vida de los hogares y la población en general, se describirán las principales características de las viviendas en el ámbito del Distrito Tournavista en las Tablas 15, 16 y 17, conforme al Censo Nacional de población 2017 realizado por INEI:

**Tabla 15: Viviendas particulares y población por área y tipo de vivienda en el Distrito Tournavista**

Tipo de vivienda	N° viviendas	Área		Población censada	Área	
		Urbana	Rural		Urbana	Rural
<b>Total</b>	<b>1 683</b>	-	<b>1 683</b>	<b>4981</b>	-	<b>4981</b>
Casa independiente	1 659	-	1 659	4924	-	4924
Choza o cabaña	21	-	21	53	-	53
Local no destinado para hab. humana	3	-	3	4	-	4

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

**Tabla 16: Población por área y tipo de vivienda colectiva en el Distrito Tournavista**

Tipo de vivienda	Población censada	Área	
		Urbana	Rural
Total	466	-	466
Vivienda colectiva	454	-	454
Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión	58	-	58
Establecimiento de salud	8	-	8
Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.	10	-	10
Otro 1/	378	-	378
Otro tipo	12	-	12
Garita, puerto, aeropuerto o similares	12	-	12

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

**Tabla 17: Viviendas particulares por condición de ocupación de la vivienda en el Distrito Tournavista**

Condición de ocupación	Nº de viviendas
<b>Total</b>	<b>1 683</b>
<b>Total ocupada</b>	<b>1 537</b>
Con personas presentes	1 397
Con personas ausentes	94
De uso ocasional	46
<b>Total desocupada</b>	<b>146</b>
En alquiler o venta	2
En construcción o reparación	19
Abandonada o cerrada	77
<b>Otra causa 1/</b>	<b>48</b>

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

A continuación, se presentan algunos datos relacionados con el abastecimiento del agua, servicio de alcantarillado y el acceso a servicios de alumbrado eléctrico.

#### 4.1.4.3 Servicios Básicos

##### 4.1.4.3.1 Servicios de Agua

El distrito de Tournavista tiene una dotación del 30.06% de viviendas del servicio de agua potable (red pública dentro y fuera de la vivienda y pilón), mientras el 23.34% se abastece de pozos y el 43.59% de río, acequia, lago o laguna, como se puede observar en la Tabla 18.

**Tabla 18: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por procedencia del agua en el Distrito Tournavista**

Tipo de procedencia del agua	Nº Viviendas	Ocupantes presentes
<b>Total</b>	1 397	4981
Red pública dentro de la vivienda	227	876
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	158	628
Pilón o pileta de uso público	35	127
Camión-cisterna u otro similar	2	9
Pozo	326	1257
Manantial o puquio	25	74
Río, acequia, lago, laguna	609	1965
Otro1/	15	45

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

De las viviendas con acceso a la red pública de agua, el 67.62% dispone del servicio de agua todos los días de la semana como se muestra en la Tabla 19 y la Tabla 20 detalla el número de días que las viviendas disponen del servicio mencionado.

**Tabla 19: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por disponibilidad del servicio de agua por Red Pública en el Distrito Tournavista**

	Total	Disponen del servicio de agua todos los días de la semana	
		Sí	No
<b>Viviendas particulares</b>	420	284	136
<b>Ocupantes presentes</b>	1631	1129	502

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

**Tabla 20: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por número de días que disponen del servicio de agua, en el Distrito Tournavista**

<b>N° de días a la semana que disponen de servicio de agua por red pública</b>	<b>N° Viviendas</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
<b>Total</b>	420	1631
1	8	24
2	26	100
3	70	262
4 a 6	32	116
7	284	1129

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

Por otro lado, el detalle de las horas al día se describe en la Tabla 21.

**Tabla 21: Viviendas particulares con ocupantes presentes y población por número de horas al día de servicio de agua en el Distrito Tournavista**

<b>¿Disponen de servicio de agua por red pública?</b>	<b>SÍ</b>		<b>NO</b>	
	<b>N° Viviendas</b>	<b>Ocupantes presentes</b>	<b>N° Viviendas</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
<b>N° de horas al día que disponen del servicio de agua por red pública</b>				
<b>Total</b>	284	1129	136	502
1 a 3	250	1010	126	474
4 a 6	11	40	8	24
7 a 9	-	-	1	3
10 a 12	1	1	-	-
13 a 15	1	6	-	-
16 a 18	-	-	-	-

Continuación ...

19 a 21	2	4	1	1
22 a 24	19	68	-	-

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### 4.1.4.3.2 Servicio de Desagüe

El distrito de Tournavista tiene una dotación del 3.79% de viviendas del servicio de desagüe (red pública dentro y fuera de la vivienda), mientras el 363.39% tiene su servicio higiénico conectado a una letrina, el 26.70% a un pozo ciego y el 24.48% al campo abierto o al aire libre como se puede observar en la Tabla 22.

**Tabla 22: Viviendas particulares con ocupantes presentes por disponibilidad de servicio higiénico en el Distrito Tournavista**

Servicio higiénico conectado a:	N° Viviendas	Ocupantes presentes
<b>Total</b>	1 397	4 981
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	25	81
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	28	107
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	82	308
Letrina	507	1869
Pozo ciego o negro	373	1351
Río, acequia, canal o similar	12	40
Campo abierto o al aire libre	342	1133
Otro 1/	28	92

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### 4.1.4.3.3 Alumbrado eléctrico

El distrito de Tournavista cuenta con una cobertura de solo el 30.92% de viviendas del servicio, como se puede observar en la Tabla 23.

**Tabla 23: Viviendas particulares con ocupantes presentes por disponibilidad de alumbrado eléctrico en el Distrito Tournavista**

	Dispone de alumbrado eléctrico por red pública		Total
	Sí	No	
Viviendas particulares	432	965	1397
Ocupantes presentes	1679	3302	4981

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

En la siguiente tabla 24 se describe la relación entre el alumbrado eléctrico y el tipo de procedencia del agua en el Distrito Tournavista.

**Tabla 24: Viviendas particulares con ocupantes presentes por disponibilidad de alumbrado eléctrico y tipo de procedencia del agua en el Distrito Tournavista**

Tipo de procedencia del agua	Total	Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	
		Sí	No
<b>Total</b>	1 397	432	965
Red pública dentro de la vivienda	227	181	46
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	158	124	34
Pilón o pileta de uso público	35	17	18
Camión- cisterna u otro similar	2	1	1
Pozo	326	63	263
Manantial o puquio	25	1	24
Río, acequia, lago, laguna	609	36	573
Otro 1/	15	9	6

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### 4.1.4.4 Servicios y medios de transporte

Los servicios y los medios de transporte más frecuentes que poseen los hogares son teléfono celular (59.7%), conexión a TV por cable o satelital (20.47%), motocicleta (19.76%) y lancha, bote, motor o pequepeque, canoa (17.13%) mientras que el 29% no posee ninguno de los servicios y medios de transporte mencionados.

**Tabla 25: Hogares con ocupantes presentes por tipo de servicios y medios de transporte en el Distrito Tournavista**

<b>Tipo de servicios y medios de transporte</b>	<b>N° Hogares</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
<b>Total</b>	1 407	4 981
Teléfono celular	840	3000
Teléfono fijo	12	38
Conexión a TV por cable o satelital	288	1145
Conexión a internet	15	56
Automóvil, camioneta	30	110
Motocicleta	278	1031
Lancha, bote, motor o pequepeque, canoa	241	940
Ninguno	408	1378

**FUENTE:** Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### **4.1.4.5 Tipo de combustible para cocinar**

Los tipos de combustible que utilizan para cocinar alimentos en el Distrito Tournavista son: electricidad, gas (balón GLP), carbón, leña y bosta/estiércol, siendo el más popular el uso de la leña (ver tabla 26).

**Tabla 26: Hogares con ocupantes presentes por tipo de combustible que utilizan para cocinar alimentos en el Distrito Tournavista**

<b>Energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar</b>	<b>N° Hogares</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
<b>Total</b>	1 407	4 981
Electricidad	9	49
Gas (balón GLP)	638	2340
Carbón	19	91
Leña	1096	4052
Bosta, estiércol	-	-
Otros 1/	-	-
No cocinan	29	36

**FUENTE:** Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### 4.1.4.6 Material de construcción

El material de construcción predominante en las paredes exteriores en el distrito Tournavista es la madera (pona, tornillo, etc.) con 92.13% de viviendas con este material, mientras sólo el 3.22% de viviendas es de ladrillo o bloque de cemento.

**Tabla 27: Viviendas particulares con ocupantes presentes por material de construcción predominante en las paredes exteriores en el Distrito Tournavista**

<b>Material de Construcción predominante en paredes exteriores</b>	<b>Nº Viviendas</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
<b>Total</b>	1 397	4 981
Ladrillo o bloque de cemento	45	162
Piedra o sillar con cal o cemento	1	2
Adobe	32	88
Tapia	1	5
Quincha (caña con barro)	9	27
Piedra con barro	4	17
Madera (pona, tornillo, etc.)	1 287	4 609
Triplay / calamina / estera	18	71

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

El material de construcción predominante en los techos en el distrito Tournavista son las planchas de calamina, fibra de cemento o similares con 67.64% de viviendas con este material, paja, hoja de palmera y similares con 28.63% mientras sólo el 0.57 % de viviendas con concreto armado (ver tabla 28).

**Tabla 28: Viviendas particulares con ocupantes presentes por material de construcción predominante en los techos en el Distrito Tournavista**

<b>Material de Construcción predominante en los techos</b>	<b>Nº Viviendas</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
<b>Total</b>	1 397	4 981
Concreto armado	8	28
Madera	37	118
Tejas	3	10

Continuación ...

Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	945	3461
Caña o estera con torta de barro o cemento	2	3
Triplay / estera / carrizo	2	3
Paja, hoja de palmera y similares	400	1358

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

El material de construcción predominante en los pisos en el distrito Tournavista es la madera (pona, tornillo, etc.) con 69.58% de viviendas con este material, cemento con 16.61% mientras que el 13.46 % de viviendas con tierra (ver tabla 29).

**Tabla 29: Viviendas particulares con ocupantes presentes por material de construcción predominante en los pisos en el Distrito Tournavista**

<b>Material de Construcción predominante en los pisos</b>	<b>Nº Viviendas</b>	<b>Ocupantes presentes</b>
Total	1 397	4 981
Parquet o madera pulida	-	-
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	-	-
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	5	17
Madera (pona, tornillo, etc.)	972	3523
Cemento	232	817
Tierra	188	624
Otro material 1/	-	-

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018).

#### **4.1.4.7 Aspectos económicos**

Según la ZEE de la Región Huánuco, el 65.72%, 77.9%, 79% y 83.87% de los pobladores de las provincias Leoncio Prado, Marañón, Puerto Inca y Huánuco respectivamente tiene como principal actividad económica la agricultura.

Dentro de la provincia de Puerto Inca, la extensión de sus pastos naturales propicia al desarrollo de la actividad pecuaria, principalmente de ganado vacuno, con una producción que representa el 9 % del total nacional, seguido del ganado porcino y ovino.

## 4.1.5 Aspectos sociales

### 4.1.5.1 Pobreza

En relación a los indicadores de bienestar social, según la ZEE de la Región Huánuco, a pesar de la tendencia decreciente en los niveles de entre el 2008 y 2014, las tasas de pobreza aún se mantienen por encima del nivel nacional, por lo que es necesario mantener el dinamismo económico que ha venido mostrando la región.

### 4.1.5.2 PEA

El porcentaje de la PEA de 14 y más años de edad en el Distrito de Tournavista es del 67.27 %, del cual el 39.77 % representa la PEA ocupada, mientras que el 1.19 % lo conforman la PEA desocupada y el 26.31 % está conformado por la No PEA (ver Tabla 30).

**Tabla 30: Población censada en edad a trabajar por grupos de edad en el distrito Tournavista según condición de actividad económica**

	Grupos de edad				
	Total	14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
<b>Total</b>	3664	1398	1164	872	230
Hombres	2160	734	729	558	139
Mujeres	1504	664	435	314	91
<b>PEA</b>	2 231	676	816	634	105
Hombres	1 810	527	678	514	91
Mujeres	421	149	138	120	14
<b>Ocupada</b>	2 166	647	791	624	104
Hombres	1 773	510	665	508	90
Mujeres	393	137	126	116	14
<b>Desocupada</b>	65	29	25	10	1
Hombres	37	17	13	6	1
Mujeres	28	12	12	4	-
<b>NO PEA</b>	1 433	722	348	238	125
Hombres	350	207	51	44	48
Mujeres	1 083	515	297	194	77

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

El nivel educativo alcanzado por la población del distrito Tournavista en edad a trabajar es del 43.45% con nivel secundario y 38.26% con nivel primario (ver tabla 31).

**Tabla 31: Población censada en edad de trabajar por nivel educativo alcanzado en el distrito Tournavista**

<b>Nivel educativo alcanzado</b>	<b>Total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>Sin nivel</b>	223	66	157
<b>Inicial</b>	5	4	1
<b>Primaria</b>	1402	763	639
<b>Secundaria</b>	1592	989	603
<b>Básica especial</b>	-	-	-
<b>Sup. No Univ. Incompleta</b>	103	72	31
<b>Sup. No Univ. Completa</b>	170	137	33
<b>Sup. Univ. Incompleta</b>	46	33	13
<b>Sup. Univ. Completa</b>	112	85	27
<b>Maestría / Doctorado</b>	11	11	-

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

La condición de alfabetismo de la población con edad de trabajar del distrito Tournavista es del 92.60% que sabe leer y escribir.

**Tabla 32: Población censada en edad de trabajar por condición de alfabetismo en el distrito Tournavista**

		<b>Condición de alfabetismo</b>	
		<b>Sabe leer y escribir</b>	<b>No sabe leer</b>
<b>Total</b>	3664	3393	271
<b>Hombres</b>	2160	2080	80
<b>Mujeres</b>	1504	1313	191

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

El 72.03% de la población censada en edad de trabajar se autoidentifican como mestizos, el 14.19% de autoidentifica con la etnia quechua y el 4.78% se autoidentifica como nativo indígena de la Amazonía como describe la tabla 33.

**Tabla 33: Población censada en edad de trabajar por autoidentificación étnica en el distrito Tournavista**

<b>Autoidentificación étnica</b>	<b>Total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>Total</b>	3664	2160	1504
<b>Quechua</b>	520	269	251
<b>Aimara</b>	17	10	7
<b>Nativo indígena de la Amazonía</b>	175	95	80
<b>Perteneciente o parte de otro pueblo, indígena u originario</b>	-	-	-
<b>Negro, moreno, zambo, mulato/ pueblo afroperuano o afrodescendiente</b>	108	66	42
<b>Blanco</b>	82	56	26
<b>Mestizo</b>	2639	1594	1045
<b>Otro</b>	3	2	1
<b>No sabe / no responde</b>	120	68	52

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

#### 4.1.5.3 Autoidentificación étnica

El 4.92% de la población censada mayor de 12 años se autoidentifican como nativo indígena de la Amazonía, de los cuales el 1.13% se encuentra entre 15 a 24 años y el 0.97% entre 35 a 44 años tal como se muestra en la tabla 34.

**Tabla 34: Autoidentificación étnica de población censada por grupos de edad en el distrito Tournavista**

<b>Autoidentificación étnica</b>	<b>Total</b>	<b>12 a 14 años</b>	<b>15 a 24 años</b>	<b>25 a 34 años</b>	<b>35 a 44 años</b>	<b>45 a 54 años</b>	<b>55 a 64 años</b>	<b>65 y más años</b>
<b>Total</b>	3903	332	861	853	755	521	351	230
<b>Quechua</b>	530	16	66	94	124	108	77	45
<b>Aimara</b>	17	-	3	2	4	3	-	5

Continuación ...

<b>Nativo indígena de la Amazonía</b>	192	21	44	34	38	26	19	10
<b>Pertenciente o parte de otro pueblo, indígena u originario</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Negro, moreno, zambo, mulato/ pueblo afroperuano o afrodescendiente</b>	113	10	27	27	20	16	9	4
<b>Blanco</b>	87	5	18	23	22	10	6	3
<b>Mestizo</b>	2834	273	647	649	532	345	231	157
<b>Otro</b>	3	-	-	1	1	-	-	1
<b>No sabe / no responde</b>	127	7	56	23	14	13	9	5

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

El 87.5% de la población censada mayor de 12 años autoidentificada como nativo indígena de la Amazonía sabe leer y escribir tal como se muestra en la tabla 35.

**Tabla 35: Población censada por autoidentificación étnica y condición de alfabetismo en el distrito Tournavista**

<b>Autoidentificación técnica</b>	<b>Total</b>	<b>Condición de alfabetismo</b>	
		<b>Sabe leer y escribir</b>	<b>No sabe leer y escribir</b>
<b>Total</b>	3903	3631	272
<b>Quechua</b>	530	424	106
<b>Aimara</b>	17	16	1
<b>Nativo indígena de la Amazonía</b>	192	168	24

Continuación ...

<b>Perteneciente o parte de otro pueblo, indígena u originario</b>	-	-	-
<b>Negro, moreno, zambo, mulato/ pueblo afroperuano o afrodescendiente</b>	113	103	10
<b>Blanco</b>	87	83	4
<b>Mestizo</b>	2834	2721	113
<b>Otro</b>	3	3	-
<b>No sabe / no responde</b>	127	113	14

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

El 86.98% de la población censada mayor de 12 años autoidentificada como nativo indígena de la Amazonía no asiste actualmente a una institución educativa como se muestra en la tabla 36.

**Tabla 36: Población censada de 12 y más años de edad por autoidentificación étnica y asistencia a una institución educativa en el distrito Tournavista**

<b>Autoidentificación técnica</b>	<b>Total</b>	<b>Asistencia a una institución educativa</b>	
		<b>Asiste actualmente</b>	<b>No asiste</b>
<b>Total</b>	3903	573	3330
<b>Quechua</b>	530	40	490
<b>Aimara</b>	17	1	16
<b>Nativo indígena de la Amazonía</b>	192	25	167
<b>Perteneciente o parte de otro pueblo, indígena u originario</b>	-	-	-
<b>Negro, moreno, zambo, mulato/ pueblo afroperuano o afrodescendiente</b>	113	19	94
<b>Blanco</b>	87	11	76

Continuación ...

<b>Mestizo</b>	2834	457	2377
<b>Otro</b>	3	-	3
<b>No sabe / no responde</b>	127	20	107

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

#### 4.1.6 Aspectos de salud

En la tabla 37 se presenta a la población con algún tipo de seguro de salud (Seguro Integral de Salud SIS, ESSALUD y otro seguro de Salud y/o Seguro Privado) para el año 2017:

**Tabla 37: Población censada por afiliación a algún tipo de seguro y grupos de edad en el Distrito Tournavista**

Grupos de edad	Total	Afiliado a algún seguro de salud					Ninguno
		Seguro Integral de Salud (SIS)	ESSALUD	Seguro de fuerzas armadas o policiales	Seguro privado de salud	Otro seguro 1/	
<b>Total</b>	5447	3570	438	18	96	12	1364
<b>Menores de 1 año</b>	114	103	1	-	-	-	10
<b>De 1 a 14 años</b>	1762	1459	44	-	-	1	258
<b>De 15 a 29 años</b>	1305	828	71	9	13	1	388
<b>De 30 a 44 años</b>	1164	596	202	4	56	4	336
<b>De 45 a 64 años</b>	872	434	108	5	26	6	305
<b>De 65 y más años</b>	230	150	12	-	1	-	67

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

Los insumos de curación utilizados por los pobladores de la comunidad nativa El Naranjal en caso de enfermedad son las plantas medicinales y los medicamentos. Por otro lado, las

enfermedades y/o accidentes más comunes (últimos 12 meses) son desnutrición, anemia, mordeduras de serpiente, según el Censo de Comunidades Nativas (INEI,2018).

La prestación de los servicios de salud en el distrito de Tournavista se imparte en los Centros de Salud y las postas médicas de salud, sin embargo, la comunidad El Naranjal no cuenta con posta médica implementada.

#### 4.1.7 Aspectos educativos

En el ámbito de la educación, la educación básica escolar se imparte tanto en el distrito de Tournavista como en la comunidad El Naranjal.

El nivel educativo alcanzado de 3 a más años en el Distrito de Tournavista es del 42.99% de los pobladores nivel primario, el 32.61% alcanzo el nivel secundario y el 8.81% no alcanzo ningún nivel, como se muestra en la Tabla 38.

**Tabla 38: Población censada de 3 y más años de edad por grupos de edad y nivel educativo en el distrito Tournavista**

Nivel educativo alcanzado	Total	Grupos de edad							
		3 a 4 años	5 a 9 años	10 a 14 años	15 a 19 años	20 a 29 años	30 a 39 años	40 a 64 años	65 y más años
<b>Total</b>	5094	297	656	570	458	847	801	1235	230
<b>Sin nivel</b>	449	172	54	-	5	10	27	126	55
<b>Inicial</b>	352	125	222	2	2	1	-	-	-
<b>Primaria</b>	2190	-	380	430	96	255	311	576	142
<b>Secundaria</b>	1661	-	-	138	341	458	310	386	28
<b>Sup. No univ. Incompleta</b>	103	-	-	-	7	35	35	26	-
<b>Sup. No univ. Completa</b>	170	-	-	-	-	49	60	59	2
<b>Sup. Univ. Incompleta</b>	46	-	-	-	7	17	13	9	-

Continuación ...

<b>Sup. Univ. Completa</b>	112	-	-	-	-	20	43	46	3
<b>Maestría / Doctorado</b>	11	-	-	-	-	2	2	7	-

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

La condición de alfabetismo de los pobladores de 3 a más años en el Distrito de Tournavista, para los pobladores de 40 a 64 años que saben leer y escribir es del 25.21% y del 19.30% para los pobladores de 20 a 29 años, como se muestra en la Tabla 39.

**Tabla 39: Población censada de 3 y más años de edad por grupos de edad y condición de alfabetismo en el distrito Tournavista**

Grupos de edad	Total	Condición de alfabetismo	
		Sabe leer y escribir	No sabe leer ni escribir
<b>Total</b>	5094	4300	794
<b>3 a 4 años</b>	297	-	297
<b>5 a 9 años</b>	656	434	222
<b>10 a 14 años</b>	570	565	5
<b>15 a 19 años</b>	458	451	7
<b>20 a 29 años</b>	847	830	17
<b>30 a 39 años</b>	801	766	35
<b>40 a 64 años</b>	1235	1084	151
<b>65 y más años</b>	230	170	60

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

Los pobladores de 3 a más años en el Distrito de Tournavista que asisten a una educación educativa es del 38.66% para los pobladores de 5 a 9 años y del 33.25% para los pobladores de 10 a 14 años, como se muestra en la Tabla 40.

**Tabla 40: Población censada de 3 y más años de edad por grupos de edad y asistencia a una institución educativa en el distrito Tournavista**

Grupos de edad	Total	Asistencia a una institución educativa	
		Asiste actualmente	No asiste
<b>Total</b>	5094	1547	3547
<b>3 a 4 años</b>	297	149	148
<b>5 a 9 años</b>	656	598	58
<b>10 a 14 años</b>	570	516	54
<b>15 a 19 años</b>	458	229	229
<b>20 a 29 años</b>	847	28	819
<b>30 a 39 años</b>	801	20	781
<b>40 a 64 años</b>	1235	7	1228
<b>65 y más años</b>	230	-	230

FUENTE: Censo Nacional de Población 2017 (INEI, 2018)

Según el Padrón Web del Ministerio de Educación, la comunidad nativa El Naranjal posee un colegio de educación primaria de turno diurno y código modular N° 507129, cuyo número de alumnos y sexo para el año 2020, se muestra en la Tabla 41.

**Tabla 41: Número de alumnos y sexo en nivel primario de Colegio El Naranjal**

Grado	Hombres	Mujeres
<b>Total</b>	49	42
<b>1° Grado</b>	8	2
<b>2° Grado</b>	7	6
<b>3° Grado</b>	9	9
<b>4° Grado</b>	8	9
<b>5° Grado</b>	11	10
<b>6° Grado</b>	6	6

FUENTE: Padrón Web ESCALE (MINEDU, 2021)

Según el Informe Económico y Social Región Huánuco (2015), los indicadores educativos de la región Huánuco muestran una ligera mejora, sin embargo, en comparación con otras regiones con características socioeconómicas similares es muy inferior a la brecha avanzada en el resto del país.

#### 4.1.7.1 Educación ambiental

La municipalidad distrital de Tournavista cuenta con un programa Municipal de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental del 2019-2022, el cual busca contribuir al cumplimiento de la meta del 86.9% de hogares separan residuos sólidos al 2021, mediante la participación de las instituciones educativas públicas a través de los promotores ambientales escolares y la participación de personas naturales y/o representantes de juntas vecinales, organizaciones de la sociedad civil y organizaciones comunales a través de los promotores ambientales comunitarios.

#### 4.1.8 Riesgos naturales

La zona de estudio posee suelos de calidad agrológica baja, debido a limitaciones por suelo y erosión. Respecto a la erosión, la ANA determinó tasas brutas de erosión en la cuenca Ayamira según el método RUSLE, determinando área afectadas según grado de erosión mostrados en la Tabla 42.

**Tabla 42: Grado de erosión en la cuenca Ayamira**

% Área afectada según grado de erosión				TASA BRUTA (t/ha/año)
NINGUNA O LIGERA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA	
98%	2%	0%	0%	1.15

FUENTE: Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Pachitea (ANA, 2019)

#### 4.2 Situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Comunidad El Naranjal

Según la tesis doctoral “Propuesta metodológica basada en redes neuronales artificiales para la determinación de la gestión óptima de residuos sólidos urbanos” : aplicación en las localidades de Suba y Engativá de la ciudad de Bogotá (Colombia)” (Rodrigo, 2021), la cual tiene como objetivo establecer una metodología, basada en redes neuronales artificiales, para la determinación de la mejor alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos generados en las localidades de Suba y Engativá en Bogotá (Colombia).

Como resultado de la aplicación práctica presentada en las localidades de Suba y Engativá, se ha obtenido un modelo integrador de las diferentes etapas del proceso de gestión de una ciudad basado en redes neuronales de tipo LSTM. La propuesta metodológica planteada tiene en cuenta variables referentes a cantidad de población, cantidad de residuos sólidos

generados por ASE, costos de transporte, costos de disposición y posibles ingresos por comercialización de subproductos obtenidos en los procesos de tratamiento.

La tesis concluye, según los escenarios modelados que el escenario más favorable, tanto para la ciudad de Bogotá como para las localidades de estudio, es el que presenta como alternativas tecnológicas el compostaje de residuos separados en la fuente junto con la disposición final de los rechazos en relleno sanitario.

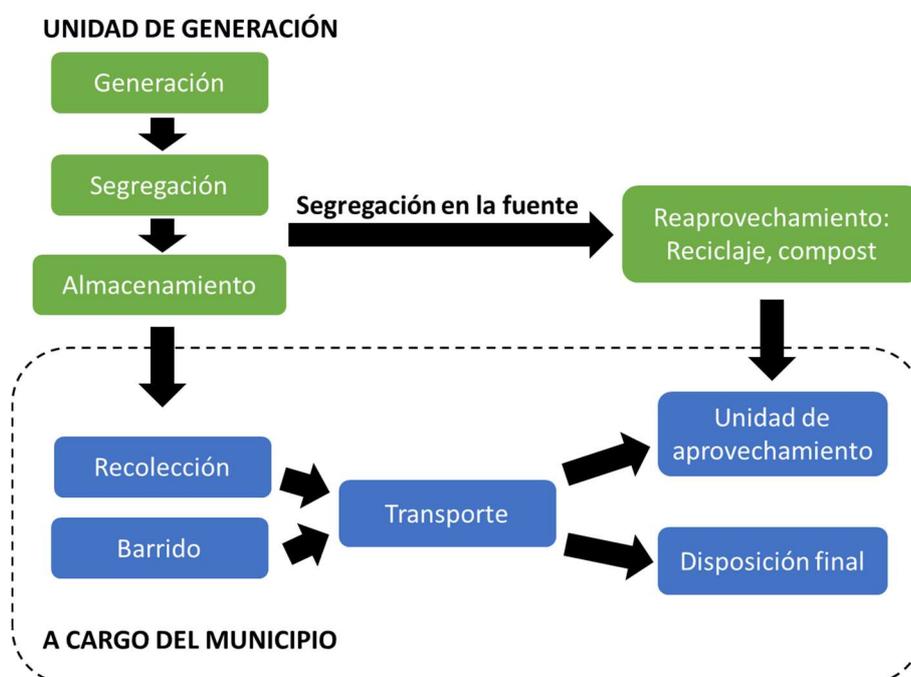
Se tomaron en consideración las variables tomadas de referencia en la tesis anteriormente citada en el desarrollo del diagnóstico de la situación actual de la Comunidad El Naranjal, así como los escenarios favorables identificados en dicha tesis doctoral.

#### 4.2.1 Marco legal local, provincial, regional y nacional

(se describe en la revisión bibliográfica de la presente tesis).

#### 4.2.2 Aspectos técnico-operativos

El análisis de los aspectos técnico operativos en base del ciclo de los residuos sólidos de la Figura 9, generación, almacenamiento y barrido, recolección, transporte, reaprovechamiento y disposición final.



**Figura 9: Ciclo de los residuos sólidos**

FUENTE: Elaboración propia.

#### **4.2.2.1 Registros de campo**

En primer lugar, se digitalizaron los registros de pesaje de residuos domiciliarios por vivienda, densidad y composición de residuos sólidos por grupos, teniendo en consideración los formatos brindados en el Anexo 10 de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos municipales (RM 457-2018-MINAM), en campo de las 45 viviendas muestreadas (Ver Anexo 3. Registro de viviendas participantes de estudio de Caracterización).

**Tabla 43: Registro de pesaje de residuos domiciliarios por vivienda en kilogramos**

N° de vivienda	Código	N° de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria							
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
			<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>
1	RDM-1	3	0.775		0.773	0.080	1.535	0.035	0.040	1.975
2	RDM-2	3		1.830		1.728	1.945		1.218	1.680
3	RDM-3	3								
4	RDM-4	2			0.745		1.015			
5	RDM-5	6			2.270	0.675	1.655	0.835	0.715	2.643
6	RDM-6	7			2.260	2.030	0.735	0.930	2.700	2.986
7	RDM-7	4								
8	RDM-8	3	4.860		1.710	1.230	0.880	4.360	2.360	1.808
9	RDM-9	4				0.195	0.955	1.665		2.137
10	RDM-10	6	6.090	1.100	0.680	0.425	0.210	0.320	0.455	1.632
11	RDM-11	8	1.765		1.655	5.695		3.180	1.935	3.916
12	RDM-12	6		1.955	2.765				1.270	2.997
13	RDM-13	7	2.785	0.800	1.795	0.235	1.275		0.490	2.492
14	RDM-14	6		0.455	0.450	0.710	0.785	0.585	0.105	0.815
15	RDM-15	5		2.240	3.495		4.745	0.800	0.180	2.492
16	RDM-16	2		3.155	1.505		2.140	0.275	0.065	1.228
17	RDM-17	5		2.050	0.755		0.750	1.120	1.430	2.621

Continuación ...

18	RDM-18	4	4.845	0.435	0.195		3.180	0.650	0.235	3.339
19	RDM-19	5					0.610		0.815	0.713
20	RDM-20	2	0.355	0.455	2.310	2.330				1.293
21	RDM-21	6			2.670					
22	RDM-22	3		1.380		3.075		0.600	0.030	1.471
23	RDM-23	5	3.790	3.015	3.685	2.505	1.805	0.700	2.105	2.803
24	RDM-24	4	3.090	0.370						
25	RDM-25	2	3.830			3.503			4.585	4.044
26	RDM-26	3	0.115		0.065	0.670		0.415		1.183
27	RDM-27	4	4.900	2.085	2.645	5.170	3.760	6.420	2.515	2.366
28	RDM-28	4	1.255			3.325		2.890	2.835	3.117
29	RDM-29	6	1.380	4.260		0.795		3.703	2.885	3.211
30	RDM-30	5	0.475			0.295		0.170	0.170	0.912
31	RDM-31	5	0.560		1.275	2.315	3.245	1.210	0.545	3.618
32	RDM-32	5	0.670		1.220	0.825		1.115	1.085	1.861
<b>33</b>	<b>RDM-33</b>	<b>2</b>	<b>0.565</b>	<b>2.418</b>	<b>1.145</b>	<b>1.080</b>	<b>1.395</b>	<b>0.965</b>	<b>0.405</b>	<b>0.874</b>
34	RDM-34	2	0.140	0.110	1.710	0.235		0.820		1.327
35	RDM-35	8	2.040							
36	RDM-36	4								
37	RDM-37	2	0.755		1.565	1.215	0.470	1.635	2.175	1.412

Continuación ...

38	RDM-38	4	2.115	1.235	2.510	2.620	2.170	0.755	2.495	2.164
39	RDM-39	7		2.310	2.370	3.815	2.375	1.695	3.410	3.963
40	RDM-40	5	0.460	0.755	4.005	2.030	1.875			2.866
41	RDM-41	7	0.715	3.320	3.735	4.405	0.730	0.660	0.365	4.903
42	RDM-42	5	0.840							
43	RDM-43	6	1.740							
44	RDM-44	4		0.230	0.160		0.185	0.055	0.170	0.860
45	RDM-45	4								

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 44: Registro de composición de residuos domiciliarios en kilogramos**

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL Kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg								
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>17.865</b>	<b>18.220</b>	<b>35.705</b>	<b>30.875</b>	<b>39.295</b>	<b>38.065</b>	<b>35.699</b>	<b>215.724</b>	<b>93.90%</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>15.970</b>	<b>15.370</b>	<b>31.855</b>	<b>28.460</b>	<b>35.915</b>	<b>35.090</b>	<b>32.530</b>	<b>195.190</b>	<b>84.96%</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	15.970	15.370	31.790	28.365	35.540	34.570	31.875	<b>193.480</b>	<b>84.22%</b>
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)			0.065	0.095	0.375			<b>0.535</b>	<b>0.23%</b>
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)						0.520	0.655	<b>1.175</b>	<b>0.51%</b>
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>1.895</b>	<b>2.850</b>	<b>3.850</b>	<b>2.415</b>	<b>3.380</b>	<b>2.975</b>	<b>3.169</b>	<b>20.534</b>	<b>8.94%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>0.000</b>	<b>0.340</b>	<b>0.060</b>	<b>0.105</b>	<b>0.120</b>	<b>0.230</b>	<b>0.350</b>	<b>1.205</b>	<b>0.52%</b>
Blanco		0.340	0.060	0.105	0.120	0.110	0.150	<b>0.885</b>	<b>0.39%</b>
Periódico								<b>0.000</b>	<b>0.00%</b>
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)						0.120	0.200	<b>0.320</b>	<b>0.14%</b>
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>0.300</b>	<b>0.290</b>	<b>0.395</b>	<b>0.410</b>	<b>0.745</b>	<b>0.580</b>	<b>0.330</b>	<b>3.050</b>	<b>1.33%</b>

Continuación ...

Blanco (liso y cartulina)	0.020	0.050	0.100	0.115	0.145		0.100	<b>0.530</b>	<b>0.23%</b>
Marrón (Corrugado)	0.280	0.240	0.235	0.295	0.450	0.100	0.230	<b>1.830</b>	<b>0.80%</b>
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)			0.060		0.150	0.480		<b>0.690</b>	<b>0.30%</b>
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.175</b>	<b>0.000</b>	<b>0.175</b>	<b>0.08%</b>
Transparente						0.140		<b>0.140</b>	<b>0.06%</b>
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)						0.035		<b>0.035</b>	<b>0.02%</b>
Otros (vidrio de ventana)								<b>0.000</b>	<b>0.00%</b>
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>0.730</b>	<b>1.095</b>	<b>2.075</b>	<b>0.970</b>	<b>1.755</b>	<b>1.410</b>	<b>1.720</b>	<b>9.755</b>	<b>4.25%</b>
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	0.530	0.785	1.885	0.835	0.960	0.945	1.150	<b>7.090</b>	<b>3.09%</b>
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )			0.035		0.080			<b>0.115</b>	<b>0.05%</b>
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.200	0.310	0.155	0.135	0.525	0.465	0.380	<b>2.170</b>	<b>0.94%</b>

Continuación ...

PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)							0.100	<b>0.100</b>	<b>0.04%</b>
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)					0.005		0.090	<b>0.095</b>	<b>0.04%</b>
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)					0.185			<b>0.185</b>	<b>0.08%</b>
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.000</b>	<b>0.015</b>	<b>0.000</b>	<b>0.115</b>	<b>0.025</b>	<b>0.000</b>	<b>0.130</b>	<b>0.285</b>	<b>0.12%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>0.670</b>	<b>0.380</b>	<b>1.090</b>	<b>0.610</b>	<b>0.685</b>	<b>0.520</b>	<b>0.480</b>	<b>4.435</b>	<b>1.93%</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.670	0.360	1.090	0.610	0.685	0.215	0.480	<b>4.110</b>	<b>1.79%</b>
Acero								<b>0.000</b>	<b>0.00%</b>
Fierro						0.305		<b>0.305</b>	<b>0.13%</b>
Aluminio								<b>0.000</b>	<b>0.00%</b>
Otros Metales		0.020						<b>0.020</b>	<b>0.01%</b>
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.195</b>	<b>0.730</b>	<b>0.200</b>	<b>0.055</b>	<b>0.050</b>	<b>0.060</b>	<b>0.159</b>	<b>1.449</b>	<b>0.63%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.030</b>	<b>0.150</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.180</b>	<b>0.08%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>1.200</b>	<b>1.125</b>	<b>0.990</b>	<b>3.395</b>	<b>2.858</b>	<b>2.385</b>	<b>2.060</b>	<b>14.013</b>	<b>6.10%</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	0.895	0.440	0.670	0.755	1.150	0.495	0.763	<b>5.168</b>	<b>2.25%</b>

Continuación ...

Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	0.285	0.460	0.090	1.320	1.265	0.505	0.973	<b>4.898</b>	<b>2.13%</b>
Pilas		0.015		0.010	0.130		0.056	<b>0.211</b>	<b>0.09%</b>
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.020	0.010	0.065	0.095	0.100	0.010	0.068	<b>0.368</b>	<b>0.16%</b>
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)				0.965		1.045		<b>2.010</b>	<b>0.87%</b>
Restos de medicamentos		0.010	0.040	0.060	0.003	0.190	0.025	<b>0.328</b>	<b>0.14%</b>
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros		0.190	0.125	0.190	0.210	0.140	0.175	<b>1.030</b>	<b>0.45%</b>
Otros residuos no categorizados								<b>0.000</b>	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>19.065</b>	<b>19.345</b>	<b>36.695</b>	<b>34.270</b>	<b>42.153</b>	<b>40.450</b>	<b>37.759</b>	<b>229.737</b>	100.00%

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 45: Registro de determinación de densidad por día de caracterización**

Día	Toma	Viviendas	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)	Densidad Diaria (Kg/m³)
			D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)			
Día 1	Toma 1	12,13,16,17,18,20,23,27,29,34,39,40,41,44	0.560	0.165	0.865	0.172	24.935	144.626	<b>136.880</b>
	Toma 2	2,10,14,15,22,24,38	0.560	0.570	0.865	0.073	8.610	118.499	
Día 2	Toma 1	1,5,13,14,15,16,17,18,20,21,23,26,27,31,32,33,34,39,40	0.560	0.110	0.865	0.186	35.110	188.807	<b>160.493</b>
	Toma 2	4,6,8,10,11,12,37,38,44,41	0.560	0.100	0.865	0.188	24.975	132.550	
Día 3	Toma 1	2,5,8,10,23,26,27,29,31,32,39	0.560	0.150	0.865	0.176	21.880	124.244	<b>161.409</b>
	Toma 2	1,6,9,11,13,14,20,22,25,28,30,33,34,37,38,40,41	0.560	0.110	0.865	0.186	36.560	196.604	

Continuación ...

Día 4	Toma 1	6,8,10,13,15,16,17,18, 19,23,27,31,33,37,38, 40	0.560	0.200	0.865	0.164	29.245	178.552	<b>156.313</b>
	Toma 2	1,2,4,5,9,14,39,41,44	0.560	0.480	0.865	0.095	11.180	117.900	
Día 5	Toma 1	1,5,6,8,9,10,11,14,16, 17,18,22,28,34,37,38, 39	0.560	0.190	0.865	0.166	25.240	151.817	<b>155.477</b>
	Toma 2	15,23,26,27,29,30,31, 32,33,41, 44	0.560	0.350	0.865	0.127	20.330	160.274	
Día 6	Toma 1	1,2,5,6,8,10,11,12,13, 14,15,18,32,33,37,38, 39,41	0.560	0.160	0.865	0.174	22.855	131.621	<b>158.556</b>
	Toma 2	16,17,19,22,23,27,28, 29,30,31,44,25	0.560	0.520	0.865	0.085	18.150	213.595	
Día 7	Toma 1	1,2,5,6,8,9,10,11,12,1 3,14,15,16,17,18	0.560	0.100	0.865	0.190	29.316	155.588	<b>160.435</b>
	Toma 2	26,27,28,29,30,31,32, 33,34,37,38,39,40,41, 44	0.560	0.170	0.865	0.170	31.305	182.879	

Continuación ...

	Toma 3	19,20,22,23,25	0.560	0.65	0.865	0.090	5.567	105.128
--	--------	----------------	-------	------	-------	-------	-------	---------

FUENTE: Elaboración propia

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
<b>DENSIDAD (S)</b>	136.88	160.49	161.41	156.31	155.48	158.56	160.43	155.65

#### 4.2.2.2 Validación de GPC Domiciliaria

En segundo lugar, se realizó la validación de la generación per cápita domiciliaria, en base al procedimiento propuesto por el Anexo 11 de la RM 457-2018-MINAM, en el cual describe la validación en dos fases, el procedimiento inicia adecuando los datos de la siguiente forma:

- Se sombreó de color negro la fila de datos del Día 0, puesto que esos datos no se van a usar durante el análisis.
- Se identificaron los días que no se cuentan con valores completos en los 7 días, se pintaron las celdas de un color distinto.
- Se verificó si cada vivienda participante cumplió con entregar como mínimo 4 días o el 50% de días que dura el estudio (7 días) y cuente con datos del número de habitantes.

A continuación, se presentan datos validados mediante la Fase 1 y Fase 2 la metodología propuesta por el MINAM; a partir de los cuales se determinó la GPC validada, densidad y composición de los residuos sólidos.

La Fase 1 consiste en:

- Eliminar los valores de las filas que no contaron con datos completos, según lo establecido en el criterio anterior.
- Pintar de color plomo la fila de datos que fue eliminada.
- Obtener la generación per cápita de cada vivienda participante y la generación per cápita promedio de las viviendas y la desviación estándar de los valores.
- Determinar el  $Z_c$ , verificar si cumple la condición, en caso de no cumplir la condición se descarta de la tabla la fila de valores.
- Se obtiene nuevamente la GPC y la desviación estándar de los datos restantes.

El estudio es válido si se cumple la condición: "El nuevo Número de muestras obtenidas es menor al conteo del número total de muestras al finalizar la validación". Por lo tanto, se considera válida la Fase 1 pues el número de muestras obtenido es 17, siendo menor al número de viviendas final que participaron de la caracterización 31.

La Fase 2 consiste en:

- Validar el resultado obtenido de la GPC, si se cumple la condición: “El 50% de la GPC es mayor que la desviación estándar de los valores de GPC”

El 50% de la GPC es 0.2002, siendo mayor a la desviación estándar 0.1899. Por lo tanto, se valida la Fase 2 y la GPC de 0.4004 kg/persona/día.

Los resultados obtenidos se describen detalladamente en el Anexo 4. Validación de la GPC domiciliaria, a continuación, se muestra una tabla resumen de la GPC obtenida.

**Tabla 46: Generación per cápita (GPC) validada por vivienda**

N° de vivienda	Generación per cápita
	<i>Kg/persona/día</i>
1	0.230
2	0.560
5	0.244
6	0.247
8	0.650
9	0.341
10	0.115
11	0.410
12	0.362
13	0.169
14	0.086
15	0.465
16	0.664
17	0.291
18	0.360
20	0.799
22	0.437
23	0.475
26	0.194

Continuación ...

28	0.748
29	0.482
31	0.407
32	0.244
<b>33</b>	<b>0.570</b>
34	0.400
37	0.668
38	0.498
39	0.407
40	0.461
41	0.370
44	0.060
<b>GPC</b>	<b>0.400</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0.190</b>

FUENTE: Elaboración propia.

### 4.2.2.3 Análisis estadístico de caracterización

#### 4.2.2.3.1 Prueba de normalidad

La prueba de normalidad se realizó en la etapa de validación de la GPC domiciliaria, la cual permitió validar la generación per cápita domiciliaria de 0.4004 kg/persona/día.

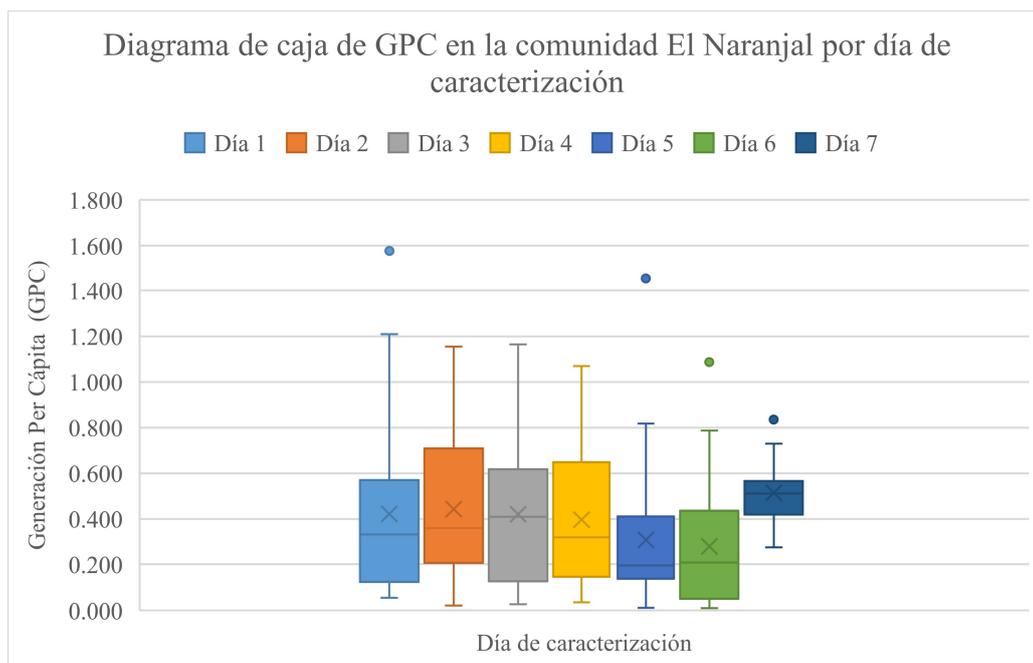
#### 4.2.2.3.2 Diagramas de caja

Los diagramas o gráficos de caja muestran la distribución de datos en cuartiles, resaltando la mediana y los valores atípicos. Las cajas tienen líneas que se extienden verticalmente llamadas “bigotes”. Estas líneas indican la variabilidad fuera de los cuartiles superior e inferior y cualquier punto fuera de esas líneas o bigotes se considera un valor atípico.

Se realizaron los Diagrama de caja de cada una de las variables tomadas durante los 7 días de caracterización, generación per cápita, densidad y composición por fuente de generación.

## Generación Per Cápita

Los límites de la caja, mostrados en la Figura 10, ubicados entre el Q1 y el Q3 muestra los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales de la GPC; respecto a la dispersión se puede decir que los valores muestran una gran dispersión los días 1,2,3,4 y 6. Además, se observan valores atípicos en el límite superior del bigote y casos extremos para los días 1, 5, 6 y 7 de Caracterización.



**Figura 10: Diagrama de caja de GPC en la comunidad El Naranjal por día de caracterización**

FUENTE: Elaboración propia

Los valores de los cuartiles, la mediana, los valores atípicos (ubicados fuera del rango intercuartil) y los casos extremos se muestran en la Tabla 47.

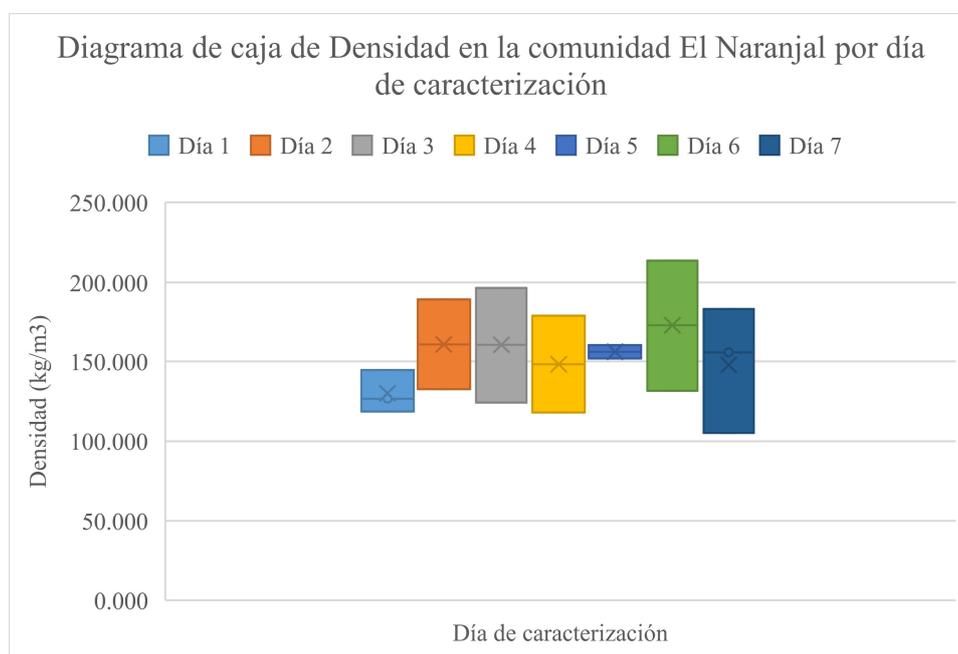
**Tabla 47: Descripción de diagrama de caja de GPC por día de caracterización**

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
<b>Caso extremo</b>	1.578	-	-	-	1.453	1.088	0.835
<b>Puntuación más alta</b>	1.209	1.155	1.165	1.07	0.818	0.787	0.729
<b>Q3</b>	0.571	0.709	0.618	0.649	0.412	0.436	0.565
<b>Mediana</b>	0.328	0.358	0.41	0.316	0.194	0.207	0.511
<b>Q1</b>	0.123	0.205	0.125	0.145	0.136	0.05	0.42
<b>Rango Intercuartil</b>	0.448	0.504	0.493	0.504	0.276	0.386	0.145
<b>Puntuación más pequeña</b>	0.055	0.022	0.027	0.035	0.012	0.01	0.272

FUENTE: Elaboración propia

### Densidad

Los límites de la caja, mostrados en la Figura 11, ubicados entre el Q1 y el Q3 muestra los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales de la Densidad; respecto a la dispersión se puede decir que los valores muestran poca dispersión. Además, no se observan valores atípicos en el límite superior del bigote y ni casos extremos.

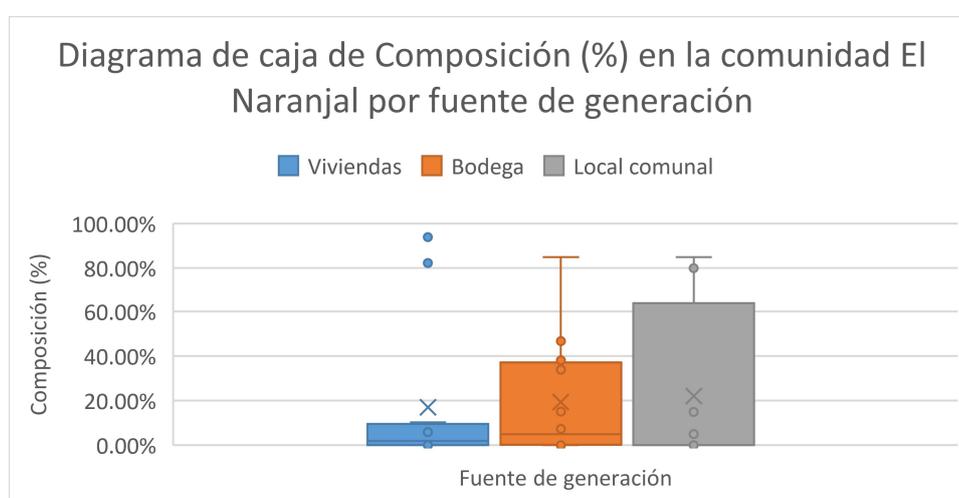


**Figura 11: Diagrama de caja de Densidad en la comunidad El Naranjal por día de caracterización**

FUENTE: Elaboración propia

## Composición por fuente de generación

Los límites de la caja, mostrados en la Figura 12, ubicados entre el Q1 y el Q3 muestra los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales de la composición; respecto a la dispersión se puede decir que los valores muestran poca dispersión en las viviendas y una mayor dispersión en la bodega. Además, se observan valores atípicos en el límite superior del bigote de la bodega y casos extremos para las viviendas.



**Figura 12: Diagrama de caja de composición en la comunidad El Naranjal por fuente de generación**

FUENTE: Elaboración propia

Los valores de los cuartiles, la mediana, los valores atípicos (ubicados fuera del rango intercuartil) y los casos extremos se muestran en la Tabla 48.

**Tabla 48: Descripción de diagrama de caja de Composición por fuente de generación**

	<b>Viviendas</b>	<b>Bodega</b>	<b>Local comunal</b>
<b>Valor del Caso extremo (valor atípico)</b>	93.880%	-	-
<b>Puntuación más alta</b>	10.340%	84.960%	85.000%
<b>Q3</b>	9.610%	37.120%	63.750%
<b>Mediana</b>	1.910%	4.930%	0.000%
<b>Q1</b>	0.020%	0.260%	0.000%
<b>Rango Inter cuartil</b>	9.59%	36.860%	63.750%
<b>Puntuación más pequeña</b>	0.000%	0.000%	0.000%

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.2.3.3 Análisis de varianza (ANOVA)

Para analizar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la generación per cápita, composición y densidad por cada día de caracterización.

#### Generación per cápita

Para la generación per cápita no se consideraron las viviendas 3, 4, 7, 19, 21, 24, 25, 27, 30, 35, 36, 42, 43, 45 pues fueron desestimadas en la etapa de validación de GPC domiciliaria.

La hipótesis nula de esta prueba estadística es “el promedio de la Generación Per Cápita en los 7 días de caracterización es igual, con 95% de confiabilidad” mientras que la hipótesis alterna es “en al menos un día de caracterización el promedio de la Generación Per Cápita es diferente, con 95% de confiabilidad”. Se aceptó la hipótesis que cumpla con las siguientes condiciones:

**Tabla 49: Hipótesis de la prueba ANOVA**

<b>Condición</b>	<b>Conclusión</b>	<b>Hipótesis aceptada</b>
Si: $F < F$ crítico	Acepto hipótesis nula	El promedio de la Generación Per Cápita entre los 7 días de caracterización es igual, con 95% de confiabilidad
Si: $F > F$ crítico	Rechazo hipótesis nula/ acepto la hipótesis alterna	En al menos un día de Caracterización el promedio de la Generación Per Cápita es diferente, con 95% de confiabilidad

FUENTE: Elaboración propia.

Como resultado del análisis de varianza de un factor (Día de caracterización), se obtiene la siguiente tabla resumen (Tabla 50):

**Tabla 50: Resultados de análisis de varianza de GPC**

<b>Grupos</b>	<b>Día de caracterización</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
Columna 1	Día 1	20	8.439321429	0.421966071	0.15206145
Columna 2	Día 2	26	11.50597024	0.442537317	0.0852402
Columna 3	Día 3	25	10.52998214	0.421199286	0.09747184
Columna 4	Día 4	22	8.734714286	0.397032468	0.08819938
Columna 5	Día 5	26	7.917452381	0.304517399	0.09861672
Columna 6	Día 6	26	7.182958333	0.276267628	0.07954166
Columna 7	Día 7	28	14.41152143	0.514697194	0.01746317

**FUENTE:** Elaboración propia.

El análisis de varianza arroja el valor F y de probabilidad:

**Tabla 51: Valor F y de probabilidad**

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>
Entre grupos	1.07024779	6	0.178374632	2.0944951	0.056444504
Dentro de los grupos	14.13714876	166	0.085163547		
Total	15.20739655	172			

FUENTE: Elaboración propia.

El valor crítico F correspondiente a los 172 grados de libertad y el 0.05 de probabilidad es 2.154. Por ello, considerando la condición de la Tabla 51, se acepta la hipótesis nula, se puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas en el promedio de la generación per cápita de los 7 días de caracterización, con 95% de confiabilidad.

### **Densidad**

La hipótesis nula de esta prueba estadística es “el promedio de la densidad entre los 7 días de caracterización es igual, con 95% de confiabilidad” mientras que la hipótesis alterna es “en al menos un día de caracterización el promedio de la Generación Per Cápita es diferente, con 95% de confiabilidad”. Se aceptó la hipótesis que cumpla con las siguientes condiciones:

**Tabla 52: Hipótesis de la prueba ANOVA**

<b>Condición</b>	<b>Conclusión</b>	<b>Hipótesis aceptada</b>
Si: $F < F$ crítico	Acepto hipótesis nula	El promedio de la densidad entre los 7 días de caracterización es igual, con 95% de confiabilidad.
Si: $F > F$ crítico	Rechazo hipótesis nula/ acepto la hipótesis alterna	En al menos un día de caracterización el promedio de la Generación Per Cápita es diferente, con 95% de confiabilidad

FUENTE: Elaboración propia.

Como resultado del análisis de varianza de un factor (Día de caracterización), se obtiene la siguiente tabla resumen:

**Tabla 53: Resultados de análisis de varianza de Densidad**

<b>Grupos</b>	<b>Día de caracterización</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
Columna 1	Día 1	3	389.7729633	129.9243211	178.698925
Columna 2	Día 2	2	321.3564451	160.6782225	1582.44894
Columna 3	Día 3	2	320.8484061	160.4242031	2618.01769
Columna 4	Día 4	2	296.4520849	148.2260424	1839.29378
Columna 5	Día 5	2	312.0911534	156.0455767	35.7662329
Columna 6	Día 6	2	345.2165533	172.6082767	3359.86465
Columna 7	Día 7	3	443.5946978	147.8648993	1556.04497

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza arroja el valor F y de probabilidad:

**Tabla 54: Valor F y de probabilidad**

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>
Entre grupos	2716.037699	6	452.6729499	0.31569893	0.912999076
Dentro de los grupos	12904.87908	9	1433.875453		
Total	15620.91678	15			

FUENTE: Elaboración propia.

El valor crítico F correspondiente a los 15 grados de libertad y el 0.05 de probabilidad es 3.374. Por ello, considerando la condición de la Tabla 54, se acepta la hipótesis nula, se puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas en el promedio de la densidad de los 7 días de caracterización, con 95% de confiabilidad.

### **Composición por fuente de generación**

Para comparar la composición de los residuos en las viviendas, la bodega y el local comunal se consideraron los datos de porcentaje de reaprovechable, orgánico, inorgánico, papel, cartón, vidrio, plástico, tetrabrik, metales, textiles, caucho y residuos no reaprovechables.

La hipótesis nula de esta prueba estadística es “el promedio de la composición entre las viviendas, la bodega y el local comunal es igual, con 95% de confiabilidad” mientras que la hipótesis alterna es “en al menos una fuente el promedio de la composición es diferente, con

95% de confiabilidad". Se aceptó la hipótesis que cumpla con las siguientes condiciones señaladas en la Tabla 55.

**Tabla 55: Condición de análisis de varianza**

Condición	Conclusión	Hipótesis aceptada
Si: $F < F$ crítico	Acepto hipótesis nula	El promedio de la composición entre las viviendas, la bodega y el local comunal es igual, con 95% de confiabilidad
Si: $F > F$ crítico	Rechazo hipótesis nula/ acepto la hipótesis alterna	En al menos una fuente el promedio de la composición es diferente, con 95% de confiabilidad

FUENTE: Elaboración propia.

Como resultado del análisis de varianza de un factor (fuente de generación), se obtiene la siguiente tabla resumen (Tabla 56):

**Tabla 56: Resultados de análisis de varianza de composición**

Grupos	Composición	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	Viviendas	11	1.103383928	0.10030763	0.058609455
Columna 2	Bodega	11	1.467897977	0.133445271	0.03130816
Columna 3	Local comunal	11	1.8	0.163636364	0.101045455

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza arroja el valor F y de probabilidad:

**Tabla 57: Valor F y de probabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	0.022073824	2	0.011036912	0.173388166	0.841647746
Dentro de los grupos	1.909630693	30	0.063654356		
Total	1.931704518	32			

FUENTE: Elaboración propia.

El valor crítico F correspondiente a los 32 grados de libertad y el 0.05 de probabilidad es 3.3158. Por ello, considerando la condición de la Tabla 57, se acepta la hipótesis nula, se

puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la composición de las viviendas y la bodega, con 95% de confiabilidad.

#### 4.2.2.3.4 Prueba de Tukey

Comparando las medias de las variables cuantitativas de cada día del estudio de caracterización, con el fin de determinar los días o el día de caracterización que presente datos con diferencias significativas en las variables antes mencionadas.

#### Generación per cápita

Para este parámetro se compararon por pares valores promedio de cada día de caracterización, para ello se determinó el valor de HSD (diferencia honestamente significativa) como se muestra en la tabla 58.

Siendo:

- HSD: Diferencia honestamente significativa  
Multiplicador\*RAIZ(Mse/n)
- Multiplicador: De la tabla Tukey
- Mse: Cuadrado del error medio (suma de cuadrados/GL)
- GL: Grados de libertad
- n: Número de elementos por grupo

**Tabla 58: Cálculo de HSD para la GPC**

<b>HSD</b>	0.229107685
<b>Multiplicador</b>	4.29
<b>Suma de cuadrados</b>	15.20739655
<b>Mse</b>	0.088415096
<b>GL</b>	172
<b>n</b>	31

FUENTE: Elaboración propia.

Las casillas de la tabla 59 cuyos valores de la diferencia entre las medias aritméticas de cada día de caracterización por parejas sean mayores al HSD calculado, evidenciará una diferencia significativa entre ambos grupos.

**Tabla 59: Diferencia entre medias aritméticas de la GPC por día de caracterización**

GPC	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
DIA 1		0.021	0.001	0.025	0.117	0.146	0.093
DIA 2			0.021	0.046	0.138	0.166	0.072
DIA 3				0.024	0.117	0.145	0.093
DIA 4					0.093	0.121	0.118
DIA 5						0.028	0.210
DIA 6							0.238
DIA 7							

FUENTE: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se concluye que existen diferencias significativas entre la GPC del día 7° y el 6° de caracterización, 23 de Junio (miércoles) y 24 de Junio del 2021 (jueves) respectivamente, las cuales pueden deberse a la proximidad con la fecha festiva mejor conocida como la fiesta de San Juan, fechas en las que los pobladores se preparan para la visita de turistas locales y extranjeros con mediante la preparación de comidas típicas y bebidas regionales.

### Densidad

Para este parámetro se compararon por pares valores promedio de cada día de caracterización, para ello se determinó el valor de HSD (diferencia honestamente significativa) como se muestra en la tabla 60.

Siendo:

- HSD: Diferencia honestamente significativa  
 $\text{Multiplicador} * \text{RAIZ}(\text{Mse}/n)$
- Multiplicador: De la tabla Tukey
- Mse: Cuadrado del error medio (suma de cuadrados/GL)
- GL: Grados de libertad
- n: Número de elementos por grupo

**Tabla 60: Cálculo de HSD para la densidad**

<b>HSD</b>	89.05840217
<b>Multiplicador</b>	4.78
<b>Suma de cuadrados</b>	15620.91678
<b>Mse</b>	1041.394452
<b>GL</b>	15
<b>n</b>	3

FUENTE: Elaboración propia.

Las casillas de la tabla 61 cuyos valores de la diferencia entre las media aritméticas de cada día de caracterización por parejas sean mayores al HSD calculado, evidenciará una diferencia significativa entre ambos grupos.

**Tabla 61: Diferencia entre medias aritméticas de la densidad por día de caracterización**

Densidad	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
DIA 1		30.754	30.500	18.302	26.121	42.684	17.941
DIA 2			0.254	12.452	4.633	11.930	12.813
DIA 3				12.198	4.379	12.184	12.559
DIA 4					7.820	24.382	0.361
DIA 5						16.563	8.181
DIA 6							24.743
DIA 7							

FUENTE: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se concluye que no existen diferencias significativas entre los promedios de densidad de cada día de caracterización.

### **Composición por fuente de generación**

Para este parámetro, se compararon por pares valores promedio de composición por fuente de generación (viviendas, bodega y local comunal), para ello se determinó el valor de HSD (diferencia honestamente significativa) como se muestra en la tabla 62.

Siendo:

- HSD: Diferencia honestamente significativa  
Multiplicador\*RAIZ(Mse/n)
- Multiplicador: De la tabla Tukey
- Mse: Cuadrado del error medio (suma de cuadrados/GL)
- GL: Grados de libertad
- n: Número de elementos por grupo

**Tabla 62: Cálculo de HSD de composición**

<b>HSD</b>	0.233294309
<b>Multiplicador</b>	3.44
<b>Suma de cuadrados</b>	1.931704518
<b>Mse</b>	0.055191558
<b>GL</b>	35
<b>n</b>	12

FUENTE: Elaboración propia.

Las casillas de la tabla 63 cuyos valores de la diferencia entre las media aritméticas de composición por parejas sean mayores al HSD calculado, evidenciará una diferencia significativa entre ambos grupos.

**Tabla 63: Diferencia entre medias aritméticas de composición por fuente de generación**

<b>Fuente de generación</b>	<b>Vivienda</b>	<b>Bodega</b>	<b>Local comunal</b>
Viviendas		0.023	0.051
Bodega			0.028
Local comunal			

FUENTE: Elaboración propia

De la tabla anterior, se concluye que no existen diferencias significativas entre los promedios de composición de las viviendas, la bodega y el local comunal.

#### 4.2.2.4 Generación y composición de residuos sólidos

Según lo reportado el año 2018 en el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos, la municipalidad distrital de Tournavista cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos aprobado por la ordenanza municipal 001-2012-MDT, el cual tiene un periodo de duración de 10 años.

#### Generación de residuos sólidos

La generación de residuos sólidos municipales producidos en Huánuco en los años 2016-2018 (ver Tabla 64), se obtuvieron del Anuario de Estadísticas Ambientales (MINAM, 2019) y del Boletín de estadísticas ambientales de Huánuco (MINAM, 2019).

**Tabla 64: Generación de residuos en el departamento de Huánuco**

<b>Año</b>	<b>Ámbito</b>	<b>Generación Municipal Anual (t/año)</b>	<b>Generación Municipal Diaria (t/día)</b>	<b>Generación Municipal Per Cápita (kg/hab/día)</b>
2016	Departamento Huánuco	59710.6	163.6	0.44
2017	Departamento Huánuco	59532.6	163.1	0.44
2018	Departamento Huánuco	106885.65	292.84	0.63
	Provincia Puerto Inca	3566.18	9.77	0.83

FUENTE: Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, (MINAM, 2019).

#### Segregación

Los hogares urbanos del departamento de Huánuco que disponen adecuadamente todos sus residuos sólidos domésticos en el periodo 2014-2018 se muestran en la Tabla 65.

**Tabla 65: Hogares que disponen adecuadamente sus residuos en el departamento de Huánuco**

<b>Año</b>	<b>Hogares urbanos que disponen adecuadamente todos los residuos domésticos</b>
	<b>%</b>
2014	10.9
2015	15.3
2016	12.1

Continuación ...

2017	13.9
2018	14.6

FUENTE: Anuario de Estadísticas Ambientales 2019 (MINAM, 2019).

#### 4.2.2.4.1 Generación de los residuos sólidos domiciliarios

En la comunidad El Naranjal, de la validación anteriormente detallada, se obtuvo que la GPC de los residuos sólidos domiciliarios es 0.400 kg/persona/día, y su composición se presenta en la Tabla 66.

**Tabla 66: Composición de residuos sólidos domiciliarios**

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN
	%
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>93.90%</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>84.96%</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	<b>84.22%</b>
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	<b>0.23%</b>
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	<b>0.51%</b>
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>8.94%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>0.52%</b>
Blanco	<b>0.39%</b>
Periódico	<b>0.00%</b>
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	<b>0.14%</b>
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>1.33%</b>
Blanco (liso y cartulina)	<b>0.23%</b>
Marrón (Corrugado)	<b>0.80%</b>
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	<b>0.30%</b>
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>0.08%</b>

Continuación ...

Transparente	<b>0.06%</b>
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	<b>0.02%</b>
Otros (vidrio de ventana)	<b>0.00%</b>
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>4.25%</b>
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	<b>3.09%</b>
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )	<b>0.05%</b>
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	<b>0.94%</b>
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	<b>0.04%</b>
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	<b>0.04%</b>
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	<b>0.08%</b>
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.12%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>1.93%</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	<b>1.79%</b>
Acero	<b>0.00%</b>
Fierro	<b>0.13%</b>
Aluminio	<b>0.00%</b>
Otros Metales	<b>0.01%</b>
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.63%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.08%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>6.10%</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	<b>2.25%</b>

Continuación ...

Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	<b>2.13%</b>
Pilas	<b>0.09%</b>
Tecnopor (poliestireno expandido)	<b>0.16%</b>
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	<b>0.87%</b>
Restos de medicamentos	<b>0.14%</b>
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	<b>0.45%</b>
Otros residuos no categorizados	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

FUENTE: Elaboración propia con datos del Estudio de Caracterización realizado en campo.

Mediante el uso de estos valores se calculó la Demanda del servicio de recolección de residuos domiciliarios.

#### **4.2.2.4.1.1 Humedad de residuos sólidos domiciliarios**

El análisis de este parámetro ha sido realizado por el laboratorio referencial Natura Analítica S.A.C ubicado en Pucallpa- Ucayali, mediante método gravimétrico siguiendo el protocolo para el manejo de muestras de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

La muestra se recolectó el 4° día de caracterización (21 de junio del 2021), el análisis se realizó el 23 de junio del 2021 y el resultado arrojado fue 77.36% de humedad.

#### **4.2.2.4.2 Generación de residuos en el colegio**

Se realizó la estimación de la generación anual actual de residuos municipales generados en las instalaciones del colegio:

Para el caso del colegio, se realizó la estimación de la generación de sus residuos, en función a la incidencia los 91 alumnos y turno mañana, respecto a la generación per cápita del alumnado y la composición de los residuos, se consideraron los resultados de la tesis titulada “Diseño y aplicación de un plan de manejo de residuos sólidos en la institución educativa privada Naymlap del distrito de Lambayeque” (Santillán, 2018) debido a que la población estudiantil de la Institución Educativa Privada Naymlap, del Distrito de Lambayeque, cuenta con

una población similar al colegio de la comunidad (90 alumnos), los resultados de la caracterización se muestran en la tabla 67.

**Tabla 67: Composición y generación per cápita de colegio**

<b>Generación per cápita (kg/alumno/día)</b>	0.01
<b>Composición</b>	
1. Residuos aprovechables	82.20%
1.1. Residuos Orgánicos	39.10%
1.2. Residuos Inorgánicos	43.10%
1.2.1. Papel	19.00%
1.2.4. Plástico	20.50%
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	7.70%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )	6.90%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	3.00%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	2.90%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	3.60%
2. Residuos no reaprovechables	17.80%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	5.30%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	10.10%
Otros residuos no categorizados	2.40%

FUENTE: Diseño y aplicación de un plan de manejo de residuos sólidos en la institución educativa privada Naymlap del distrito de Lambayeque (Santillán, 2018).

#### 4.2.2.4.3 Generación de los residuos sólidos comerciales

Los establecimientos comerciales que se desarrollan dentro de la comunidad son las 3 bodegas identificadas en la etapa de campo.

#### 4.2.2.4.3.1 Estimación de generación anual de residuos sólidos comerciales

Las bodegas formaron parte del estudio de caracterización, se obtuvo que la generación diaria de los residuos sólidos es 1.14 kg/bodega, con la composición por peso que se detalla en la tabla 68.

**Tabla 68: Composición por peso de residuos sólidos en bodegas**

<b>TIPO DE RESIDUO SÓLIDO</b>	<b>Bodega</b>
<b>1. Residuos aprovechables</b>	84.96%
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	38.17%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	46.79%
1.2.1. Papel	0.00%
1.2.2. Cartón	1.93%
1.2.3. Vidrio	0.00%
1.2.4. Plástico	33.95%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	2.55%
1.2.6. Metales	1.06%
1.2.7. Textiles (telas)	7.30%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	15.04%

FUENTE: Elaboración propia con datos del Estudio de Caracterización realizado en campo.

#### 4.2.2.4.4 Generación de los residuos sólidos del local comunal

Se cuantificaron los residuos generados en el local comunal, mediante la caracterización del tacho ubicado en el local comunal desde el 17 de Junio al 24 de Junio del 2021, de la cual se obtuvo una generación diaria de 1.24 kg/local, cuya composición se detalla en la Tabla 69.

**Tabla 69: Composición de residuos sólidos en local comunal y tachos comunales**

<b>TIPO DE RESIDUO SÓLIDO</b>	<b>Local comunal</b>
<b>1. Residuos aprovechables</b>	85%
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	5%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	80%
1.2.1. Papel	0%
1.2.2. Cartón	0%
1.2.3. Vidrio	0%

Continuación ...

1.2.4. Plástico	80%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0%
1.2.6. Metales	0%
1.2.7. Textiles (telas)	0%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>15%</b>

FUENTE: Elaboración propia con datos del Estudio de Caracterización realizado en campo.

#### **4.2.2.4.5 Generación de los residuos sólidos en espacios públicos**

Para la estimación de la generación de residuos en los puntos públicos de almacenamiento propuestos se consideró el 90 % de la generación diaria de la generada en el local comunal (kg/día), 1.145 kg/día y la misma composición descrita en la Tabla 69.

#### **4.2.2.4.6 Análisis comparativo por etnias lingüísticas**

Las lenguas indígenas u originarias predominantes en el departamento de Huánuco, según el Mapa Etnolingüística: Lengua de los Pueblos Indígenas u originarios del Perú, son: Ashaninka, Kakataibo, quechua, shipobo konibo y Yanesha.

Se realizó la comparación de la generación de residuos (orgánicos e inorgánicos), composición y densidad obtenida en el Estudio de Caracterización con la reportada al SIGERSOL por los distritos más cercanos a la comunidad en los últimos años, teniendo en consideración sus etnias lingüísticas predominantes.

Los distritos ubicados en las cercanías de la comunidad albergan a las etnias Ashaninka y quechua y reportaron los parámetros de generación y densidad entre los años 2016-2018 que se muestran en la tabla 70.

**Tabla 70: Parámetros generación y densidad de residuos sólidos por etnias lingüísticas**

<b>Año reportado</b>	<b>Etnias lingüísticas</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Año de Estudio de Caracterización</b>	<b>Número de muestras</b>	<b>GPC municipal (kg/hab/día)</b>	<b>GPC domiciliario (kg/hab/día)</b>	<b>% GPC domiciliario /GPC municipal</b>	<b>Densidad sin compactar (kg/m3)</b>
2018	Ashaninka-quechua	Puerto Inca	Tournavista	2017	40	0.75	0.74	98.67%	147.365
2016		Puerto Inca	Puerto Inca	2015	70	0.59	0.54	91.53%	325.19
<b>PROMEDIO</b>					<b>55.00</b>	<b>0.67</b>	<b>0.64</b>	<b>95.10%</b>	<b>236.28</b>
2016	Quechua	Leoncio Prado	Rupa rupa	2015	97	0.65	0.49	75.38%	218.55
2016		Leoncio Prado	José Crespo y Castillo	2016	74	0.55	0.5	90.91%	116.43
2016		Pachitea	Chaglla	2016	83	0.452	0.28	61.95%	386.3
2016		Pachitea	Panao	2016	85	0.699	0.55	78.68%	138.73
2017		Leoncio Prado	Castillo Grande	2017	89	0.46	0.4	86.96%	157.38
2017		Leoncio Prado	Pucayacu	2017	69	0.56	0.52	92.86%	221.93
2017		Leoncio Prado	Luyando	2017	62	0.41	0.41	100.00%	139.21
<b>PROMEDIO</b>					<b>79.86</b>	<b>0.54</b>	<b>0.45</b>	<b>83.82%</b>	<b>196.93</b>

FUENTE: Datos reportados a la plataforma SIGERSOL Municipal (MINAM, 2016-2018).

Del cuadro anterior se puede observar que los distritos con predominio de las etnias lingüística quechua/ashaninka tienen una GPC municipal promedio de 0.67 kg/hab/día y una densidad promedio de 236,28 kg/m<sup>3</sup> de los residuos sin compactar; mientras que los distritos con etnia lingüística predominante quechua tienen una GPC municipal promedio de 0.54 kg/hab/día y una densidad promedio de 196,93 kg/m<sup>3</sup> de los residuos sin compactar.

Por otro lado, también reportaron porcentajes de composición de sus residuos domiciliarios entre los años 2016-2018 los cuales se muestran en la tabla 71.

**Tabla 71: Composición de residuos sólidos por etnias lingüísticas (%)**

Etnias lingüísticas											
	Ashaninka-quechua			Quechua							
Provincia	Puerto inca		PROMEDIO	Leoncio Prado		Pachitea		Leoncio Prado			PROMEDIO
Distrito	Tournavista	Puerto Inca		Rupa rupa	José Crespo y Castillo	Chaglla	Panao	Castillo Grande	Pucayacu	Luyando	
<b>Residuos orgánicos</b>	<b>0</b>	<b>82.70</b>	<b>41.35</b>	<b>66.69</b>	<b>78.94</b>	<b>52.03</b>	<b>39.10</b>	<b>67.10</b>	<b>77.61</b>	<b>67.38</b>	<b>64.12</b>
Materia orgánica (%)	0	79.9	39.95	66.36	69.86	47.35	37.86	65.74	66.73	58.97	58.98
Madera, follaje (%)	0	2.8	1.40	0.33	9.08	4.68	1.24	1.36	10.88	8.41	5.14
<b>Residuos inorgánicos</b>	<b>100</b>	<b>13.24</b>	<b>56.62</b>	<b>14.78</b>	<b>10.19</b>	<b>14.8</b>	<b>15.92</b>	<b>15.33</b>	<b>11.29</b>	<b>14.61</b>	<b>13.85</b>
Papel (%)	40	0.9	20.45	1.73	1.42	1.83	2.23	1.27	1.37	1.09	1.56
Cartón (%)	10	1.72	5.86	1.88	2.57	2.34	1.76	2.28	1.75	2.33	2.13
Vidrio (%)	0	0.82	0.41	1.63	1.73	2.18	1.37	4.15	1.17	0.76	1.86
Plastico pet (%)	50	3.67	26.84	2.07	1.29	3.01	4.3	0.75	1.2	1.55	2.02
Plástico duro (%)	0	3.11	1.56	1.64	1.51	2.02	3.36	1.53	1.24	1.79	1.87
Tetrabik (%)	0	0.1	0.05	0.53	0.2	0.46	0.75	0.22	0.01	0.26	0.35
Metales (%)	0	1.12	0.56	2.88	0.05	0.43	0.23	2.58	2.62	2.43	1.60
Telas, textiles (%)	0	1.1	0.55	0.84	0.68	1.13	1.05	2.27	0.82	1.08	1.12
Cuero, caucho y jebe (%)	0	0.7	0.35	1.58	0.74	1.4	0.87	0.28	1.11	3.32	1.33

Continuación ...

<b>Residuos no aprovechables</b>	<b>10</b>	<b>4.56</b>	<b>7.28</b>	<b>23.49</b>	<b>20.71</b>	<b>35.04</b>	<b>54.67</b>	<b>17.5</b>	<b>10.84</b>	<b>22.92</b>	<b>26.45</b>
Bolsas (%)	0	0	0.00	7.57	3.5	9.52	5.85	4.07	3.54	4.38	5.49
Pilas (%)	10	1	5.50	5	10	2	10	0.00	0.00	5	4.57
Restos de medicinas, focos (%)	0	0	0.00	0.15	0.39	0.3	0.57	0.27	0.25	0.55	0.35
Residuos sanitarios (%)	0	3.56	1.78	7.26	3.05	0.91	7.26	9.81	3.38	10.23	5.99
Material inerte (%)	0	0	0.00	1.4	0.6	6.59	18.75	1	3.32	0.56	4.60
Otros (%)	0	0	0.00	2.11	3.17	15.72	12.24	2.35	0.35	2.2	5.45

FUENTE: Datos reportados a la plataforma SIGERSOL Municipal (MINAM, 2016-2018).

Del cuadro anterior se puede observar que los distritos con predominio de las etnias lingüística quechua/ ashaninka tienen un 41,35% de los residuos orgánicos, 56,62% de los residuos inorgánicos y 7,28% de los residuos no aprovechables mientras que los distritos con etnia lingüística predominante quechua tienen un 64,12% de los residuos orgánicos, 13,85% de los residuos inorgánicos y 26,45% de los residuos no aprovechables.

#### 4.2.2.5 Almacenamiento de residuos

##### 4.2.2.5.1 Almacenamiento domiciliario

Se calculó la generación por recojo a partir de la GPC (0,4 kg/persona/día) considerando que el promedio de habitantes por vivienda es 4,5 habitantes y el recojo cada 3 días entre las 3pm-4pm resultando una generación estimada de 5.4 kg/vivienda por recojo para el año 2021.

**Tabla 72: Generación de residuos sólidos en almacenamiento domiciliario**

N°	Año	GPC (kg/hab/día)	Generación por recojo de residuos (kg/vivienda)	Generación de residuos orgánicos por recojo (kg/vivienda)	Generación de residuos inorgánicos por recojo (kg/vivienda)	Generación de residuos no aprovechables por recojo (kg/vivienda)
0	2021	0.400	5.405	4.593	0.483	0.330
1	2022	0.404	5.459	4.638	0.488	0.333
2	2023	0.408	5.514	4.685	0.493	0.336
3	2024	0.413	5.569	4.732	0.498	0.340
4	2025	0.417	5.625	4.779	0.503	0.343
5	2026	0.421	5.681	4.827	0.508	0.347
6	2027	0.425	5.738	4.875	0.513	0.350
7	2028	0.429	5.795	4.924	0.518	0.353
8	2029	0.434	5.853	4.973	0.523	0.357
9	2030	0.438	5.912	5.023	0.528	0.361
10	2031	0.442	5.971	5.073	0.534	0.364

FUENTE: Elaboración propia.

Se propone la implementación de 3 recipientes plásticos de 35lt de capacidad destinados al almacenamiento de residuos orgánicos, aprovechables, no aprovechables respectivamente

en cada vivienda perteneciente al programa de segregación en fuente y la recolección selectiva, considerando la clasificación Norma Técnica Peruana 900.058:2005 del Código de colores. Además, la entrega de trípticos informativos explicando el uso correcto de los tachos conforme se detalla en la Tabla 73. Para el caso de los residuos peligrosos, se almacenarán en el punto de almacenamiento ubicado al frente del local comunal.

**Tabla 73: Código de colores para los residuos de ámbito municipal**

Tipo de residuos	Color	Ejemplos de residuos	Imagen de Referencia
Aprovechables	Verde	Papel y cartón Vidrio Plástico Textiles Madera Cuero Empaques compuestos (tetrabrik) Metales (latas, entre otros)	
No aprovechables	Negro	Papel encerado, metalizado, Cerámicos Colillas de cigarro Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros)	
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Restos de poda Hojarasca	

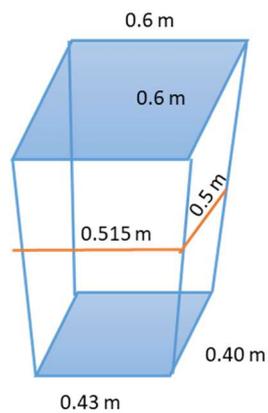
Continuación ...

Peligrosos	Rojo	Pilas Lámparas y luminarias Medicinas vencidas Empaques de plaguicidas Otros	
------------	------	--	---

FUENTE: Norma Técnica Peruana 900.058:2005 del Código de colores (MINAM, 2019).

#### 4.2.2.5.2 Almacenamiento en espacios públicos

En el ámbito de la comunidad, durante la visita de campo de Junio del 2021, se identificó la presencia de 5 tachos con las siguientes características descritas en la Figura 13.



**Figura 13: Dimensiones de los tachos comunales de la comunidad El Naranjal**

FUENTE: Elaboración propia.

La ubicación, en coordenadas UTM, de los 5 tachos de recolección existentes se muestran en la Tabla 74.

**Tabla 74: Ubicación de tachos de recolección existentes**

Nº	COORDENADAS E	COORDENADAS N
1	527186	9006661
2	527130	9006615
3	527125	9006638
4	527135	9006720
5	527183	9006746

FUENTE: Elaboración propia

El tacho N° 2, ubicado cerca a la cancha de fútbol frente al local comunal, obtuvo los siguientes resultados tras 5 días de recolección por los pobladores:

**Tabla 75: Estimación de generación de residuos municipales por día**

Variable	Cantidad	Unidad
Volumen total:	0.138	m <sup>3</sup>
Peso:	6.216	kg
Peso por día:	1.145	kg/día
Densidad:	45.000	kg/m <sup>3</sup>
Composición:	80% botellas	
	15% envolturas y tecnopor	
	5% orgánico	

FUENTE: Elaboración propia

Se propone la ubicación de 18 puntos de recolección en las vías principales de tránsito de los habitantes y cerca de los principales puntos de generación de residuos con una distancia aproximada de 100 metros entre ellos, cuyas coordenadas se muestra en la tabla 76.

**Tabla 76. Ubicación de tachos de recolección propuestos**

Nº Puntos	Coordenadas	
	Este	Norte
1	527545	9006479
2	527497	9006543
3	527443	9006640
4	527359	9006565
5	527322	9006627

Continuación ...

6	527381	9006719
7	527281	9006682
8	527305	9006864
9	527245	9006770
10	527166	9006704
11	527217	9006596
12	527135	9006560
13	527107	9006620
14	527048	9006529
15	527025	9006588
16	526982	9006536
17	526888	9006497
18	526808	9006457

FUENTE: Elaboración propia

En el caso de una ciudad rural y de poca densidad poblacional, se pueden utilizar 3 tachos de polipropileno de 50 litros cada uno en cada punto, para el almacenamiento de residuos generales, orgánico e inorgánicos, tomando como referencia la Figura 14.

El recojo de los residuos que se almacene será efectuada cada 3 días por los 2 trabajadores de limpieza pública.



Figura 14: Referencia de tachos comunales

FUENTE: <https://fjjsac.com>

Para el caso de los residuos peligrosos generados en las viviendas, se almacenarán en el tacho rojo de 60 litros ubicado al frente a la cancha de fútbol, para su posterior recolección y transporte a la infraestructura de disposición final.

#### **4.2.2.5.3 Almacenamiento en establecimientos comerciales**

Los únicos establecimientos comerciales identificados en el estudio de caracterización fueron las 3 bodegas existentes, las cuales almacenan sus residuos en cilindros metálicos de 200L. Por ello pueden almacenar sus residuos durante varios días antes de recogerlos y disponerlos.

#### **4.2.2.5.4 Dificultades del almacenamiento**

Las dificultades que podrían surgir en la etapa de almacenamiento en espacios públicos están vinculadas a los días festivos en los cuales la comunidad tenga la visita de turistas o pobladores de comunidades cercanas, para cuyos casos se propone el recojo al final del día de festividad.

#### **4.2.2.5.5 Puntos críticos**

Los tachos existentes en las vías cercanas a la entrada de la comunidad actualmente no abastecen totalmente sus necesidades, pues existen puntos a lo largo de los caminos en los que los pobladores arrojan sus residuos, principalmente plástico, como se puede observar en la Figura 15. Estos puntos críticos serán atendidos por los tachos comunales propuestos en el presente Plan.



Ubicación: Margen derecho del camino, cerca de aulas

**Figura 15: Desabastecimiento de tachos comunales**

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.2.2.6 Servicio de barrido

Según el Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ámbito Municipal y No Municipal, la cantidad de residuos sólidos barridos en el departamento de Huánuco en el año 2013 fue 30572.4 toneladas con un personal operativo para barrido de 158 individuos. Además, los indicadores de barrido reportados al SIGERSOL para el mismo año se muestran en la Tabla 77.

**Tabla 77: Indicadores de barrido en el departamento de Huánuco**

Cantidad de residuos barridos por 10000 habitantes (t/10000 hab)	2.1
Barredor/ 1000 hab	0.5
Rendimiento de personal de barrido de calles (km/barredor/día)	1.4

FUENTE: Información reportada al SIGERSOL 2013 hasta el mes de octubre de 2014 (MINAM, 2014).

#### Costo de barrido

Según el INEI (2018) en su análisis de la eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú; las municipalidades provinciales que más gastan por tonelada de RSM son Loreto, San Martín, Huánuco y Callao para el año 2015.

Este estudio también presentó el costo del servicio de barrido para el departamento de Huánuco para el año 2015 en el ámbito distrital y provincial (ver Tabla 78).

**Tabla 78: Costo de barrido a nivel distrital y provincial en Huánuco**

Ámbito	Costo total por tonelada recogida de RSM, 2015		Costo total per cápita del RSM, 2015	
	Distrital (soles/ton)	Provincial (soles/ton)	Distrital (soles/persona)	Provincial (soles/persona)
Barrido de Calles	259.8	53.7	2.1	6.8

FUENTE: Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016).

Actualmente el barrido de las vías se realiza con frecuencia indeterminada de manera prioritaria en los días previos a las festividades o actividades comunales como campeonatos

deportivos o aniversarios en las faenas comunales promovidas por las autoridades comunales en las cuales participan los mismos pobladores.

Se ha determinado que actualmente se barren durante las faenas comunales aproximadamente 1km de las vías afirmadas, siendo principalmente los caminos ubicados alrededor de la cancha de fútbol en dirección al puerto del río Ayamiría.

A continuación, en la Tabla 79 se describirán las principales vías de la Comunidad y su estado actual, según el recorrido realizado durante la primera salida de campo.

**Tabla 79: Principales vías de la Comunidad**

Descripción	Panel fotográfico	Estado
Entre camino central y salida de comunidad		Vía afirmada, con presencia de hojarasca.
Esquina de cancha hacia caseta SERNANP (margen derecho de cancha)		Vía afirmada en buen estado.
		Vía afirmada en buen estado.

Continuación ...

<p>Trifurcación</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Camino central (De frente de caseta del SERNANP)</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>
<p>Camino entrada derecha de trifurcación</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>
<p>Vista derecha de bifurcación izquierda</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>

Continuación ...

<p>Vista izquierda de bifurcación izquierda (hacia salida de comunidad)</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>
<p>Camino de salida de comunidad</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>
<p>Vista izquierda de bifurcación central</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Camino izquierdo hacia cancha (hacia lugar de artesanas)</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>

Continuación ...

<p>Camino izquierdo</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Camino hacia colegio</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>
<p>Camino entre colegio y aulas</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Curva hacia local comunal</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>

Continuación ...

<p>Camino en dirección a trifurcación</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Trifurcación</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Camino hacia trochas</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Trocha</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>

Continuación ...

<p>Bifurcación de trocha</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>
<p>Trocha larga</p>		<p>Vía afirmada en buen estado.</p>
<p>Trocha corta</p>		<p>Vía afirmada, con presencia de hojarasca.</p>

FUENTE: Elaboración propia

Para el cálculo del servicio de barrido se considera que los principales residuos encontrados en las vías son hojarasca, para ello se cuantificó el índice de kg/km/día recolectado a partir de la investigación “Productivity of Tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources” (Jordan, 1983) como se detalla en la Tabla 80, con el fin de reaprovecharlos en el proceso de compostaje.

**Tabla 80: Cálculo de índice de producción de hojarasca**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
Generación de hojarasca en bosques amazónicos	12.16 <sup>1</sup>	ton/ha. año
	0.033	ton/ha. día
Distancia de barrido	5.080 <sup>2</sup>	km
Ancho de Vía	4.000 <sup>3</sup>	m ancho de vía
Área de barrido	2.032	ha
Residuos barridos	67.696	kg/día
Residuos barrido por día	13.326	kg/km/día

<sup>1</sup>: Productivity of Tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources (Jordan, 1983).

<sup>2</sup>: Dato tomado en campo, mediante recorrido con GPS

<sup>3</sup>: Dato tomado en campo

**FUENTE:** Elaboración propia

#### **4.2.2.6.1 Descripción del equipamiento**

Para cuantificar la cantidad de personal destinado al barrido de calles se consideró el rendimiento de barrido de calles para el departamento de Huánuco de 1.4 km/barredor/día (MINAM, 2014). Se determinó que la cantidad necesaria para cubrir los 5 km de caminos rurales internos de la comunidad es de 4 barredores.

Los insumos necesarios para el barrido de las vías son: rastrillos metálicos, bolsas negras de 50 litros, escobas y recogedores metálicos, según la siguiente Tabla 81.

**Tabla 81: Cálculo de insumos necesarios para el barrido**

Herramienta	Cantidad por barredor <sup>1</sup>		Cantidad total
	Por turno	Por año	Periodo 2021-2031
Conos con cinta reflectiva de seguridad	1	3	33
Escobas	1	6	66
Escoba metálica o rastrillo	1	6	66
Recogedor de metal	1	2	22
Coches de barrido o carretilla	1	1 cada 3 años	4
Bolsas de plástico de 140 litros	10-15	720	7920

<sup>1</sup> Programa de implementación de sistemas integrales de gestión de residuos sólidos en zonas prioritarias del país.

FUENTE: Elaboración propia.

#### **4.2.2.6.2 Cobertura de barrido de vías**

Se propone cubrir los 5 km de caminos rurales internos de la comunidad y realizar el barrido de residuos sólidos de las vías de manera semanal.

#### **4.2.2.7 Servicio de recolección y transporte de residuos sólidos**

##### **4.2.2.7.1 Recolección**

Según el Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ámbito Municipal y No Municipal, para el año 2013, la cantidad de residuos sólidos recolectados por 82 municipalidades de las 83 municipalidades del departamento de Huánuco es 1383 toneladas/semana y una población atendida de 324736 habitantes y 16 compactadoras, significando 20296 habitantes por compactadora.

Según el INEI, la cobertura de recojo es de 82 de las 83 municipalidades para el año 2015 y 2017. Además, la frecuencia de recojo de los residuos sólidos municipales de Huánuco para cada año respectivamente se muestra en la Tabla 82.

**Tabla 82: Frecuencia de recojo en el departamento de Huánuco**

Frecuencia de recojo	2015 <sup>1</sup>		2017 <sup>2</sup>
	Distrital	Provincial	Municipalidades
	(%)	(%)	(%)
Diaria	37.9	63.6	34.1
Interdiario	33.3	18.2	36.6
2 veces por semana	25.8	18.2	24.4
1 vez por semana	3	0	4.9

FUENTE: <sup>1</sup>Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016).

<sup>2</sup>Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2018).

La cantidad promedio de recojo de RSM en Huánuco en el departamento de Huánuco se detalla en la Tabla 83.

**Tabla 83: Cantidad de recojo en el departamento de Huánuco**

Año	Recojo promedio de municipalidades distritales (Ton/diaria)	Recojo Total (Ton/diaria)
2014 <sup>1</sup>	3.2	246.75
2015 <sup>1</sup>	5.05	388.78
2017 <sup>2</sup>	-	282.18

FUENTE: Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016)<sup>1</sup>.

Anuario de Estadísticas Ambientales (MINAM, 2019)<sup>2</sup>.

La tabla 84 muestra el costo municipal del servicio de recolección en el departamento de Huánuco en el año 2015 a nivel distrital y provincial, siendo los costos provinciales mayores a los distritales; esto sugiere que el proceso en el cual realizan el recojo, almacenamiento, reaprovechamiento, la disposición final, costo de salarios, entre otros, puede estar afectando la eficiencia.

**Tabla 84: Costo total del recojo de RSM en Huánuco**

Gasto en recojo de RSM	Costo total por tonelada recogida de RSM		Costo total per cápita de RSM	
	TOTAL (Miles de soles)	DISTRITAL (soles/ton)	PROVINCIAL (soles/ton)	DISTRITAL (soles/persona)
10500	223.5	552.4	3.9	16.1

FUENTE: Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016).

Teniendo en consideración los habitantes de Huánuco, el recojo diario de residuos sólidos municipales per cápita se muestra en la Tabla 85.

**Tabla 85: Promedio de recojo diario a nivel distrital y provincial en Huánuco**

Año	Distrital	Provincial
	Promedio (kg/hab)	Promedio (kg/hab)
2015	0.4	0.5

FUENTE: Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016).

El recojo de los residuos sólidos municipales en Huánuco para el año 2013, tuvo una cobertura promedio de recolección del 81.8%. Mientras que para el año 2016, la cobertura distrital y provincial se detalla en la Tabla 86.

**Tabla 86: Cobertura de recojo a nivel distrital y provincial en Huánuco**

Porcentaje de Cobertura	Capital		Resto de las Municipalidades	
	Distrital (%)	Provincial (%)	Distrital (%)	Provincial (%)
0%	0	0	0	0
1-24%	0	0	35.7	12.5
25-49%	13.6	0	21.4	25

Continuación ...

50-74%	30.3	45.5	33.3	37.5
75-100%	56.1	54.5	9.5	0

FUENTE: Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016).

Para el caso de la comunidad el Naranjal, se propone la recolección selectiva casa por casa, cabe precisar que esta recolección usualmente se da para residuos sólidos valorizables, en aquellas zonas donde la unidad vehicular no puede acceder o cuando se hace uso de unidades no convencionales como este caso; se llevará a cabo con la participación directa de los pobladores de la división de Residuos Sólidos bajo la supervisión del comité de gestión de residuos sólidos que orienta sus actividades (MINAM, 2020).

Se calculó la cantidad de residuos a ser recolectados en los predios, domésticos y no domésticos en la Tabla 87, a partir de la cual se propondrá la frecuencia de recolección.

**Tabla 87: Generación total de residuos recolectados en los predios**

Nº	Año	Generación total de residuos orgánicos (Ton/día) <sup>1</sup>	Generación total de residuos inorgánicos (Ton/día) <sup>1</sup>	Generación total de residuos no aprovechables (Ton/día) <sup>1</sup>	Generación total de residuos recolectados en predios (ton/día) <sup>1</sup>
0	2021	0.127	0.0162	0.010	0.153
1	2022	0.199	0.0165	0.010	0.156
2	2023	0.203	0.0169	0.010	0.160
3	2024	0.207	0.0172	0.011	0.164
4	2025	0.211	0.0176	0.011	0.168
5	2026	0.215	0.0180	0.011	0.172
6	2027	0.219	0.0183	0.011	0.176
7	2028	0.223	0.0187	0.012	0.180
8	2029	0.227	0.0191	0.012	0.184
9	2030	0.232	0.0196	0.012	0.188
10	2031	0.236	0.0200	0.012	0.193

<sup>1</sup>: Se considera la tasa de crecimiento de la generación: 1%

FUENTE: Elaboración propia

Se propone realizar recojo selectivo de residuos sólidos cada 3 días en el mismo horario en de recojo del estudio de caracterización, 3:00 – 4:00 pm de la tarde pues no hubo inconvenientes con los pobladores en dicho horario.

Se entregarán bolsas de 3 colores por cada recojo, correspondientes a cada uno de los 3 recipientes plásticos de 35lt de capacidad destinados al almacenamiento de residuos orgánicos, considerando la Norma Técnica Peruana 900.058:2005 del Código de colores.

Los residuos peligrosos almacenados en el tacho rojo de 60 litros ubicado al frente a la cancha de fútbol también serán recolectados en el horario de recolección selectivo.

#### 4.2.2.7.2 Transporte

El servicio de transporte de los residuos sólidos municipales requiere de recursos como el equipamiento; por ello en la Tabla 88 se describe el número promedio de unidades por cada 1000 habitantes en el departamento de Huánuco a lo largo del año 2015.

**Tabla 88: Equipo de recolección a nivel distrital y provincial en Huánuco**

<b>Equipos</b>	<b>DISTRITAL</b>	<b>PROVINCIAL</b>
Camión recolector operativo	0.2	1.5
Camión recolector no operativo	0.1	0.1
Cargador frontal	0.4	1.1
Tractor oruga	0.5	0.9

FUENTE: Registro Nacional de Municipalidades (INEI, 2016).

Para el caso del servicio de transporte en la comunidad se requerirá de un motofurgón de 500 kg el cual abastecería totalmente la demanda.

#### 4.2.2.7.3 Descripción del personal

La recolección selectiva y el transporte lo realizarán el chofer del vehículo de transporte, el cual será asistido por 2 recolectores, los cuales serán designados y capacitados por el Comité de Gestión de residuos sólidos, quienes trasladarán los residuos segregados hacia el galpón de reciclaje de la infraestructura de valorización, para la selección, pesado y empaquetado de los residuos inorgánicos, mientras que los residuos orgánicos son trasladados hacia la zona de “camas” de la infraestructura de valorización donde se elaborará el compost.

#### 4.2.2.7.4 Descripción del equipamiento

Se propone la adquisición de un motofurgón de 500 kg de capacidad para la recolección y transporte de los residuos hacia la infraestructura de valorización de residuos sólidos, en la figura 16 se muestra una imagen referencial.



**Figura 16: Motofurgón Shongzhen**

FUENTE: Web La Curacao

Se considerará el uso de los Equipos de Protección Personal (EPP's) de acuerdo al proceso y operación a realizar, el periodo que se propone considerar para el recambio de la indumentaria y los EPP's son los mostrados en la Tabla 89.

**Tabla 89: Periodo de recambio de la indumentaria y equipos de protección personal**

<b>Indumentaria / EPP</b>	<b>Periodo de intercambio (en meses)</b>
Polos	2
Pantalón con cinta reflectiva	2
Camisa	3
Guantes con palma reforzada anticorte	1
Guantes de nitriflex	2
Gorro jockey o taslán	2
Botas de jebe con doble forro	2
Poncho impermeable con capucha	2

FUENTE: MINAM. (2020). Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública.

#### 4.2.2.7.5 Cobertura de recolección

##### Ruta de recolección selectiva

El vehículo de recolección de los residuos sólidos recorrerá la ruta de 9.35 km para cubrir las 90 viviendas de la comunidad para el año 0 del Plan cada 3 días, la cual es descrita en la Tabla 90 de 3-4 pm, los residuos sólidos serán recepcionados por el vehículo cuando está detenido.

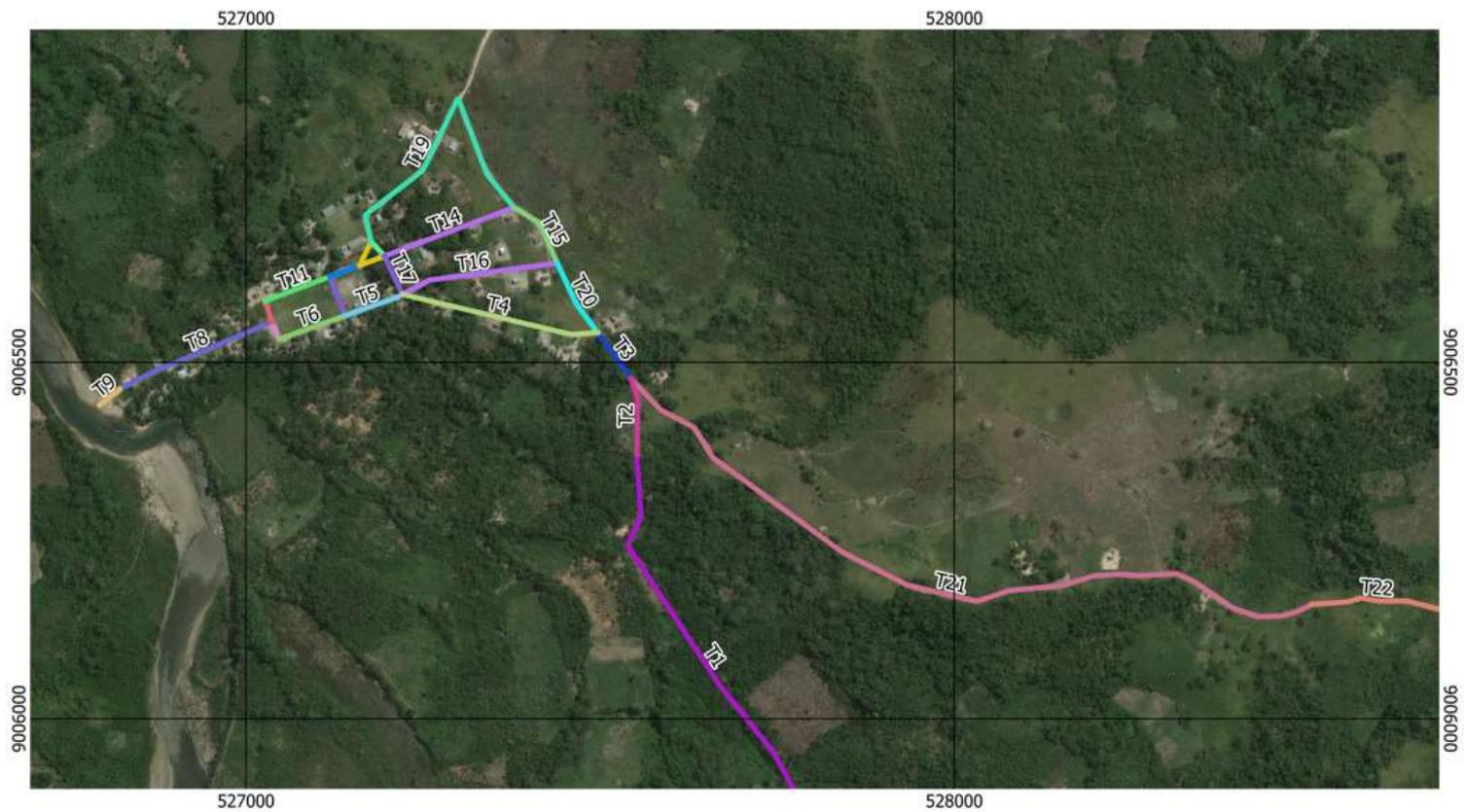
**Tabla 90: Ruta de recolección selectiva para la comunidad El Naranjal**

<b>TRAMO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIPO DE RECORRIDO</b>	<b>Dirección de giro</b>
<b>Tramo 1</b>	T-1	737	En servicio	-
<b>Tramo 2</b>	T-2	115	En servicio	izquierda
<b>Tramo 3</b>	T-3	81	En servicio	-
<b>Tramo 4</b>	T-4	282	En servicio	izquierda
<b>Tramo 5</b>	T-5	87	En servicio	-
<b>Tramo 6</b>	T-6	99	En servicio	-
<b>Tramo 7</b>	T-7	26	En servicio	derecha
<b>Tramo 8</b>	T-8	228	En servicio	izquierda
<b>Tramo 9</b>	T-9	44	En servicio	redonda
<b>Tramo 10</b>	T-9	44	En tránsito	-
<b>Tramo 11</b>	T-8	228	En tránsito	-
<b>Tramo 12</b>	T-10	31	En servicio	izquierda
<b>Tramo 13</b>	T-11	98	En servicio	-
<b>Tramo 14</b>	T-12	45	En servicio	-
<b>Tramo 15</b>	T-13	37	En servicio	-
<b>Tramo 16</b>	T-14	195	En servicio	-
<b>Tramo 17</b>	T-15	104	En servicio	derecha
<b>Tramo 18</b>	T-16	225	En servicio	derecha
<b>Tramo 19</b>	T-17	59	En servicio	derecha
<b>Tramo 20</b>	T-18	28	En servicio	derecha
<b>Tramo 21</b>	T-19	429	En servicio	derecha
<b>Tramo 22</b>	T-15	104	En tránsito	derecha

Continuación ...

<b>Tramo 23</b>	T-20	113	En servicio	-
<b>Tramo 24</b>	T-3	81	En tránsito	-
<b>Tramo 25</b>	T-21	1090	En servicio	-
<b>Tramo 26</b>	T-22	1398	En servicio	redonda
<b>Tramo 27</b>	T-22	1398	En tránsito	-
<b>Tramo 28</b>	T-21	1090	En tránsito	-
<b>Tramo 29</b>	T-2	115	En tránsito	izquierda
<b>Tramo 30</b>	T-1	737	En tránsito	-
<b>Recorrido estimado (km)</b>				9.35
<b>Recorrido en servicio (km)</b>				3.80
<b>Recorrido en tránsito (km)</b>				5.55
<b>N° de vueltas izquierdas</b>				5
<b>N° de vueltas derechas</b>				7
<b>N° de vueltas redondas</b>				2

FUENTE: Elaboración propia.



**Figura 17: Mapa de ruta de recolección selectiva para la comunidad El Naranjal**  
**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.2.2.7.5.1 Consumo anual de combustible

El cálculo de consumo de combustible se realizó considerando las especificaciones técnicas de un motofurgón ZongShen (Modelo ZS250-CM) cuyo consumo de combustible es  $\leq 4.3\text{L}/100\text{km}$ . En la tabla 91 se muestra el consumo anual de combustible por recolección y transporte de residuos con partida desde el área de disposición final y retorno en el destino en la infraestructura de reaprovechamiento para los residuos aprovechables mientras que la infraestructura de disposición final para los no aprovechables.

**Tabla 91: Consumo anual de combustible por recolección y transporte de residuos**

Nº	Año	Distancia recorrida por viaje (km) <sup>1</sup>	Distancia anual recorrida (km/año)	Consumo anual de combustible (L/año)
0	2021	9.35	898	38.597
1	2022	9.4	907	38.983
2	2023	9.5	916	39.373
3	2024	9.6	925	39.766
4	2025	9.7	934	40.164
5	2026	9.8	943	40.566
6	2027	9.9	953	40.971
7	2028	10.0	962	41.381
8	2029	10.1	972	41.795
9	2030	10.2	982	42.213
10	2031	10.3	992	42.635

<sup>1</sup>: Se considera la tasa de crecimiento anual de distancia recorrida igual a la tasa de crecimiento poblacional: 1%

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.2.8 Proyección de demanda de servicio de limpieza pública

El análisis de la demanda se realizó considerando cada una de las etapas del servicio de limpieza pública, que comprende: almacenamiento, barrido, recolección, transporte, descritas en los incisos anteriores.

El servicio de limpieza pública comprende los servicios de recolección, barrido y almacenamiento, por lo que se detallarán los cálculos para cada servicio anteriormente mencionado.

La demanda a lo largo del horizonte del proyecto se calculó considerando una tasa anual de incremento poblacional de 1.37% (crecimiento anual del distrito de Tournavista) y la tasa de incremento de la generación per cápita de los residuos sólidos de 1% anual.

#### **4.2.2.8.1 Proyección de demanda de servicio de recolección**

En base a la generación per cápita de residuos domiciliarios, la tasa de crecimiento poblacional distrital y la estimación de generaciones de residuos municipales no domiciliarios (el local comunal, 3 bodegas y el colegio) se realizó la proyección de la demanda del servicio de recolección para el periodo del Plan de Manejo.

**Tabla 92: Proyección de la demanda del servicio de recolección de residuos generados en los predios**

<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Población (hab)</b>	<b>GPC (kg/hab/día)<sup>1</sup></b>	<b>Generación de residuos domésticos (ton/día)</b>	<b>Generación de residuos no domésticos (ton/día)</b>	<b>Generación total de residuos generados en predios (ton/día)<sup>1</sup></b>	<b>Generación total de residuos generados en predios (ton/año)</b>
0	2021	368	0.400	0.147	0.006	0.153	55.821
1	2022	373	0.404	0.151	0.006	0.156	57.118
2	2023	378	0.408	0.154	0.006	0.160	58.434
3	2024	383	0.413	0.158	0.006	0.164	59.771
4	2025	389	0.417	0.162	0.006	0.168	61.282
5	2026	394	0.421	0.166	0.006	0.172	62.662
6	2027	399	0.425	0.170	0.006	0.176	64.065
7	2028	405	0.429	0.174	0.006	0.180	65.646
8	2029	410	0.434	0.178	0.006	0.184	67.093
9	2030	416	0.438	0.182	0.006	0.188	68.723
10	2031	422	0.442	0.187	0.006	0.193	70.379

<sup>1</sup>: Se considera la tasa de crecimiento anual de la GPC: 1%

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.2.2.8.2 Proyección de demanda del servicio de barrido

Habiéndose determinado el índice barrido por día de 13.326 kg/km/día de hojarasca, se realizó la proyección de la demanda del servicio de barrido para el periodo del Plan de Manejo en la Tabla 93.

**Tabla 93: Proyección de la Demanda del servicio de barrido (hojarasca)**

N°	Año	Longitud de vías (km/día)	Generación de residuos sólidos barridos y recolectados (kg/km/día)	Cantidad de residuos barridos y recolectados (ton/día)	Cantidad de residuos barridos y recolectados (ton/año)
0	2021	5.080	13.326	0.068	24.709
1	2022	5.131	13.326	0.068	24.956
2	2023	5.182	13.326	0.069	25.206
3	2024	5.234	13.326	0.070	25.458
4	2025	5.286	13.326	0.070	25.712
5	2026	5.339	13.326	0.071	25.969
6	2027	5.393	13.326	0.072	26.229
7	2028	5.446	13.326	0.073	26.491
8	2029	5.501	13.326	0.073	26.756
9	2030	5.556	13.326	0.074	27.024
10	2031	5.611	13.326	0.075	27.294

<sup>1</sup>: Se considera la tasa de crecimiento anual de la longitud de barrido: 1%

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.2.8.3 Proyección de demanda del servicio de almacenamiento

Se realizó la estimación de generación de residuos municipales mediante el muestreo de uno de los 5 tachos identificados en la comunidad, cuya ubicación y características de detallaron en el diagnóstico.

A partir del valor diario de generación (1.145 kg/día), se realizó la proyección de la demanda del servicio de almacenamiento para el periodo del Plan de Manejo, considerando la generación de los 18 tachos propuestos:

**Tabla 94: Proyección de la Demanda del servicio de almacenamiento**

<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Cantidad de residuos depositados y recolectados (ton/día)<sup>1</sup></b>	<b>Cantidad de residuos depositados y recolectados (ton/año)</b>
0	2021	0.021	7.523
1	2022	0.021	7.598
2	2023	0.021	7.674
3	2024	0.021	7.751
4	2025	0.021	7.828
5	2026	0.022	7.906
6	2027	0.022	7.985
7	2028	0.022	8.065
8	2029	0.022	8.146
9	2030	0.023	8.227
10	2031	0.023	8.310

<sup>1</sup>: Se considera la tasa de crecimiento anual en la generación de residuos recolectados recorrida igual a la tasa de crecimiento poblacional: 1%

**FUENTE:** Elaboración propia

**Tabla 95: Resumen de los servicios de recolección, barrido y almacenamiento**

N°	Año	Residuos domésticos (Ton/día)	Residuos no domésticos			Demanda total (Ton/día)	Demanda total (Ton/año)
			Residuos no domésticos Establecimientos (Ton/día)	Residuos no domésticos Barrido de calles (Ton/día)	Residuos no domésticos Almacenamiento Público (Ton/día)		
0	2021	0.147	0.006	0.068	0.021	0.241	88.053
1	2022	0.151	0.006	0.068	0.021	0.246	89.672
2	2023	0.154	0.006	0.069	0.021	0.250	91.314
3	2024	0.158	0.006	0.070	0.021	0.255	92.980
4	2025	0.162	0.006	0.070	0.021	0.260	94.822
5	2026	0.166	0.006	0.071	0.022	0.264	96.538
6	2027	0.170	0.006	0.072	0.022	0.269	98.279
7	2028	0.174	0.006	0.073	0.022	0.275	100.202
8	2029	0.178	0.006	0.073	0.022	0.279	101.996
9	2030	0.182	0.006	0.074	0.023	0.285	103.975
10	2031	0.187	0.006	0.075	0.023	0.290	105.983

**FUENTE:** Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, la relación entre los residuos generados en almacenamiento público y los municipales es de 0.12 aproximadamente, la cual es conforme al indicador sugerido en el Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, que señala que la demanda de almacenamiento público representa entre 10 % y 20% del volumen de residuos sólidos municipales generados (OPS, 1997).

#### 4.2.2.9 Proyección de demanda de transporte

Esta demanda está determinada por la totalidad de residuos sólidos municipales producidos en las viviendas, establecimientos, barrido de calles y almacenamiento público que han sido recolectados y demandan ser transportados.

El servicio de transporte consistirá en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta la infraestructura de disposición final a proponer; la proyección de la demanda de este servicio para el periodo del Plan de Manejo se muestra en la Tabla 96.

**Tabla 96: Proyección de demanda de transporte**

Nº	Año	Residuos transportados (Ton/día)	Residuos transportados (Ton/año)
0	2021	0.241	88.053
1	2022	0.246	89.672
2	2023	0.250	91.314
3	2024	0.255	92.980
4	2025	0.260	94.822
5	2026	0.264	96.538
6	2027	0.269	98.279
7	2028	0.275	100.202
8	2029	0.279	101.996
9	2030	0.285	103.975
10	2031	0.290	105.983

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.2.2.10 Servicio de recuperación y tratamiento de residuos sólidos

El proceso de valorización de residuos sólidos tiene como objetivo reaprovechar uno o varios materiales que los componen y sirvan a una finalidad útil ya sea sustituyendo a otros materiales o recursos en los procesos productivos o valorizándose material o energéticamente (MINAM,2020).

La demanda de reaprovechamiento de residuos sólidos está determinada por la cantidad de residuos sólidos inorgánicos reciclables y residuos sólidos orgánicos destinados a elaboración de humus.

La composición física de los residuos sólidos urbanos en el departamento de Huánuco para el año 2013 se describe en la Tabla 97.

**Tabla 97: Composición de los RSU en el Departamento de Huánuco**

<b>Año</b>	<b>Residuos domiciliarios peligrosos no reaprovechables (%)</b>	<b>Residuos orgánicos de cocina y preparación de alimentos (%)</b>	<b>Residuos no peligrosos reaprovechables (%)</b>	<b>Residuos no peligrosos no reaprovechables (%)</b>
2013	5.35	49.75	29.53	14.71

**FUENTE:** Estudios de caracterización de residuos sólidos reportada al SIGERSOL 2013 hasta el mes de octubre 2014 (MINAM, 2014).

##### 4.2.2.10.1 Valorización de residuos sólidos inorgánicos

El reciclaje será la alternativa de valorización material de los residuos sólidos inorgánicos propuesta y priorizada frente a la disposición final, actualmente no hay pobladores que reciclen sus residuos inorgánicos ni recicladores formales externos.

El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso físico-químico o mecánico, a partir de residuos sólidos. De esta forma, se propone alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales provenientes de los recursos naturales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos (MINAM, 2020).

## **Comercialización de reciclaje**

Se estimó el potencial de reciclaje de los residuos sólidos reaprovechables generados en el colegio, las viviendas, bodegas, local comunal y tachos comunales a partir de la composición del Estudio de caracterización con valor en el mercado (3831 kg/año) y el ingreso económico potencial a generar el año 0 (2021) que para el caso del presente estudio es aproximadamente S/2634.47 anual, considerando la canasta de precios del mercado del reciclaje, como se detalla más adelante en la Tabla 98.

El material segregado y recolectado de los hogares se transportará y almacenará en el centro de acopio para los residuos inorgánicos en donde se realizará su acondicionamiento y posterior comercialización, mediante coordinación con las autoridades locales y las autoridades especializadas en materia ambiental, como el SERNANP.

## **Equipamiento**

El equipamiento y/o herramientas mínimas que se implementarán en el centro de acopio son los siguientes: mesa de segregación o faja transportadora, balanza, dispositivos para almacenamiento y prensa mecánica.

## **Personal**

El número de personas destinadas para el proceso de reciclaje descrito en la Figura 18 es de 3 personas, la frecuencia en la que realizarán estas actividades será cada 3 días, la misma que la recolección de residuos.

**Tabla 98: Valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables**

<b>Tipos de residuos reaprovechables</b>	<b>Generación de residuos sólidos reaprovechables (Ton/año)</b>	<b>Potencial de generación efectiva de residuos sólidos reaprovechables (kg/año)<sup>1</sup></b>	<b>Canasta de precios en el mercado (Soles /kg)<sup>2</sup></b>	<b>Estimación de ingresos económicos por efecto de la comercialización (Soles/mes)</b>
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	11.918	4767.175		S/ -
<b>1.2.1. Papel</b>	0.345	138.080		S/ -
Blanco	0.257	102.668	S/ 1.00	S/ 102.668
Periódico	0.000	0.000		S/ -
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.089	35.412		S/ -
<b>1.2.2. Cartón</b>	0.738	295.307		S/ -
Blanco (liso y cartulina)	0.124	49.629		S/ -
Marrón (Corrugado)	0.453	181.066		S/ -
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.162	64.612		S/ -
<b>1.2.3. Vidrio</b>	0.041	16.387		S/ -
Transparente	0.033	13.110		S/ -
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.008	3.277		S/ -

Continuación ...

Otros (vidrio de ventana)	0.000	0.000		S/ -
<b>1.2.4. Plástico</b>	9.158	3663.399		S/ -
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	8.345	3338.177	S/ 0.70	S/ 2,336.724
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )	0.050	19.936		S/ -
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.629	251.719		S/ -
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.049	19.509		S/ -
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.032	12.882		S/ -
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.053	21.176		S/ -

Continuación ...

<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	0.111	44.262		S/ -
<b>1.2.6. Metales</b>	1.051	420.589		S/ -
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.975	390.156	S/ 0.50	S/ 195.078
Acero	0.000	0.000		S/ -
Fierro	0.071	28.560		S/ -
Aluminio	0.000	0.000		S/ -
Otros Metales	0.005	1.873		S/ -
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	0.431	172.295		S/ -
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	0.042	16.855		S/ -

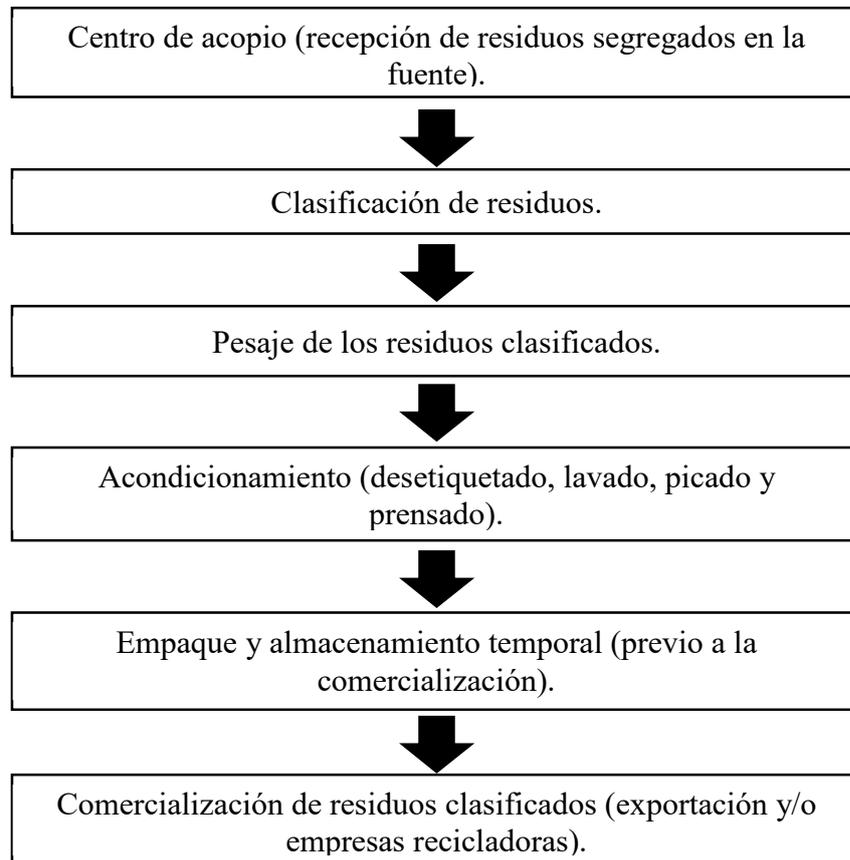
<sup>1</sup>: Potencial de segregación efectiva: 40%

<sup>2</sup>: Precios de mercado según Programa de Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Patapo” (Municipalidad distrital de Patapo, 2012)

**FUENTE:** Elaboración propia

## Infraestructura de reaprovechamiento inorgánico

El reaprovechamiento de los residuos inorgánicos se realizará teniendo en consideración el flujograma del proceso de almacenamiento, segregación, acondicionamiento y comercialización de residuos inorgánicos.



**Figura 18: Flujograma del Proceso de reaprovechamiento de los residuos inorgánicos**

**FUENTE:** Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales, MINAM (2015).

Se estimó que el área de la planta de reciclaje, para aprovechar los residuos sólidos inorgánicos para una generación de 0.115 ton por recojo, es de 78 m<sup>2</sup> aproximadamente; como se describe en la tabla 99.

**Tabla 99: Estimación del área de planta de reciclaje**

	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Centro de acopio	16
Clasificación de residuos	20
Pesaje de residuos clasificados	4
Acondicionamiento	20
Empaque	16
Almacenamiento temporal	30
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>

**FUENTE:** Elaboración propia

#### **4.2.2.10.2 Valorización de residuos sólidos orgánicos**

Se propone la valorización material de los residuos sólidos orgánicos mediante el compostaje; el cual es un proceso controlado de transformación física, química y microbiológica de la materia orgánica en condiciones aerobias y hemofílicas, que genera un producto rico en sustancias húmicas, estable, maduro, por lo general de color marrón oscuro, sin olores desagradables, denominado compost. El proceso debe ser letal para organismos patógenos, parásitos y elementos germinativos como esporas y semillas, a efectos de evitar la generación de riesgos sanitarios y ambientales (MINAM, 2020).

En el caso de los residuos orgánicos, estos se transportarán y almacenarán al centro de aprovechamiento en el cual a través del proceso aeróbico se producirá compost, cuyos productos principales son el agua, el dióxido de carbono y el calor.

El compostaje es un proceso de descomposición biológica aerobia de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas, mediante la intervención de bacterias actuantes hemofílicas, produciéndose temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C y permitiendo la eliminación de los gérmenes patógenos e inocuidad del producto. La fermentación puede ser natural (al aire libre) con una duración de 3 meses o acelerada (en digestores) con una duración de 15 días aproximadamente.

El proceso lleva consigo la segregación manual o mecanizada de materiales como metales, vidrio y plásticos lo que generalmente hace que el proceso se asocie al reciclaje de estos materiales. (CEPAL, 2015).

### **Humedad óptima**

Según el Manual de compostaje del agricultor de la FAO, la humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55% (45%-60%), aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje (ver sección sobre Tamaño de Partícula). Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material.

Según el análisis de humedad realizado en el Estudio de Caracterización (detallado en el inciso 6.5.2.4.1), la humedad de los residuos sólidos domiciliarios es del 77.36%, por lo que se requerirá disminuir su porcentaje mediante volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como aserrín, paja u hojas secas para alcanzar el nivel óptimo descrito en el párrafo anterior y evitar dar lugar a zonas de anaerobiosis (FAO, 2013).

Por otro lado, los otros parámetros de importancia en el proceso de compostaje además de la humedad, se presentan en la Tabla 100.

**Tabla 100: Parámetros del proceso de compostaje**

<b>Parámetro</b>	<b>Rango ideal al comienzo (2-5 días)</b>	<b>Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)</b>	<b>Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)</b>
C:N	25:1-35:1	15/20	10:1-15:1
Humedad	50%-60%	45%-55%	30%-40%
Concentración de oxígeno	10%	10%	10%
Tamaño de partícula	<25 cm	15 cm	<1.6 cm
pH	6.5-8.0	6.0-8.5	6.5-8.5
Temperatura	45-60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>

Continuación ...

Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno total (Base seco)	2.5-3%	1-2%	1%

FUENTE: Manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013).

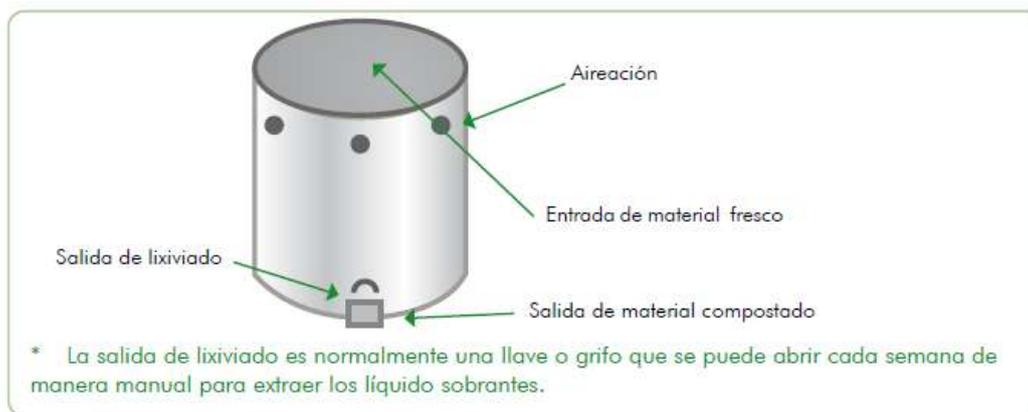
## Equipamiento

Las actividades de reaprovechamiento en la planta de compostaje se realizarán en forma manual con bidones plásticos de 220 litros y con empleo de herramientas tales como pala, tijera de podar, manguera, termómetro, tamiz, papel de pH, carretilla y rastrillo.

## Técnica de compostaje

Se descarta el compostaje por pilas pues la generación semanal no supera el 1m<sup>3</sup> de los residuos sólidos, por ello se propone realizar el compostaje en recipientes cerrados o abiertos con techado, pues evita la acumulación de lluvia por las características climatológicas de la zona de estudio y facilita las labores de volteo. En climas cálidos, se suele adicionar tierra al recipiente (hasta un 10%) que hace de regulador de la temperatura, ya que la tierra es estable y no genera calor (FAO, 2013).

Se recomienda la disposición vertical del recipiente, el recipiente descansará sobre su base (Figura 19). El material fresco se añade por la parte superior y el material compostado se extrae usualmente por la parte inferior. Se le llama continuo porque el material fresco entra de forma continua y el producto compostado sale también continuamente por la parte inferior (FAO, 2013).



**Figura 19: Compostera vertical o continua**

FUENTE: Manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013).

Cada recipiente será llenado por semana, después de este tiempo de llenado, el recipiente se deja en reposo hasta que el proceso de compostaje haya finalizado y se extraiga el compost final, según el Manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013) el compostaje en un recipiente de plástico tiene la duración de 8 a 10 semanas.

### Infraestructura de reaprovechamiento orgánico

El área requerida para aprovechar los residuos sólidos orgánicos en una planta de Compostaje con contenedores se estimó para la generación de 1 ton/recojo es de 78 m<sup>2</sup> aproximadamente, como se describe en la tabla 101.

**Tabla 101: Estimación del área de planta de compostaje con contenedores**

Descripción	Área (m2)
Área de Recepción	16
Área de acondicionamiento	20
Área de compostaje por bidones	12
Almacenamiento temporal	30
	78

FUENTE: Elaboración propia

### Personal

El número de personas destinadas para el proceso de compostaje es de 3 personas, la frecuencia en la que realizarán estas actividades será cada 3 días, la misma que la recolección de residuos.

## Alternativas de ubicación de la planta de compostaje

Las alternativas para la ubicación de la planta de compostaje se encontrarán en las cercanías de las dos alternativas de ubicación de la infraestructura de disposición final, evitando ubicarla en la misma dirección del viento.

## Producción de compost

Teniendo en cuenta que durante el proceso de descomposición se pierde hasta un 50% de material, se calculó la producción de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos proyectados a reaprovechar por año en el periodo del Plan de manejo, el cual proyecta el reaprovechamiento del 40% de los residuo orgánicos para los 5 primeros años y una mejora en las capacidades operativas de segregación alcanzando un aumento al 75% de reaprovechamiento de los residuos orgánicos de los 5 últimos años del periodo.

**Tabla 102: Estimación de producción de compost**

N°	Año	Generación total de residuos orgánicos aprovechables (Ton/año)	Producción de compost (ton/año)
0	2021	28.564	14.282
1	2022	29.101	14.550
2	2023	29.645	14.823
3	2024	30.197	15.099
4	2025	30.809	15.405
5	2026	31.379	15.689
6	2027	59.917	29.959
7	2028	61.116	30.558
8	2029	62.231	31.115
9	2030	63.464	31.732
10	2031	64.716	32.358

FUENTE: Elaboración propia

#### **4.2.2.10.3 Tratamiento de residuos peligrosos**

Según el Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ámbito Municipal y No Municipal, en el año 2013, de las 22 municipalidades de Huánuco que reportaron al Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) 6 de ellas declararon realizar tratamiento a sus residuos sólidos domiciliarios, representando el 27.3% del total.

Para el caso de la comunidad El Naranjal, los residuos peligrosos identificados en el Estudio de Caracterización se componen de pilas y medicamentos vencidos principalmente y representan un 0.23% de los residuos domiciliarios, serán recolectados en el tacho rojo, se dispondrán en celdas diferenciadas del relleno sanitario manual

#### **4.2.2.10.4 Proyección de demanda de reaprovechamiento**

La caracterización señaló que el 84.96 % de los residuos representan la materia orgánica presente en los residuos domiciliarios. Para el cálculo de demanda de reaprovechamiento de residuos orgánicos se consideró el reaprovechamiento del 40% de residuos orgánicos para los 5 primeros años del Plan y un aumento al 75% de los 5 últimos años del periodo, en el supuesto que, si bien en su mayoría los residuos orgánicos son factibles de reaprovechar, la capacidad operativa de segregación tendrá una mejora como resultado de la implementación del programa de Segregación en la fuente, la recolección selectiva y el programa de Educación Ambiental.

En la Tabla 103 se describe la cantidad máxima de residuos orgánicos que demandan ser reaprovechados a través de su conversión en compost.

**Tabla 103: Demanda de reaprovechamiento de residuos orgánicos**

N°	Año	Generación de residuos municipales (Ton/día)	Generación de residuos municipales orgánicos (Ton/día)						Generación total de residuos orgánicos (Ton/día)	Generación total de residuos orgánicos aprovechables (Ton/día)	Generación total de residuos orgánicos aprovechables (Ton/año)
			Viviendas	Bodega	Barrido	Local comunal	Tachos comunales	Colegio			
0	2021	0.241	0.125	0.0013	0.068	0.0001	0.001	0.0004	0.196	0.078	28.564
1	2022	0.246	0.128	0.0013	0.068	0.0001	0.001	0.0004	0.199	0.080	29.101
2	2023	0.250	0.131	0.0013	0.069	0.0001	0.001	0.0004	0.203	0.081	29.645
3	2024	0.255	0.134	0.0014	0.070	0.0001	0.001	0.0004	0.207	0.083	30.197
4	2025	0.260	0.138	0.0014	0.070	0.0001	0.001	0.0004	0.211	0.084	30.809
5	2026	0.264	0.141	0.0014	0.071	0.0001	0.001	0.0004	0.215	0.086	31.379
6	2027	0.269	0.144	0.0014	0.072	0.0001	0.001	0.0004	0.219	0.164	59.917
7	2028	0.275	0.148	0.0014	0.073	0.0001	0.001	0.0004	0.223	0.167	61.116
8	2029	0.279	0.151	0.0014	0.073	0.0001	0.001	0.0004	0.227	0.170	62.231
9	2030	0.285	0.155	0.0014	0.074	0.0001	0.001	0.0004	0.232	0.174	63.464
10	2031	0.290	0.159	0.0014	0.075	0.0001	0.001	0.0004	0.236	0.177	64.716

FUENTE: Elaboración propia

La caracterización señaló que el 8.94 % de los residuos representan la materia inorgánica presente en los residuos domiciliarios. Para el cálculo de demanda de reaprovechamiento de residuos inorgánicos también se consideró el reaprovechamiento del 40% de residuos inorgánicos para los 5 primeros años del Plan y un aumento al 75% de los 5 últimos años del periodo, en el supuesto que, si bien en su mayoría los residuos inorgánicos son factibles de reaprovechar, la capacidad operativa de segregación tendrá una mejora como resultado de la implementación del programa de Segregación en la fuente, la recolección selectiva y el programa de Educación Ambiental.

En la Tabla 104 se describe la cantidad máxima de residuos sólidos inorgánicos que podrían ser segregados y acondicionados para su comercialización.

**Tabla 104: Demanda de reaprovechamiento de residuos inorgánicos**

N°	Año	Generación de residuos municipales (Ton/día)	Generación de residuos municipales inorgánicos (Ton/día)						Generación total de residuos inorgánicos (Ton/día)	Generación total de residuos inorgánicos aprovechables (Ton/día)	Generación total de residuos inorgánicos aprovechables (Ton/año)
			Viviendas	Bodega	Barrido	Local comunal	Tachos comunales	Colegio			
0	2021	0.241	0.013	0.0016	-	0.0010	0.016	0.0004	0.033	0.013	4.767
1	2022	0.246	0.013	0.0016	-	0.0010	0.017	0.0004	0.033	0.013	4.841
2	2023	0.250	0.014	0.0016	-	0.0010	0.017	0.0004	0.034	0.013	4.916
3	2024	0.255	0.014	0.0017	-	0.0010	0.017	0.0004	0.034	0.014	4.992
4	2025	0.260	0.014	0.0017	-	0.0010	0.017	0.0004	0.035	0.014	5.075
5	2026	0.264	0.015	0.0017	-	0.0010	0.017	0.0004	0.035	0.014	5.153
6	2027	0.269	0.015	0.0017	-	0.0011	0.018	0.0004	0.036	0.027	9.811
7	2028	0.275	0.016	0.0017	-	0.0011	0.018	0.0004	0.036	0.027	9.972
8	2029	0.279	0.016	0.0017	-	0.0011	0.018	0.0004	0.037	0.028	10.125
9	2030	0.285	0.016	0.0018	-	0.0011	0.018	0.0004	0.038	0.028	10.290
10	2031	0.290	0.017	0.0018	-	0.0011	0.018	0.0004	0.038	0.029	10.458

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.2.11 Transferencia de residuos sólidos

Para este caso, no se requerirán transferir los residuos sólidos a una estación de transferencia pues la infraestructura de disposición final se encontrará en las cercanías de la comunidad dentro del radio de 1km y a más de 500m de las viviendas como lo establece la normativa nacional.

#### 4.2.2.12 Servicio de disposición final y reciclaje

El destino final más común de los residuos sólidos recolectados por las 82 municipalidades de Huánuco (83 en total) que disponen sus residuos son los botaderos. Sin embargo, del 2015 al 2017 los rellenos sanitarios y el reciclaje se han convertido en alternativas de disposición final para sus residuos como se puede observar en la Tabla 105.

**Tabla 105: Destino final de los residuos sólidos recolectados en Huánuco**

Destino Final	2015 <sup>1</sup>			2017 <sup>2</sup>	
	Municipalidades distritales (%)	Municipalidades provinciales (%)	Total (%)	(N° Municipalidades)	(%)
Relleno sanitario	25.2	39.1	27.2	11	13.4
Botadero	63.6	50	61.6	72	87.8
Reciclaje	4.1	8.6	4.7	23	28.0
Quemados/ incinerados	7.2	0	6.1	12	14.6
Compostaje o planta de tratamiento	0	2.3	0.3	1	1.2

FUENTE: <sup>1</sup>Registro Nacional de Municipalidades –INEI (2016).

<sup>2</sup>Registro Nacional de Municipalidades –INEI (2018).

Según el Listado de infraestructura de disposición final de residuos sólidos, el Perú cuenta con 50, dos de ellas ubicados en el departamento de Huánuco, sus características se describen en la Tabla 106.

**Tabla 106: Infraestructuras de disposición final en el departamento de Huánuco**

Denominación de la infraestructura de disposición final	Ente Administrador	Tipo de infraestructura		Ubicación de infraestructura		Distritos beneficiarios
		Relleno sanitario	Celdas de seguridad	Provincia	Distrito	
Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de la Ciudad de Llata y Centros Poblados Cercanos de Pampas de Carmen, Juana Moreno, Progreso, San Cristóbal, La Florida, Cachapampa, El Porvenir y Libertad, Provincia de Huamalíes, Región Huánuco”	Municipalidad Provincial de Huamalíes, Huánuco	X		Huamalíes	Llata	Llata
Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de la Ciudad de Ambo	Municipalidad Provincial de Ambo, Huánuco	X		Ambo	Ambo	Ambo

FUENTE: Listado de infraestructura de disposición final de residuos sólidos (MINAM, 2018)

#### 4.2.2.12.1 Disposición final en la comunidad El Naranjal

Respecto a la disposición final de la comunidad El Naranjal, los puntos informales de disposición final identificados en la fase de campo son los siguientes:

**Tabla 107: Puntos de vertimiento en la comunidad**

Punto de Vertimiento	Descripción	Coordenadas UTM		Evidencia fotográfica
		E	N	
PV N° 1	Al lado derecho de la comunidad, junto a la quebrada que se dirige al Ayamiría.	527149	9006533	
				
PV N° 2	Botadero ubicado detrás del colegio, en zona de pendiente pronunciada.	527074	9006845	

Las alternativas de ubicación para la infraestructura de disposición final deberán cumplir con las condiciones mencionadas en el Art 110 del Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos:

- a) Ubicarse a una distancia no menor a 500 metros de poblaciones, así como de granjas porcinas, avícolas, entre otras. Por excepción, y de acuerdo a lo que se establezca en el IGA, la autoridad ambiental podrá permitir su ubicación a distancias menores sobre la base de los potenciales riesgos para la salud o la seguridad de la población.
- b) No estar ubicadas a distancias menores de 500 metros de fuentes de aguas superficiales. Por excepción y de acuerdo a lo que establezca en el IGA, la autoridad ambiental podrá permitir su ubicación a distancias menores, considerando la delimitación de la faja marginal conforme a la normativa vigente de la materia.
- c) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.
- d) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.
- e) No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.

La disposición final de los residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y residuos provenientes de actividades de la construcción y demolición de gestión municipal se realizarán en celdas diferenciadas.

#### **4.2.2.12.2 Proyección de disposición final**

Para el cálculo del área requerida para el relleno sanitario se estimó el volumen de residuos a disponer durante el periodo del Plan, para ello se consideró:

- 20% de volumen para material de cobertura
- la densidad de residuos estabilizados en celda  $600 \text{ kg/m}^3$

**Tabla 108: Área requerida para la estructura de disposición final**

N°	Año	Residuos municipales a disponer (Ton/día)	Volumen de residuos sólidos a disponer (m <sup>3</sup> /año)			
			Residuos municipales a disponer (Ton/año)	Compactado (m <sup>3</sup> )	VRS+MC (m <sup>3</sup> )	Volumen total acumulado (m <sup>3</sup> )
0	2021	0.150	54.722	91.203	109.443	109.443
1	2022	0.153	55.730	92.883	111.460	220.903
2	2023	0.155	56.752	94.587	113.505	334.408
3	2024	0.158	57.790	96.317	115.580	449.988
4	2025	0.161	58.938	98.230	117.876	567.864
5	2026	0.164	60.007	100.011	120.013	687.877
6	2027	0.078	28.551	47.586	57.103	744.980
7	2028	0.080	29.115	48.525	58.230	803.209
8	2029	0.081	29.640	49.400	59.280	862.489
9	2030	0.083	30.220	50.367	60.440	922.929
10	2031	0.084	30.809	51.348	61.617	984.547

VRS: volumen de residuos sólidos.

MC: Material de cobertura.

FUENTE: Elaboración propia.

Por lo tanto, se requerirán de 984.457 m<sup>3</sup> para la disposición de residuos, una cantidad inferior a 5 TM diarias, lo que correspondería a un relleno sanitario manual con una altura de 2 m, según la tabla 109:

**Tabla 109: Tipos de infraestructura de disposición final**

Tipo	Diaria	Altura
Relleno sanitario manual	<6TM	H=2m
Relleno semimecanizado	6-50 TM	H=3m
Relleno sanitario manual	>50 TM	H=4m

FUENTE: Art. N° 108 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278

Se considera la profundidad de 2m y el ancho de cada celda como mínimo de 4 metros, para el adecuado trabajo de la maquinaria (retroexcavadora) en caso se necesite, a partir del cual se calcularon las 10 celdas necesarias a construir.

**Tabla 110: Número de celdas a construir en el periodo 2021-2031**

<b>Volumen total a disponer (m3)</b>	984.547
<b>Relleno sanitario manual (m2)</b>	493
<b>Nº celdas</b>	10.0
<b>Profundidad (m)</b>	2
<b>Longitud menor (m)</b>	7
<b>Longitud mayor (m)</b>	11
<b>Longitud promedio (m)</b>	9
<b>Ancho menor (m)</b>	4
<b>Ancho mayor (m)</b>	8
<b>Ancho promedio (m)</b>	6
<b>Volumen por celda (m3)</b>	108
<b>Talud</b>	1

**FUENTE:** Elaboración propia

Finalmente se estimó que el área requerida para el relleno sanitario manual es de 493 m<sup>2</sup>, con un área adicional del 30% para las demás instalaciones se requerirán 640 m<sup>2</sup>.

De lo mencionado anteriormente de las proyecciones de la demanda, se obtiene la tabla resumen:

**Tabla 111: Resumen de la proyección de la demanda en las etapas del manejo de residuos sólidos**

<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Almacenamiento (ton/día)</b>	<b>Barrido (km/día)</b>	<b>Recolección (Ton/día)</b>	<b>Transporte (Ton/día)</b>	<b>Reaprovechamiento residuos orgánicos (Ton/día)</b>	<b>Reaprovechamiento residuos inorgánicos (Ton/día)</b>	<b>Disposición final (Ton/día)</b>	<b>Disposición final (Ton/año)</b>
0	2021	0.021	5.080	0.153	0.241	0.078	0.013	0.150	54.722
1	2022	0.021	5.131	0.156	0.246	0.080	0.013	0.153	55.730
2	2023	0.021	5.182	0.160	0.250	0.081	0.013	0.155	56.752
3	2024	0.021	5.234	0.164	0.255	0.083	0.014	0.158	57.790
4	2025	0.021	5.286	0.168	0.260	0.084	0.014	0.161	58.938
5	2026	0.022	5.339	0.172	0.264	0.086	0.014	0.164	60.007
6	2027	0.022	5.393	0.176	0.269	0.164	0.027	0.078	28.551
7	2028	0.022	5.446	0.180	0.275	0.167	0.027	0.080	29.115
8	2029	0.022	5.501	0.184	0.279	0.170	0.028	0.081	29.640
9	2030	0.023	5.556	0.188	0.285	0.174	0.028	0.083	30.220
10	2031	0.023	5.611	0.193	0.290	0.177	0.029	0.084	30.809

**FUENTE:** Elaboración propia

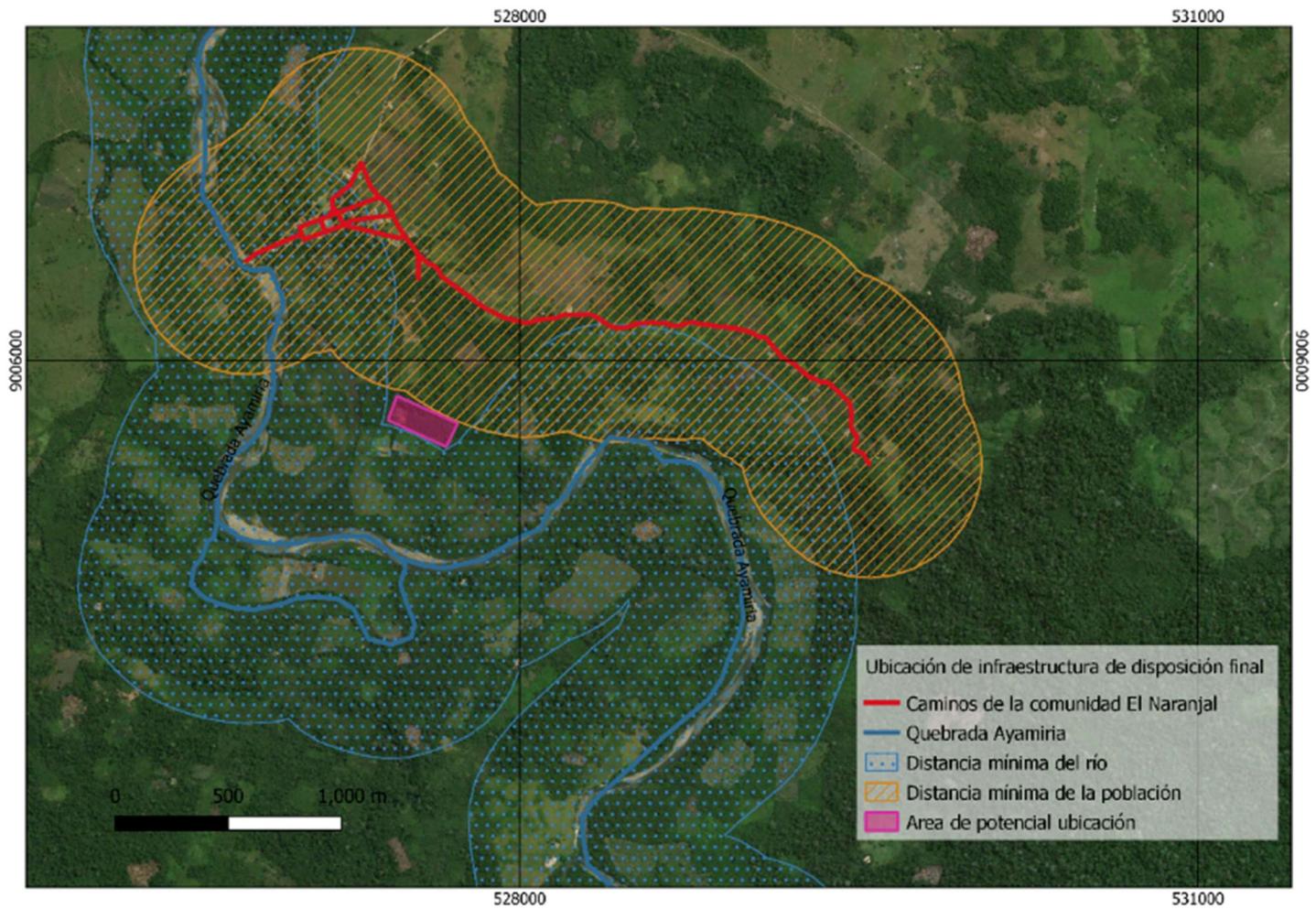
#### **4.2.2.12.3 Descripción básica del servicio de disposición final**

El servicio de disposición final propuesto comprende los residuos recolectados de las fuentes de generación domésticas, de establecimientos, barrido de vías y almacenamiento público.

La disposición final de los residuos sólidos municipales no peligrosos, peligrosos, se realizará en la misma área del relleno sanitario manual, pero en celdas diferenciadas.

#### **Alternativas de ubicación del relleno sanitario manual**

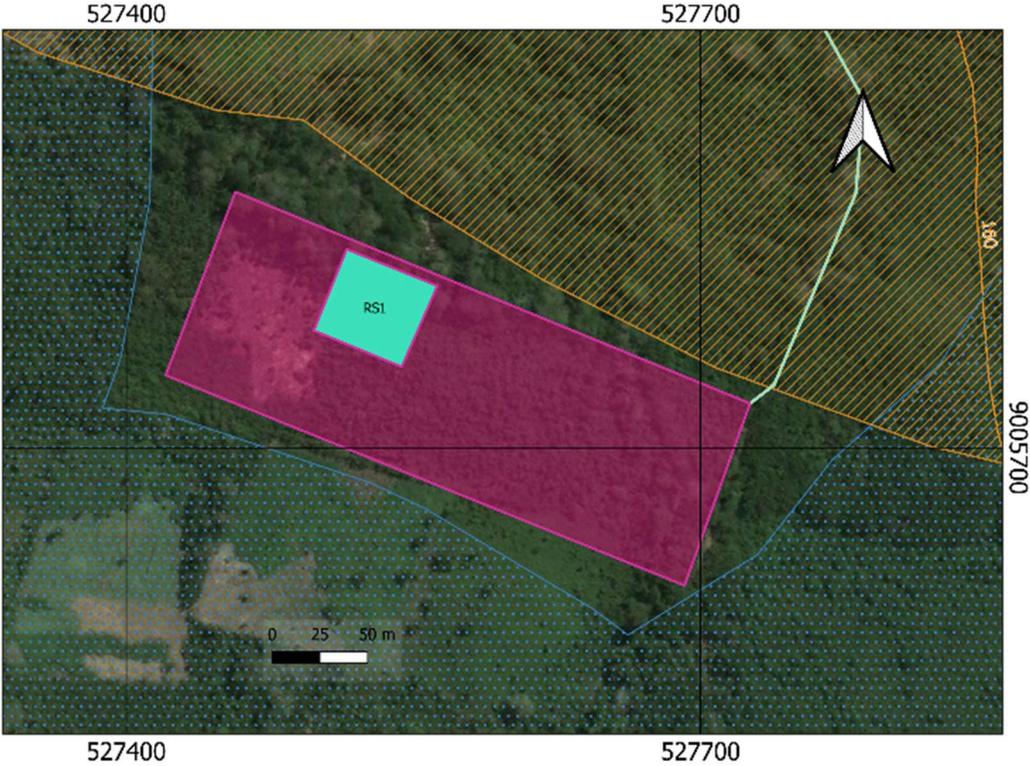
Las alternativas para la ubicación del relleno sanitario manual se encontrarán dentro del área potencial (ver figura 20) y cumplen con condiciones mencionadas en el Art 110 del Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Se identificaron dos alternativas para la ubicación de dichas infraestructuras de disposición final, las cuales se describen en la tabla 112.



**Figura 20: Ubicación potencial de la infraestructura de disposición final**

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 112: Alternativas de ubicación de la infraestructura de disposición final**

Alternativa	Ubicación	Descripción
<p>Alternativa N° 1</p>	<p>Las coordenadas son:                      Vértice 1: 9005803N-527515E                      Vértice 2: 9005784N-527562E                      Vértice 3: 9005742N-527544E                      Vértice 4: 9005760N-527498E</p>	

Continuación ...

Alternativa	Ubicación	Descripción
Alternativa N° 2	Las coordenadas son: Vértice 1: 9005780N-527569E Vértice 2: 9005753N-527636E Vértice 3: 9005725N-527624E Vértice 4: 9005752N-527558E	

FUENTE: Elaboración propia

Según la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, las actividades necesarias para la construcción y operación del relleno sanitario manual por etapa de planificación se describen en la Tabla 113.

**Tabla 113: Actividades de un relleno sanitario manual**

<b>Actividades de un relleno sanitario manual</b>	
<b>1. Preparación del sitio seleccionado</b>	
1.1	Limpieza y desmonte del terreno
1.2	Tratamiento del suelo soporte
<b>2. Proceso constructivo</b>	
3	Construcción de trincheras
4	Construcción de drenes de lixiviados en trincheras
5	Construcción de drenes de lixiviados en plataformas
6	Construcción de celdas
7	Construcción de chimeneas
<b>3. Operación del Relleno sanitario</b>	
1	Recepción de residuos (pesado)
2	Descarga
3	Esparcido y compactación (reducir por lo menos 25% de la altura de la celda)
4	Cobertura (capas compactadas de 0.20m)
<b>4. Mantenimiento del Relleno Sanitario</b>	
1	Limpieza en los 500 metros de las vías de acceso
2	Preparación del presupuesto anual
<b>5. Cierre y post cierre</b>	
1	Mantenimiento de la cobertura final
2	Mantenimiento de los sistemas de drenaje de aguas superficiales
3	Mantenimiento de los sistemas de drenaje de gases
4	Mantenimiento de los sistemas de lixiviados
5	Monitoreo ambiental

**FUENTE:** Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, (MINAM, 2011)

Las actividades de disposición final de residuos en la etapa de operación se realizarán en forma manual y con empleo de herramientas tales como lampa, zapapico de dos puntas,

estacas de madera, cordel de albañil, pisones manuales, carretillas y comba o martillo cuyo uso se describe en la Tabla 114.

**Tabla 114: Uso de herramientas para relleno sanitario**

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>
Lampa	- Utilizada para cargar tierra a ser utilizada como material de cobertura. - Se recomienda lampas o palanas de borde acuchillado no recto por su mejor maniobrabilidad y desempeño.
Zapapico de dos puntas	- Se usa para jalar los residuos sólidos en la conformación de la celda diaria. - Se utiliza para jalar los residuos sólidos del vehículo recolector sin sistema de vertido de residuos sólidos.
Estacas de madera	- Se usa para atar cordel que delimita el área de trabajo diario.
Cordel de albañil	- Se usa para delimitar el área de trabajo de la celda diaria.
Pisones manuales	- Utilizado para compactar residuos sólidos y la tierra con la que se haya realizado la cobertura de residuos. - No se recomienda compactadoras neumáticas ya que involucran riesgos en la operación.
Carretillas	- Se usa para trasladar tierra a usarse como material de cobertura. - Se recomienda usar carretillas de borde alto para acarrear mayor cantidad de material en menos viajes.
Comba o martillo	- Usado para fijar estacas en el terreno y otros usos múltiples.

**FUENTE:** MINAM. (2020). Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública.

El número de trabajadores necesarios para la operación del relleno sanitario manual será 4 trabajadores (1 trabajadores para recepción y descarga, 2 trabajadores para esparcido y compactación y 1 trabajador para cobertura). Por otro lado, la periodicidad del uso de maquinaria es esporádica (minicargador frontal de orugas), es decir cada vez que se necesite. Por ejemplo, se requerirá el empleo de maquinaria para realizar el corte y acopio de tierra para la cobertura de residuos en un área cercana a la destinada para disposición final.

Según Guía para la Gestión Operativa del servicio de limpieza pública, el pesaje de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios manuales se realizará sin balanza, mediante la estimación del peso de acuerdo al volumen de la unidad vehicular que transporta los residuos sólidos.

### **Cierre de botadero**

Luego de la implementación del relleno sanitario manual, es de suma importancia el cierre del botadero, así como de los puntos de vertimiento identificados y descritos en el inciso 6.5.2.12.1, las actividades necesarias para su cierre se describen en la Tabla 115.

**Tabla 115: Clausura de botaderos locales**

N°	Actividad
1	Exterminio de roedores y artrópodos
2	Cubrimiento con tierra y apisonado
3	Encerramiento perimetral
4	Cartel de clausura

FUENTE: Elaboración propia

#### **4.2.2.13 Análisis de la Oferta**

En esta etapa se analizó la capacidad operativa instalada de cada etapa del servicio, considerando la vida útil establecida por el fabricante de equipos.

##### **4.2.2.13.1 Oferta de servicio de limpieza pública**

Actualmente, la capacidad municipal para proveer de recipientes para el adecuado almacenamiento de los residuos municipales de esta Comunidad es nula, así como la inexistencia de personal, equipos y herramientas para brindar una adecuada cobertura de barrido y recolección.

Por lo mencionado anteriormente, se consideró la oferta de servicio de limpieza pública como cero.

##### **4.2.2.13.2 Oferta de almacenamiento**

Los 5 tachos comunales con capacidad de 0.138m<sup>3</sup> cada uno y 1.145 kg/día de generación diaria ofrecen la oferta de 0.006 ton/día.

En las áreas de recreación y esparcimiento como la cancha y el puerto de la quebrada Ayamiría no existen recipientes de almacenamiento de residuos, significando una oferta de 0.

#### **4.2.2.13.3 Oferta de transporte**

La inexistencia de vehículos para transporte de los residuos a la infraestructura de disposición final se traduce en una oferta de transporte de cero.

#### **4.2.2.13.4 Oferta de reaprovechamiento**

La oferta de reaprovechamiento está determinada por la realización de actividades formales y puede concluir que la oferta de reaprovechamiento es cero, ya que esta actividad no se efectúa, de manera formal en la comunidad.

#### **4.2.2.13.5 Oferta de disposición final**

La oferta de disposición final, está determinada por la capacidad existente para disponer adecuadamente los residuos sólidos municipales producidos.

La oferta actual del servicio de disposición final de residuos sólidos municipales, está basada en el uso de botaderos, los cuales deberán ser clausurados en lugar de ser ampliados o seguir siendo utilizados. Por lo tanto, la oferta actual de disposición final es cero.

De lo mencionado desde el inciso 6.5.2.1 al 6.5.2.4 se obtiene la tabla resumen:

**Tabla 116: Resumen de la proyección de la oferta de las etapas del manejo de residuos sólidos**

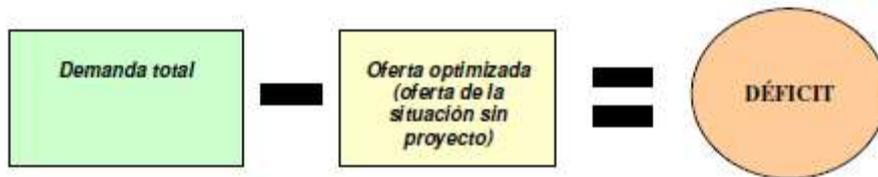
<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Almacenamiento (ton/día)</b>	<b>Barrido (km/día)</b>	<b>Recolección (Ton/día)</b>	<b>Transporte (Ton/día)</b>	<b>Reaprovechamiento residuos orgánicos (Ton/día)</b>	<b>Reaprovechamiento residuos inorgánicos (Ton/día)</b>	<b>Disposición final (Ton/día)</b>	<b>Disposición final (Ton/año)</b>
0	2021	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2022	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2023	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2024	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2025	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2026	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2027	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2028	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2029	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2030	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2031	0	0	0	0	0	0	0	0

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.2.2.14 Balance oferta- demanda

El balance oferta- demanda permitió determinar cuál es el déficit del servicio y establecer las metas del Plan de Manejo de Residuos sólidos con el fin de plantear especificaciones técnicas para satisfacer el monto faltante.

La Brecha o déficit se determina mediante la siguiente fórmula:



**Figura 21: Cálculo de déficit**

**FUENTE:** Guía de identificación, formulación y evaluación social de proyectos de residuos sólidos municipales a nivel perfil (MEF y MINAM, 2008)

A continuación, se presentará en la tabla 117 el balance oferta- demanda de los residuos sólidos municipales proyectados generados en la comunidad El Naranjal en el periodo 2021-2031.

**Tabla 117: Balance Oferta- Demanda de residuos sólidos municipales de 2021-2031**

N°	Año	Barrido de calles (km/día)			Barrido de calles (ton/día)			Almacenamiento público (Ton/día)			Recolección (Ton/día)		
		Demanda	Oferta	Déficit	Demanda	Oferta	Déficit	Demanda	Oferta	Déficit	Demanda	Oferta	Déficit
0	2021	5.080	0.000	-5.080	0.068	0.000	-0.068	0.021	0.006	-0.015	0.153	0.000	-0.153
1	2022	5.131	0.000	-5.131	0.068	0.000	-0.068	0.021	0.006	-0.015	0.156	0.000	-0.156
2	2023	5.182	0.000	-5.182	0.069	0.000	-0.069	0.021	0.006	-0.015	0.160	0.000	-0.160
3	2024	5.234	0.000	-5.234	0.070	0.000	-0.070	0.021	0.006	-0.015	0.164	0.000	-0.164
4	2025	5.286	0.000	-5.286	0.070	0.000	-0.070	0.021	0.006	-0.015	0.168	0.000	-0.168
5	2026	5.339	0.000	-5.339	0.071	0.000	-0.071	0.022	0.006	-0.016	0.172	0.000	-0.172
6	2027	5.393	0.000	-5.393	0.072	0.000	-0.072	0.022	0.006	-0.016	0.176	0.000	-0.176
7	2028	5.446	0.000	-5.446	0.073	0.000	-0.073	0.022	0.006	-0.016	0.180	0.000	-0.180
8	2029	5.501	0.000	-5.501	0.073	0.000	-0.073	0.022	0.006	-0.016	0.184	0.000	-0.184
9	2030	5.556	0.000	-5.556	0.074	0.000	-0.074	0.023	0.006	-0.016	0.188	0.000	-0.188
10	2031	5.611	0.000	-5.611	0.075	0.000	-0.075	0.023	0.006	-0.016	0.193	0.000	-0.193

FUENTE: Elaboración propia

Continuación ...

N°	Año	Transporte (Ton/día)			Reaprovechamiento residuos orgánicos (Ton/día)			Reaprovechamiento residuos inorgánicos (Ton/día)			Disposición Final (Ton/día)		
		Demanda	Oferta	Déficit	Demanda	Oferta	Déficit	Demanda	Oferta	Déficit	Demanda	Oferta	Déficit
0	2021	0.241	0.000	-0.241	0.196	0.000	-0.196	0.033	0.000	-0.033	0.150	0.000	-0.150
1	2022	0.246	0.000	-0.246	0.199	0.000	-0.199	0.033	0.000	-0.033	0.153	0.000	-0.153
2	2023	0.250	0.000	-0.250	0.203	0.000	-0.203	0.034	0.000	-0.034	0.155	0.000	-0.155
3	2024	0.255	0.000	-0.255	0.207	0.000	-0.207	0.034	0.000	-0.034	0.158	0.000	-0.158
4	2025	0.260	0.000	-0.260	0.211	0.000	-0.211	0.035	0.000	-0.035	0.161	0.000	-0.161
5	2026	0.264	0.000	-0.264	0.215	0.000	-0.215	0.035	0.000	-0.035	0.164	0.000	-0.164
6	2027	0.269	0.000	-0.269	0.219	0.000	-0.219	0.036	0.000	-0.036	0.078	0.000	-0.078
7	2028	0.275	0.000	-0.275	0.223	0.000	-0.223	0.036	0.000	-0.036	0.080	0.000	-0.080
8	2029	0.279	0.000	-0.279	0.227	0.000	-0.227	0.037	0.000	-0.037	0.081	0.000	-0.081
9	2030	0.285	0.000	-0.285	0.232	0.000	-0.232	0.038	0.000	-0.038	0.083	0.000	-0.083
10	2031	0.290	0.000	-0.290	0.236	0.000	-0.236	0.038	0.000	-0.038	0.084	0.000	-0.084

FUENTE: Elaboración propia

### 4.2.3 Aspectos administrativos, económicos y financieros

#### 4.2.3.1 La organización del servicio

Las etapas que comprenden el manejo de residuos sólidos de la comunidad El Naranjal, así como su frecuencia se describe en la tabla 118.

**Tabla 118. Frecuencia de servicio**

<b>Etapas</b>	<b>Frecuencia</b>
Barrido	Cada 6 días
Recolección	Cada 3 días
Transporte	Cada 3 días
Reaprovechamiento	Cada 3 días
Disposición final	Cada 3 días

FUENTE: elaboración propia.

#### 4.2.3.2 Del personal

El personal requerido para la operación de cada una de las etapas del servicio a brindar en la comunidad El Naranjal se detalla en la Tabla 119.

**Tabla 119: Personal requerido para el manejo de residuos**

<b>Etapas</b>	<b>Nº trabajadores</b>	<b>Descripción de responsabilidades</b>
Recolección	2	Recolección de residuos domiciliarios casa por casa y no domiciliarios.
Barrido	4	Barrido de las vías afirmadas.
Transporte	1	Transporte de residuos municipales (chofer del motofurgón).
Reaprovechamiento	6	Operación del centro de acopio de residuos inorgánicos y la planta de compostaje de residuos orgánicos.
Disposición final	5	Recepción, descarga, esparcido y compactación y cobertura de residuos municipales.

FUENTE: Elaboración propia.

### 4.2.3.3 Financiamiento

Se elaboró el presupuesto por etapa de manejo y se estimaron los ingresos y egresos en materia de limpieza pública, así como las fuentes de financiamiento para el manejo de residuos sólidos municipales de la comunidad El Naranjal.

### Costos de implementación

Para la estimación de los costos de implementación por etapa de manejo se tomaron en consideración los precios de mercado actuales y los precios propuestos en la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de proyectos de residuos sólidos municipales a nivel de perfil (MEF y MINAM, 2008).

La estructura de costos comprende los costos directos, indirectos, gastos administrativos y costos fijos, los cuales se describen en la Tabla 120.

**Tabla 120: Estructura de costos**

Concepto	Unidades	Cantidad	Costo unitario (soles)	Costo total (soles)
1. Costos directos				
1.1 Costo de mano de obra				
Adecuación de vías de acceso a infraestructuras (desbroce y limpieza de camino)	km	0.737	800 <sup>(1)</sup>	590
Reaprovechamiento inorgánico				
Construcción de galpón de reciclaje	m <sup>2</sup>	106	15	1590
Contenedor de residuos sólidos rechazados	Und	2	100	200
Riego para minimizar partículas suspendidas	m <sup>2</sup>	106	5	530
Reaprovechamiento orgánico				
Contenedor de residuos sólidos rechazados	Und	2	100	200
Área de recepción de residuos sólidos	m <sup>2</sup>	16	5	80
Área de acondicionamiento	m <sup>2</sup>	20	5	100

Continuación ...

Área de compostaje por bidones	m <sup>2</sup>	12	5	60
Almacenamiento temporal	m <sup>2</sup>	30	5	150
Contenedor composteras	Und	10	150	1500
Instalación de puntos de agua (en compostera y galpón de reciclaje)	Und	3	50	150
Recipiente para tratamiento de lixiviados	m <sup>2</sup>	1	50	50
Riego para minimizar partículas suspendidas	m <sup>2</sup>	78	5	390
<b>Disposición final</b>				
Construcción de celdas de residuos sólidos	m <sup>3</sup>	1080	10	10800
Riego para minimizar partículas suspendidas	m <sup>2</sup>	640	5	3200
Impermeabilización de la base y taludes de las celdas	m <sup>3</sup>	520	20	10400
Construcción de drenes de lixiviados	ml	166.6	50	8328.0
Construcción de chimeneas	ml	31.5	120	3780
Cerco vivo	ml	206	12	2472
Construcción de poza de lixiviados	m <sup>2</sup>	86.4	60	5184
Construcción de pozo de monitoreo	Und	1	1000	1000
Construcción de canaletas	ml	200	30	6000
<b>Recuperación de área degradada por residuos sólidos</b>				
Cubrimiento con tierra y apisonado (0.5m)	m <sup>3</sup>	300	30	9000
Encerramiento perimetral	ml	220	15	3300
Cartel de clausura	Und	1	300	300
<b>1.2 Costo de materiales</b>				
<b>Recolección y transporte</b>				
Adquisición de tachos de polipropileno de 50 L	Und.	55	100	5500
Bolsas de Polietileno de 50 lts	Millar	30	30	900

Continuación ...

Barrido				
Bolsas de Polietileno de 100 lts	Millar	8	100	800
Conos con cinta de seguridad	Und.	33	5	165
Escobas	Und.	66	18	1188
Rastrillos metálicos	Und.	66	10	660
Recogedores metálicos	Und.	22	20	440
Reaprovechamiento				
Cartel de identificación de infraestructura	Und	1	300	300
Zuncho de plástico	Und	4	5	20
Sacones recocidos 700 lts	Ciento	1	250	250
Letreros de identificación de contenedores de compost	Und	10	30	300
Manguera para riego de contenedores	ml	50	5	250
Lampas	Und	4	25	100
Ganchos o zapas	und	4	15	60
Escobas	und	4	12	48
Disposición final				
Cartel de identificación de infraestructura	Und	1	300	300
Zapapico de dos puntas	Und	4	100	400
Estacas de madera	Und	10	15	150
Cordel de albañil	Und	5	21	105
Pisones manuales	Und	2	800	1600
Carretillas	Und	3	200	600
Comba o martillo	Und	3	20	60
1.2.1 Maquinaria y equipos				
Recolección y transporte				
Adquisición de motofurgón	Und	1	3600	3600
Ph Metro	Und	1	500	500
Termómetro	Und	1	100	100

Continuación ...

Reaprovechamiento				
Mesa de segregación	Und	2	200	400
Prensa mecánica manual	Und	1	500	500
Sistema de generación eléctrica fotovoltaica	Und	1	1000	1000
Balanza mecánica	Und	1	800	800
Disposición final				
Balanza mecánica	Und	1	800	800
Sistema de generación eléctrica fotovoltaica	Und	1	1000	1000
1.3 Depreciación de maquinaria y equipos				
Depreciación de maquinarias	%	20%		720
Depreciación de equipos	%	30%		1410
1.4 Otros costos y gastos variables				
Tanque Séptico	Und	1	2500	2500
Material y útiles de oficina				
Vestuario	Und	1	800	800
Bancas de comedor	Und	2	100	200
Mesa de comedor	Und	1	200	200
Uniformes				
Polos	Und	130	15	1950
Pantalón con cinta reflectiva	Und	130	40	5200
Camisa	Und	130	30	3900
Mascarilla	Millar	4	10	40
Guantes con palma reforzada anticortes	Und	130	20	2600
Guantes de nitriflex	Und	130	10	1300
Gorro jockey o taslán	Und	130	15	1950
Botas de jebe con doble forro	Und	130	20	2600
Poncho impermeable con capucha	Und	130	30	3900
Repuestos - insumos				
20 % de motofurgón				720
Costo parcial (Soles)				122,239.6

Continuación ...

Programas				
Campañas de sensibilización	Und	20	50	1000
Concurso de artesanía con materiales reciclados	Und	20	300	6000
Pintado de mural	Und	10	100	1000
Capacitaciones de comité de gestión de residuos sólidos	Und	22	300	6600
Capacitaciones de promotores ambientales comunales y escolares	Und	33	200	6600
Costo parcial (Soles)				21,200
Costo total (Soles)				143,439.6

(1) Trabajo realizado en jornadas comunales.

FUENTE: Elaboración propia.

### Costos de operación

Para la estimación de los costos de los servicios por etapa de manejo se tomaron en consideración los costos unitarios de los servicios por tamaño de población en Países de América Latina y el Caribe extraídos de Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios (CEPAL,2015), los cuales se muestran en la Tabla 121. Se ha considerado que la comunidad El Naranjal es una micro población por tener menos de 15000 habitantes.

**Tabla 121: Costo unitarios por etapa de manejo para las micro poblaciones**

Servicio	Costo unitario
Barrido (US\$/Km)	7.99
Recolección (US\$/Ton)	36.84
Disposición final (US\$/Ton)	20.42

FUENTE: Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios, (CEPAL, 2015)

Se realizó la estimación del costo anual (dólares americanos) de cada servicio para el periodo del presente Plan de Manejo de residuos sólidos en la Tabla 122.

**Tabla 122: Costo de servicio por etapa de manejo**

Nº	Año	Costo de Barrido (US\$)	Costo de Recolección (US\$)	Costo de Disposición final (US\$)
0	2021	\$ 1,948.28	\$ 2,056.46	\$ 1,117.42
1	2022	\$ 1,967.76	\$ 2,104.21	\$ 1,138.00
2	2023	\$ 1,987.44	\$ 2,152.72	\$ 1,158.89
3	2024	\$ 2,007.32	\$ 2,201.98	\$ 1,180.07
4	2025	\$ 2,027.39	\$ 2,257.62	\$ 1,203.51
5	2026	\$ 2,047.66	\$ 2,308.49	\$ 1,225.34
6	2027	\$ 2,068.14	\$ 2,360.15	\$ 583.02
7	2028	\$ 2,088.82	\$ 2,418.38	\$ 594.53
8	2029	\$ 2,109.71	\$ 2,471.72	\$ 605.25
9	2030	\$ 2,130.81	\$ 2,531.76	\$ 617.09
10	2031	\$ 2,152.11	\$ 2,592.77	\$ 629.11

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4.2.4 Análisis de situación actual en la comunidad El Naranjal

- La cobertura de recolección de residuos sólidos en la comunidad nativa El Naranjal es nula, así como el transporte, reaprovechamiento y disposición final de los residuos, los cuales son dispuestos informalmente en un botadero. La oferta de almacenamiento actualmente comprende 0.006 ton/día.
- Debido a que la comunidad nativa El Naranjal tiene como objetivo incrementar la afluencia del turismo y conservar el ecosistema de sus bosques; es necesario erradicar los puntos críticos de acumulación de los residuos sólidos domiciliarios, en vías pública, promover la minimización de residuos sólidos y disponer adecuadamente sus residuos sólidos municipales generados.
- La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la comunidad nativa El Naranjal es de 0,4004 kg/persona/día (validado mediante la prueba de normalidad) con una densidad de 155,65 kg/m<sup>3</sup> y humedad del 77,36%, mientras que las bodegas producen 1,14 Kg/día, el colegio produce 0,01 Kg/alumno/día y el local comunal produce 1,24 Kg/día de residuos sólidos.
- La composición de los residuos sólidos domiciliarios es 84,96% de residuos orgánicos, 8,94% inorgánicos y 6,10% de residuos no aprovechables; en las bodegas el 38,17% de residuos orgánicos, el 46,79% de residuos inorgánicos y el 15,04% de residuos no aprovechable; en el colegio el 39,1% de residuos orgánicos, el 43,1% de residuos inorgánicos y el 17,8% de residuos no aprovechables y del local comunal el

5% de residuos orgánicos, el 80% de residuos inorgánicos y el 15% de residuos no aprovechables.

- Los rangos intercuartiles del diagrama de caja de la Generación Per Cápita más grandes se dieron en el día 4 y día 2 de caracterización significando mayor dispersión entre sus valores, mientras que para el caso de la densidad los valores muestran poca dispersión. Por otro lado, los porcentajes composición del local comunal mostraron mayor dispersión que los de la bodega, mientras que los porcentajes de composición domiciliarios tuvieron un rango intercuartil inferior al 10%.
- La prueba estadística de Análisis de varianza (ANOVA) dio como resultado que no existen diferencias estadísticamente significativas en el promedio de la generación per cápita y la densidad de los 7 días de caracterización, con 95% de confiabilidad y no existen diferencias estadísticamente significativas en el promedio de la composición por fuente de generación, con 95% de confiabilidad.
- La prueba de Tukey concluye que no existen diferencias significativas entre los promedios de densidad de cada día de caracterización y no existen diferencias significativas entre los promedios de composición de las viviendas, la bodega y el local comunal. Por otro lado, la prueba de Tukey también concluye que existen diferencias significativas entre la GPC del día 7° y el 6° de caracterización.
- Los distritos ubicados en las cercanías de la comunidad albergan a las etnias Ashaninka, Kakataibo, quechua, shipobo konibo y Yanesha. Sin embargo, solo los distritos con etnia lingüística predominante quechua y ashaninka reportaron su GPC, densidad y composición al SIGERSOL; de los cuales los distritos Tournavista y Puerto Inca, cuya etnia lingüística predominante es quechua/ ashaninka poseen valores de GPC municipal, GPC domiciliaria y densidades mayores a los distritos con etnia predominante quechua en un 20%, 30% y 17% respectivamente. Por otro lado, la composición de residuos sólidos de los distritos cuyas lenguas predominantes son quechua/ ashaninka tienen un 22 % de los residuos orgánicos menor, 42% de los residuos inorgánicos mayor y 19 % de los residuos no aprovechables menor a los distritos cuyas lenguas predominantes son quechua.
- Se propone realizar implementar estrategias de minimización mediante los programas de segregación en la fuente, la recolección selectiva y el programa de educación ambiental considerando la etnia lingüística y la cosmovisión de la comunidad El Naranjal a través del Plan de Manejo descrito posteriormente, la

valorización de los residuos sólidos orgánicos mediante el compostaje en contenedores y de los residuos sólidos inorgánicos mediante el reciclaje de residuos con valor en el mercado.

### **4.3 PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

El presente Plan de Manejo de Residuos Sólidos considera la atención del 100 % de la brecha existente (considerando la demanda potencial) en las diferentes etapas de la gestión integral de los residuos sólidos.

#### **4.3.1 Objetivo General**

- Proponer un adecuado servicio de Manejo de Residuos Sólidos Municipales que cubra el 100% de la brecha existente en la Comunidad Nativa El Naranjal, incentivando y fortaleciendo la minimización, el reciclaje y el aprovechamiento de residuos.

#### **Objetivos estratégicos**

- Promover de la educación y ciudadanía ambiental, así como el fortalecimiento de la supervisión local en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos.
- Mejorar los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos mediante la implementación de sistemas sostenibles.
- Promocionar y fortalecer el enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reuso y reciclaje).

#### **4.3.2 Visión del Plan**

El tiempo de planeamiento de largo plazo del Plan es de 10 años, siendo el tiempo de vida útil de una planta de reaprovechamiento y relleno sanitario manual.

La implementación del Plan exige un planeamiento de corto plazo (0 a 1 año) detallado con definición clara de responsabilidad de las autoridades tanto locales como de la comunidad, orientado a cumplir con los objetivos de mediano plazo (2 a 5 años).

Los residuos sólidos que se atenderán principalmente en el PIGARS son del tipo municipal, es decir, de origen domiciliario y no domiciliario (comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos) en todo el ámbito de su jurisdicción, estos son:

- Residuos sólidos de origen domiciliario.
- Residuos sólidos de origen en el local comunal y las bodegas

- Residuos sólidos de instituciones educativas.
- Residuos recolectados en el barrido de calles.

### **4.3.3 Líneas de acción y metas**

#### **Línea de acción 1:**

Promoción de la educación y ciudadanía ambiental y fortalecimiento de la supervisión local en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos.

#### **Línea de acción 2:**

Mejora de los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos mediante la implementación de sistemas sostenibles.

#### **Línea de acción 3:**

Promoción y fortalecimiento del enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reuso y reciclaje).

**Tabla 123: Metas al 2031**

<b>Línea de acción</b>	<b>Descripción</b>	<b>Meta 2021-2022</b>	<b>Meta 2023-2026</b>	<b>Meta 2027-2031</b>
<b>Línea de acción N° 1</b>	Promoción de la educación y ciudadanía ambiental y fortalecimiento de la supervisión local en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos.	Al menos el 50% de la ciudadanía se encuentra sensibilizada sobre la importancia del reciclaje y el rol que deben jugar los generadores de residuos.	Al menos el 70% de la ciudadanía participa de las campañas regulares de sensibilización para el manejo de residuos sólidos.	Al menos el 90% de la ciudadanía participa de las campañas regulares de sensibilización para el manejo de residuos sólidos.
		Formación de comité de gestión de residuos sólidos y fortalecimiento de sus capacidades operativas de supervisión en cada uno de servicios de manejo a implementar en la comunidad.	Fortalecimiento de las capacidades operativas de supervisión del comité de gestión de residuos sólidos en cada uno de servicios de manejo a implementar en la comunidad.	Fortalecimiento de las capacidades operativas de supervisión del comité de gestión de residuos sólidos en cada uno de servicios de manejo a implementar en la comunidad.
<b>Línea de acción N° 2</b>	Mejora de los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos mediante la Implementación de sistemas sostenibles	En la comunidad El Naranjal se tiene una cobertura superior al 50% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).	En la comunidad El Naranjal se tiene una cobertura superior al 70% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).	En la comunidad El Naranjal se tiene una cobertura superior al 90% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).

Continuación ...

		<p>Construcción y habilitación de infraestructuras de manejo de residuos (centro de acopio, área destinada a reaprovechamiento, relleno sanitario manual).</p>	<p>Adecuado funcionamiento de las infraestructura de manejo implementadas.</p>	<p>Adecuado funcionamiento y cierre de las infraestructura de manejo implementadas.</p>
		<p>Remediación de áreas con pasivos ambientales generados por la disposición final inapropiada de residuos sólidos.</p>		
<p><b>Línea de acción</b> <b>Nº 3</b></p>	<p>Promoción y fortalecimiento del enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reuso y reciclaje).</p>	<p>50 % de las viviendas y establecimientos de la comunidad El Naranjal participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables</p>	<p>70 % de las viviendas y establecimientos de la comunidad El Naranjal participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables</p>	<p>90 % de las viviendas y establecimientos de la comunidad El Naranjal participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables</p>

Continuación ...

		<p>El 50% de los residuos orgánicos generados en los parques y jardines de la comunidad participan en el programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos.</p>	<p>El 70% de los residuos orgánicos generados en los parques y jardines de la comunidad participan en el programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos.</p>	<p>El 90% de los residuos orgánicos generados en los parques y jardines de la comunidad participan en el programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos.</p>
		<p>Reducir en un 20% la generación de residuos sólidos no aprovechables en la comunidad El Naranjal.</p>	<p>Reducir en un 30% la generación de residuos sólidos no aprovechables en la comunidad El Naranjal.</p>	<p>Reducir en un 40% la generación de residuos sólidos no aprovechables en la comunidad El Naranjal.</p>

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.3.4 Estrategias

Las estrategias propuestas promueven el desarrollo e integración de alternativas organizacionales y técnico-operativas, que fomenten la participación de los pobladores con un rol municipal orientado a la promoción y supervisión de los servicios con el objetivo final de atender el déficit de servicio en cada etapa de manejo de residuos sólidos de la comunidad El Naranjal.

**Tabla 124: Estrategias propuestas**

<b>Líneas de acción</b>	<b>Estrategias</b>
Promoción de la educación y ciudadanía ambiental y fortalecimiento de la supervisión local en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Educación ambiental ciudadana orientada a lograr cambios de la práctica negativas en el manejo de residuos y el reforzamiento de hábitos y costumbres positivos.</li><li>2. Implementar y fortalecer la organización comunal para la supervisión y control del manejo y la gestión de los residuos sólidos.</li></ol>
Mejorar los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos mediante la implementación de sistemas sostenibles.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ampliación de las coberturas y atención con los servicios de limpieza pública a las viviendas de los pobladores.</li><li>2. Optimización de capacidades operativas y renovación progresiva de equipamiento para la prestación de servicio de limpieza y de la segregación y reciclaje en la fuente.</li><li>3. Promoción de la implementación de sistema adecuado de tratamiento y reaprovechamiento de los residuos y la disposición final en el relleno sanitario manual de los residuos sólidos no reaprovechables según la normativa vigente.</li><li>4. Remediación de áreas con pasivos ambientales generados por la disposición final inapropiada de residuos sólidos.</li></ol>

Continuación ...

<p>Promoción y fortalecimiento del enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reuso y reciclaje).</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Desarrollo de campañas mediáticas y acciones que fomenten la conciencia ciudadana para reducir la generación de residuos, contribuir responsablemente al manejo de residuos.</li><li>2. Reconocimiento y apoyo a prácticas de la comunidad estudiantil (niños y jóvenes) de separación en la fuente, reciclaje y ecoeficiencia en el manejo de residuos.</li><li>3. Fortalecimiento de los programas municipales de segregación y recojo selectivo de residuos inorgánicos en las viviendas ampliándolos a los establecimientos.</li><li>4. Promoción del crecimiento productivo de la cadena del reciclaje de residuos inorgánicos y orgánicos con articulación de sus actores.</li></ol>
--	---

### 4.3.5 Plan de Acción

Tabla 125: Plan de acción

Objetivos y estrategias	Plan de Acción										Agentes involucrados	Responsables	Indicador	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Objetivo N°1: Promocionar la educación y ciudadanía ambiental y fortalecimiento de la supervisión local en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos.														
Educación ambiental														
Formación de promotores ambientales escolares y comunitarios.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° de capacitaciones aprobadas por los promotores
Capacitar y sensibilizar a la población en el proceso de la segregación, recolección selectiva y compostaje de RRSS.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° personas capacitadas

Continuación ...

Realizar campañas de limpieza, concurso de reciclado y pintado de mural	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° eventos realizados
Protocolo de supervisión y control de infraestructuras													
Diseñar la estrategia comunicacional para difundir los planes de rutas, sistemas de supervisión, sanciones, entre otros instrumentos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° pobladores informados
Cantidad de residuos sólidos reaprovechados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Hoja de registro

Continuación ...

Cantidad de residuos sólidos dispuestos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Hoja de registro
Formación de comité de gestión de residuos sólidos													
Invitación a pobladores y autoridades para integrar el comité.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Registro de asistencia
Capacitación de miembros sobre responsabilidades de supervisión y formación de los promotores.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Examen de evaluación

Continuación ...

Capacitación y supervisión local													
Capacitación al comité de gestión de residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Examen de evaluación
Capacitación continua de promotores ambientales escolares y comunitarios.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Examen de evaluación
Objetivo N° 2: Mejorar los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos mediante la implementación de sistemas sostenibles.													
Ampliación de cobertura													
Formulación del Plan de rutas del servicio de recolección de residuos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Plan de ruta aprobado

Continuación ...

Formulación del Plan de rutas del servicio de barrido.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Plan de ruta aprobado
Formulación de infraestructura de disposición final de los residuos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Infraestructura instalada
Optimización de capacidades operativas													
Diseño, adquisición e instalación de dispositivos de almacenamiento público de residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	N° de dispositivos de almacenamiento instalados
Adquisición de herramientas de barrido y limpieza de espacios públicos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	N° de herramientas adquiridas

Continuación ...

Adquisición de vehículo y herramientas para la recolección y transporte de residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Nº de vehículos adquiridos
Implementación de rutas de recolección de residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Toneladas de residuos sólidos municipales recolectadas
Implementación de rutas de barrido de residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Km- lineales cubiertos por el servicio de barrido
Instalación de equipos para la valorización de residuos sólidos orgánicos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Nº de equipos instalados
Implementación de infraestructura para valorización de residuos orgánicos y/o inorgánicos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Infraestructura instalada

Continuación ...

Implementación de infraestructura para disposición final residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Infraestructura instalada
Operación de infraestructura para disposición final residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Toneladas de residuos sólidos dispuestos
Promoción de tratamiento y reaprovechamiento adecuados													
Capacitación a recicladores (as) en administración de centros de acopio y comercialización de residuos sólidos inorgánicos aprovechables.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° de recicladores (as) capacitados (as)
Correcta operación de la infraestructura de valorización de residuos orgánicos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Toneladas de residuos sólidos orgánicos valorizados

Continuación ...

Correcta operación de la infraestructura de valorización de residuos inorgánicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Toneladas de residuos sólidos inorgánicos valorizados
Clausura y remediación de áreas degradadas													
Programa de reconversión de áreas degradadas por residuos sólidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Programa de reconversión implementado
Cierre de botadero	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	Nº de pasivos ambientales recuperados
Objetivo N° 3: Promocionar y fortalecer el enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reuso y reciclaje).													
Campañas de concientización													
Capacitar y sensibilizar a la población en el proceso de la segregación, recolección selectiva y compostaje de RRSS.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Nº personas capacitadas

Continuación ...

Realizar campañas de limpieza en puntos críticos de la zona urbana y rural con la participación de la población e II.EE.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° de campañas de limpieza
Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos													
Segregación en la fuente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	N° de viviendas que participan del programa
Recojo selectivo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Autoridades comunales	N° de rutas con recojo selectivo
Comercialización de materiales reciclables	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Cantidad de residuos vendidos

Continuación ...

Reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante la fabricación de compost	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Cantidad de compost fabricado
Reconocimiento comunal													
Realizar reconocimiento a los ganadores del Concurso de pinturas en papel reciclado/	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Nº reconocimientos otorgados
Realizar reconocimiento a los ganadores del concurso de artesanías elaboradas con material de reúso y reciclado.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, población, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Nº reconocimientos otorgados
Mantenimiento de capacidades operativas													
Monitoreo de Plan Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Etapas de manejo monitoreadas

Continuación ...

Mantenimiento de materiales y equipos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Autoridades comunales, comité de gestión de residuos sólidos	Comité de gestión de residuos sólidos	Nº de inspecciones realizadas
---------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---------------------------------------	-------------------------------

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.3.6 Mecanismos de ejecución

**Tabla 126: Mecanismos para el cumplimiento de metas a corto plazo (2021-2022)**

Meta 1.1: Al menos el 50% de la ciudadanía se encuentra sensibilizada sobre la importancia del reciclaje y el rol que deben jugar los generadores de residuos.
Presentación de la programa de educación ambiental al SERNANP para apoyo en difusión y al Gobierno local para apoyo logístico, priorizando los niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad.
Desarrollo de campaña de reciclaje “El Naranjal recicla” (materiales informativos) y difusión por megáfono comunal) a nivel comunal con el apoyo de los promotores ambientales y la supervisión del comité de gestión de residuo sólidos.
Talleres de trabajo sobre la “Segregación en la Fuente” en el colegio, según el año y nivel educativo.
Elaboración de paneles informativos en principales puntos comunales (colegio y local comunal)
Sondeo de opinión para evaluar la campaña.
Meta 1.2: Formación de comité de gestión de residuos sólidos y fortalecimiento de sus capacidades operativas de supervisión en cada uno de servicios de manejo de residuos sólidos a implementar en la comunidad.
Invitar a los pobladores y estudiantes de la institución educativa a formar parte del comité de gestión de residuos sólidos.
Elaboración de protocolos para la supervisión y control de las infraestructuras y servicios de manejo de residuos sólidos a implementar.
Capacitación al comité de gestión de residuos sólidos sobre la adecuada operación de las infraestructuras de aprovechamiento y disposición final.
Meta 1.3: Formación de los promotores ambientales escolares y comunitarios para fortalecer la participación ciudadana en la gestión de residuos y conservación de su entorno.
Formación y capacitación continua de promotores ambientales escolares por cada aula de la institución educativa, quienes serán capacitados por el comité de gestión de residuos sólidos.
Formación y capacitación continua de promotores ambientales comunitarios, quienes serán capacitados por el comité de gestión de residuos sólidos.

Continuación ...

Meta 2.1: En la comunidad El Naranjal se tiene una cobertura superior al 50% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).
Adquisición de equipamiento para el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos en la comunidad El Naranjal.
Diseño de plan operativo de manejo de residuos: plan de rutas, plan de renovación de equipamientos, etc.
Asistencia técnica y equipamiento a los responsables del manejo de residuos sólidos en la comunidad El Naranjal.
Talleres de diseño participativo sobre gestión integral de residuos sólidos con enfoque intercultural.
Instalación de infraestructuras de reaprovechamiento y disposición final.
Meta 2.2: Construcción y habilitación de infraestructuras de manejo de residuos (centro de acopio, área destinada a reaprovechamiento, relleno sanitario manual).
Definición de áreas potenciales e instalación del relleno sanitario manual.
Definición de áreas potenciales e instalación de las nuevas infraestructuras de operaciones de residuos (centro de acopio y área destinada a reaprovechamiento).
Reporte semestral de registros de todas las infraestructuras de manejo de residuos.
Meta 2.3: Remediación de áreas con pasivos ambientales generados por la disposición final inapropiada de residuos sólidos.
Formulación de plan para la recuperación de las áreas degradadas por la existencia de pasivos ambientales generados por la disposición final inadecuada de residuos sólidos, con intervenciones priorizadas con las municipalidades distritales e instituciones competentes.
Meta 3.1: 50 % de las viviendas y establecimientos de la comunidad El Naranjal participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables
Diseño de programa de segregación en la fuente y recolección selectiva con participación de comité de gestión de residuos sólidos y los pobladores.
Concurso y premiación por parte del comité de gestión de residuos sólidos a las viviendas más comprometidas con la segregación y recojo de residuos en los años 2021-2022.

Continuación ...

Empadronamiento de nuevos establecimientos identificados (bodegas, colegios o locales comerciales) en el periodo 2021- 2022.
Meta 3.2: El 50% de los residuos orgánicos generados en los parques y jardines de la comunidad participan en el programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos
Diseño e implementación de programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos.
Instalación y equipamiento de planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos de residuos de poda y maleza y otros residuos orgánicos para compostaje.
Realización de operativos para la supervisión y control de la planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos.
Meta 3.3: Reducir en un 20% la generación de residuos sólidos no aprovechables en la comunidad El Naranjal.
Elaborar Plan de Minimización de residuos sólidos, principalmente los residuos no aprovechables.
Registro de composición de residuos sólidos en las infraestructuras de reaprovechamiento y disposición final.

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 127: Mecanismos de ejecución para las metas a mediano plazo (2023- 2026)**

Metas 1.1: Al menos el 70% de la ciudadanía participa de las campañas regulares de sensibilización para el manejo de residuos sólidos.
Campañas informativas y programa de educación ambiental en la comunidad, priorizando los niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad..
Talleres de trabajo sobre la “Segregación en la Fuente” en el colegio, según el año y nivel educativo.
Elaboración de paneles informativos en principales puntos comunales (colegio y local comunal)
Encuestas para medir la participación ciudadana en las campañas de reciclaje impulsadas por las autoridades comunales.

Continuación ...

Meta 1.2: Fortalecimiento de las capacidades operativas de supervisión del comité de gestión de residuos sólidos en cada uno de servicios de manejo a implementar en la comunidad.
Fortalecimiento de capacidades para la supervisión a la aplicación de los planes de manejo de residuos.
Capacitación al comité de gestión de residuos sólidos sobre la adecuada operación de las infraestructuras de aprovechamiento y disposición final.
Meta 1.3: Capacitación de los promotores ambientales escolares y comunitarios para fortalecer la participación ciudadana en la gestión de residuos y conservación de su entorno.
Capacitación continua de promotores ambientales escolares por cada aula de la institución educativa, quienes serán capacitados por el comité de gestión de residuos sólidos.
Capacitación continua de promotores ambientales comunitarios, quienes serán capacitados por el comité de gestión de residuos sólidos.
Meta 2.1: En la comunidad El Naranjal se tiene una cobertura superior al 70% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).
Asistencia técnica a la formulación de planes operativos sobre el manejo de residuos sólidos.
Renovación de equipamiento para la recolección y transporte de residuos sólidos en la comunidad El Naranjal.
Meta 2.2: Adecuado funcionamiento de las infraestructura de manejo implementadas.
Mantenimiento de infraestructura de reaprovechamiento y centro de acopio.
Mantenimiento de infraestructura de disposición final.
Reporte semestral de registros de todas las infraestructuras de manejo de residuos.
Meta 3.1: 70 % de las viviendas y establecimientos de la comunidad El Naranjal participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables
Campañas de promoción del reciclaje de residuos
Rediseño y fortalecimiento de programa de segregación en la fuente y recolección selectiva con participación de comité de gestión de residuos sólidos y los pobladores.

Continuación ...

Concurso y premiación por parte del comité de gestión de residuos sólidos a las viviendas más comprometidas con la segregación y recojo de residuos en los años 2023-2026.
Meta 3.2: El 70% de los residuos orgánicos generados en los parques y jardines de la comunidad participan en el programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos
Rediseño y ampliación de programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos.
Mantenimiento y renovación de equipamiento de planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos de residuos de poda y maleza y otros residuos orgánicos para compostaje.
Realización de operativos para la supervisión y control de la planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos.
Meta 3.3: Reducir en un 30% la generación de residuos sólidos no aprovechables en la comunidad El Naranjal.
Rediseñar y fortalecer el Plan de Minimización de residuos sólidos, principalmente los residuos no aprovechables.
Registro de composición de residuos sólidos en las infraestructuras de reaprovechamiento y disposición final.

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 128: Mecanismos de ejecución para las metas a largo plazo (2027 -2031)**

Metas 1.1: Al menos el 90% de la ciudadanía participa de las campañas regulares de sensibilización para el manejo de residuos sólidos.
Campañas informativas y programa de educación ambiental en la comunidad, priorizando los niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad.
Encuestas para medir la participación ciudadana en las campañas de reciclaje impulsadas por las autoridades comunales.
Meta 1.2: Fortalecimiento de las capacidades operativas de supervisión del comité de gestión de residuos sólidos en cada uno de servicios de manejo a implementar en la comunidad.
Fortalecimiento de capacidades para la supervisión a la aplicación de los planes de manejo de residuos.

Continuación ...

Capacitación al comité de gestión de residuos sólidos sobre la adecuada operación y cierre de las infraestructuras de aprovechamiento y disposición final.
Meta 1.3: Capacitación de los promotores ambientales escolares y comunitarios para fortalecer la participación ciudadana en la gestión de residuos y conservación de su entorno.
Capacitación continua de promotores ambientales escolares por cada aula de la institución educativa, quienes serán capacitados por el comité de gestión de residuos sólidos.
Capacitación continua de promotores ambientales comunitarios, quienes serán capacitados por el comité de gestión de residuos sólidos.
Meta 2.1: En la comunidad El Naranjal se tiene una cobertura superior al 90% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).
Asistencia técnica a la formulación de planes operativos sobre el manejo de residuos sólidos.
Renovación de equipamiento para la recolección y transporte de residuos sólidos en la comunidad El Naranjal.
Meta 2.2: Adecuado funcionamiento de las infraestructura de manejo implementadas.
Mantenimiento de infraestructura de reaprovechamiento y centro de acopio.
Mantenimiento de infraestructura de disposición final.
Reporte semestral de registros de todas las infraestructuras de manejo de residuos.
Meta 3.1: 90 % de las viviendas y establecimientos de la comunidad El Naranjal participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables
Rediseño y fortalecimiento de programa de segregación en la fuente y recolección selectiva con participación de comité de gestión de residuos sólidos y los pobladores.
Concurso y premiación por parte del comité de gestión de residuos sólidos a las viviendas más comprometidas con la segregación y recojo de residuos en los años 2027-2031.
Meta 3.2: El 90% de los residuos orgánicos generados en los parques y jardines de la comunidad participan en el programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos

Continuación ...

Rediseño y ampliación de programa de recolección selectiva y aprovechamiento de residuos orgánicos.
Mantenimiento y renovación de equipamiento de planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos de residuos de poda y maleza y otros residuos orgánicos para compostaje.
Realización de operativos para la supervisión y control de la planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos.
<b>Meta 3.3: Reducir en un 40% la generación de residuos sólidos no aprovechables en la comunidad El Naranjal.</b>
Evaluar el cumplimiento del Plan de Minimización de residuos sólidos, principalmente los residuos no aprovechables.
Registro de composición de residuos sólidos en las infraestructuras de reaprovechamiento y disposición final.

**FUENTE:** Elaboración propia

#### **4.3.7 Monitoreo y evaluación**

De manera general se describe las actividades que se deberán monitorear para garantizar la ejecución y cumplimiento del PIGARS.











Continuación ...

Realizar el pintado de un mural, con mensajes alusivos al manejo adecuado de los residuos sólidos.	N° de murales pintados	Registro fotográfico	Comité de gestión de residuos sólidos	Anual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Programa de capacitación del comité de gestión de residuos sólidos															
Capacitación eficaz sobre los niveles de manejo adecuado de los residuos sólidos.	Campaña de vacunación implementado	Examen de evaluación	Autoridades comunales	Semestral	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Campaña de vacunación (tétano, hepatitis B y la influenza) para los trabajadores.	Campañas realizadas exitosamente	Registro de vacunación	Autoridades de salud	Anual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

FUENTE: Elaboración propia.

## V. CONCLUSIONES

- Actualmente la comunidad Nativa El Naranjal no cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos, por lo que no se realiza una segregación en la fuente ni se envían residuos para su reaprovechamiento, además su disposición final es informal y se realiza en el botadero. Se estima para el año 2021, una demanda de 55,821 ton/año en la etapa de recolección, 24,709 ton/año en la etapa de barrido, 7,523 ton/año en la etapa de almacenamiento, 88,053 ton/año en la etapa de transporte, la generación de residuos sólidos orgánicos aprovechables 28.564 ton/año (40% de la generación orgánica) con una producción estimada de compost de 14.282 ton/año y el ingreso económico potencial a generar de aproximadamente S/2634.47 anuales correspondiente a la venta de metales, plástico PET y papel.
- Producto de la caracterización de residuos municipales domiciliarios se obtuvo:
  - La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la comunidad nativa El Naranjal es de 0,4004 kg/persona/día (validado mediante la prueba de normalidad) con una densidad de 155,65 kg/m<sup>3</sup> y humedad del 77,36%.
  - La composición de los residuos sólidos domiciliarios es 84,96% de residuos orgánicos, 8,94% inorgánicos y 6,10% de residuos no aprovechables.
- Producto de la estimación de la generación de residuos municipales no domiciliarios se obtuvo:
  - La generación per cápita de residuos sólidos en las bodegas es de 1,14 Kg/día, el colegio produce 0,01 Kg/alumno/día y el local comunal produce 1,24 Kg/día de residuos sólidos.
  - La composición de los residuos sólidos en las bodegas el 38,17% de residuos orgánicos, el 46,79% de residuos inorgánicos y el 15,04% de residuos no aprovechable; en el colegio el 39.1% de residuos orgánicos, el 43,1% de residuos inorgánicos y el 17,8% de residuos no aprovechables y del local comunal el 5% de residuos orgánicos, el 80% de residuos inorgánicos y el 15% de residuos no aprovechables.

- El presente Plan de Manejo de Residuos Sólidos propone:
  - 3 líneas de acción con el fin de garantizar el manejo adecuado de los residuos sólidos generados en la comunidad El Naranjal: Promoción de la educación y ciudadanía ambiental y fortalecimiento de la supervisión local en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos, mejorar los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos mediante la implementación de sistemas sostenibles así como la promoción y fortalecimiento del enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reuso y reciclaje) mediante el reciclaje y compostaje en contenedores.
  - 4 planes, con enfoque técnico operativo: el Plan Operativo de manejo de residuos, el Plan de Minimización de residuos sólidos no aprovechables, el Plan Operativo de infraestructuras de residuos sólidos (relleno sanitario manual), el Plan para la recuperación de las áreas degradadas.
  - 3 programas, enfocados capacitación y concientización: el Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva, el Programa de Educación Ambiental, el Programa de capacitación del comité de gestión de residuos sólidos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se propone una mayor participación de la Municipalidad Distrital y sus autoridades en la gestión ambiental de su jurisdicción, especialmente en la gestión de residuos sólidos.
- Se recomienda realizar más estudios en materia de residuos sólidos donde se involucre la parte étnica cultural y su cosmovisión.
- Promover un mayor desarrollo de estudios de reciclaje en una mayor escala que abarque comunidades de diferentes etnias lingüísticas e involucren un sistema de integrado de acopio con el fin de hacer del reciclaje una actividad económicamente viable.
- Priorizar la construcción e implementación de las infraestructuras de disposición final y reaprovechamiento propuestas en el presente Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la comunidad El Naranjal, a fin de contribuir a la mejora de la calidad de vida de su población y preservación del ecosistema en el cual se desarrolla la misma.
- Solicitar financiamiento y asistencia técnica de la municipalidad distrital de Tournavista y las autoridades del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para fortalecer el planeamiento y la gestión de los residuos sólidos.
- Realizar seguimiento y control médico a los trabajadores encargados de los residuos sólidos debido a la peligrosidad de la actividad, llevando un control de chequeos médicos y vacunas como tétanos y hepatitis, en especial a aquellos que están en contacto directo de los mismos.
- Difundir a la población de la comunidad el monitoreo y cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente Plan.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Kaza, S.; Yao, LC.; Bhada Tata, P.; Van Woerden, F. (2018). Los desechos 2.0: Una instantánea global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050. Banco Mundial. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (abril, 2018). Un análisis de la eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus determinantes. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (julio, 2017). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). Guía Metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Recuperado el Noviembre de 2022, de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (Diciembre, 2019). Boletín de estadísticas ambientales de Huánuco. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/huanuco-estadisticas-ambientales-diciembre-2019>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (Noviembre, 2019). Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos. Recuperado el Noviembre de 2022, de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523783/Guia\\_Plan\\_distrital\\_manejo\\_rsm-29012020\\_\\_1\\_.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523783/Guia_Plan_distrital_manejo_rsm-29012020__1_.pdf)

Aprueban Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El Peruano. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-gestion-integral-residuos-solidos> Aprueban Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El Peruano. Recuperado el Noviembre de 2022, de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds\\_014-2017-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf)

Rondón Toro, E.; Szantó Narea, M.; Francisco Pacheco, J.; Contreras, E.; Gálvez, A. (2016). La Guía General para la Gestión de Residuos Domiciliarios de los Manuales CEPAL. Recuperado el Noviembre de 2022, de [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf)

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2014). Sexto informe de residuos sólidos municipales y no municipales. Recuperado el Noviembre de 2022, <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>

Martínez Arce, E.; Tello Espinoza, P.; Daza, D.; Soulier Faure, M.; Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-de-la-evaluaci%C3%B3n-regional-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-2010.pdf>

MINEDU (Ministerio de educación). (2022). Padrón de instituciones educativas. Recuperado el Noviembre del 2020, de [http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document\\_library\\_display/GMv7/view/958881](http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document_library_display/GMv7/view/958881)

Aprueban la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades. El Peruano. Recuperado el Julio de 2022, de <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2019). Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2019. Recuperado el Noviembre de 2022, de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf)

- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2019). Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-guia-caracterizacion-residuos-solidos-municipales>
- INACAL (Instituto Nacional de Calidad). (2019). Norma Técnica Peruana 900.058:2005 del Código de colores.
- Zhang, G.; Patuwo, B.E.; Hu, M.Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: the state of the art.
- Peña, A. (2016). Uso de redes neuronales artificiales para optimizar la dosificación de coagulantes en la planta de tratamiento de agua potable – Huancayo. 2.6.3. Tesis doctoral. Lima, Perú. UNALM.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales. (1995). Mapa ecológico del Perú Guía Explicativa. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/INRENA-mapa-ecologico.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). Memoria Descriptiva del Mapa nacional de cobertura vegetal. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- ANA (Autoridad Nacional del Agua). (2019). Evaluación de recursos hídricos en la cuenca Pachitea. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4644>
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). (2016). Zonificación Ecológica Económica base para el ordenamiento territorial de la región Huánuco. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-base-ordenamiento-territorial-region>
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). (2016). Zonificación Ecológica Económica de la región Huánuco: provincia de Marañón, Leoncio Prado, Huánuco, Pachitea y Puerto Inca. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60232>

- GEOCATMIN (Sistema de Información Geológico y Catastral Minero). (2016). Cartas geológicas en escala 1:100 000. Recuperado el Noviembre de 2022, de <http://catalogo.geoidep.gob.pe:8080/metadata/srv/api/records/0ebbba1d-a562-4d09-9dae-c7845e28102a>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2008). Base referencial mundial del recurso suelo. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.fao.org/3/a0510s/a0510s.pdf>
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). (2016). Suelos y capacidad de uso mayor de la provincia Puerto Inca. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.geogpsperu.com/2017/08/capacidad-de-uso-mayor-de-tierras-cum.html>
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). (2016). Uso actual de tierra de la provincia Puerto Inca. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.geogpsperu.com/2017/11/uso-actual-de-tierras-zee-minam.html>
- SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). (2015). Plan Maestro de la Reserva Comunal El Sira 2015-2019. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/2300992/RP+134-2015.pdf/3eb64ce4-0d29-4689-adab-d7eac5636a03>
- SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). (2009). Plan Maestro de la Reserva Comunal El Sira 2009-2013. Recuperado el Noviembre de 2022, de [http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-78324067i1cz182z690-RESOLUCION\\_Nro\\_091-2015-MEM-CM.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-78324067i1cz182z690-RESOLUCION_Nro_091-2015-MEM-CM.pdf)
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2018). Censo Nacional de Población 2017. Recuperado el Noviembre de 2022, de <http://censo2017.inei.gob.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>
- Santillán. (2018). Diseño y aplicación de un plan de manejo de residuos sólidos en la institución educativa privada Naymlap del distrito de Lambayeque. Recuperado el Noviembre de 2022, de <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/227>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2016-2018). Consulta de Datos Sigersol Municipal. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sigersolreporte.minam.gob.pe/sigersolreporte/>

- Jordan. (1983). Productivity of Tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources.
- Zong Shen. Especificaciones técnicas del motofurgón Zong Shen (Modelo ZS250-CM). Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://zongshenperu.com/moto/zs250cm/>
- Municipalidad Distrital de Patapo. (2012). Programa de Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Patapo.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2015). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2018). Listado de infraestructura de disposición final de residuos sólidos. Recuperado el Noviembre de 2022, de [https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2018/09/listado-de-rellenos-sanitarios-\\_13-8-2018-2.pdf](https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2018/09/listado-de-rellenos-sanitarios-_13-8-2018-2.pdf)
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2018). Censo de Comunidades Nativas 2017. Recuperado el Noviembre de 2022, de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1598/TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1598/TOMO_01.pdf)
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2011). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). (1994). Mapa fisiográfico del Perú.
- BCRP (Banco Central de Reserva del Perú). (2015). Informe Económico y Social Región Huánuco. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2015/huanuco/ies-huanuco-2015.pdf>
- Municipalidad Distrital de Tournavista. (2019). Programa municipal de Educación, cultura y ciudadanía ambiental de la Municipalidad Distrital de Tournavista 2019-2022.

- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2020). Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública. Recuperado el Noviembre de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-guia-gestion-operativa-servicio-limpieza-publica>
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). (1997). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, Segunda Edición OPS.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2008). Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de proyectos de residuos sólidos municipales a nivel de perfil.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2013). Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina.
- Rodrigo, J. (2021). Propuesta metodológica basada en redes neuronales artificiales para la determinación de la gestión óptima de residuos sólidos urbanos: aplicación en las localidades de Suba y Engativá de la ciudad de Bogotá (Colombia). Tesis doctoral. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.
- López, E.; González, B. (2016). Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Dagnino, J. (2014). Análisis de Varianza. Revista Chilena de Anestesia.
- Bakieva, M.; González Such, J.; Jornet, J. (2012). SPSS: ANOVA de un Factor. Universidad de Valencia. Recuperado el Enero del 2023, de : [https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0702b.pdf](https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0702b.pdf)
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas); MINAM (Ministerio del Ambiente). (2008). Guía de identificación, formulación y evaluación social de proyectos de residuos sólidos municipales a nivel perfil.

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1: Registro fotográfico de la fase de campo de la caracterización de residuos sólidos.**



**Figura 22: Entrada a la comunidad Ashaninka “El Naranjal”**



**Figura 23: Instalaciones del colegio**



**Figura 24: Instalación del local comunal**



**Figura 25: Acondicionamiento de vehículo de recolección de residuos sólidos**



**Figura 26: Acondicionamiento de área de descarga de los residuos sólidos recolectados**



**Figura 27: Acondicionamiento de área de descarga de los residuos sólidos recolectados**



**Figura 28: Recolección de residuos sólidos domiciliarios**



**Figura 29: Pesado de residuos sólidos por vivienda**



**Figura 30: Medida de densidad de residuos sólidos domiciliarios**



**Figura 31: Vertido de residuos sobre superficie impermeable**



**Figura 32: Segregación de residuos sólidos caracterizados**



**Figura 33: Muestra del 4° día de Caracterización destinada al Análisis de Humedad**

## Anexo 2: Análisis de humedad



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2021.06.41

SOLICITANTE	Valery Milagros Junes Huashuayo
DNI	72147862
DIRECCIÓN	San Martín de Porres - Lima
TIPO DE MUESTRA	Residuo Sólido Domiciliario
FORMA Y PRESENTACIÓN	Bolsa de plástico Ziplock dentro de un cooler azul
CANTIDAD RECIBIDA	3.1 kg aprox.
CÓDIGO DE MUESTRA	2021.06.41
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2021-06-22
COLECTOR	Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	2021-06-23
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO	2021-06-26
FECHA DE EMISIÓN RESULTADOS	2021-06-26

## RESULTADOS

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
Humedad	%	Gravimétrico	77.36



Blgo. Alcides E. Castillo Quezada  
ESP. LABORATORIO QUÍMICO Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS  
RUC: 20600103661 - HNE 0138  
NATURA ANALÍTICA S.A.C.

1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

E-MAIL: [naturaanalitica@gmail.com](mailto:naturaanalitica@gmail.com)



Escaneado con CamScanner

Figura 34: Resultados del Análisis de Humedad

**Anexo 3: Registro de viviendas participantes del estudio de Caracterización**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>COORDENADAS N</b>	<b>COORDENADAS E</b>	<b>N° habitantes por vivienda</b>	<b>N° adultos</b>	<b>N° niños</b>
1	RD-01	527394	9006542	3	2	1
2	RD-02	527477	9006592	3	2	1
3	RD-03	527519	9006585	3	2	1
4	RD-04	527307	9006578	2	2	0
5	RD-05	527558	9006523	6	2	4
6	RD-06	527582	9006485	7	5	2
7	RD-07	527706	9006596	4	2	2
8	RD-08	527527	9006678	3	2	1
9	RD-09	527411	9006640	4	2	2
10	RD-10	527382	9006612	6	5	1
11	RD-11	527368	9006657	8	2	6
12	RD-12	527382	9006696	6	2	4
13	RD-13	527378	9006746	7	5	2
14	RD-14	527370	9006766	6	5	1
15	RD-15	527092	9006698	5	2	3

Continuación ...

16	RD-16	527059	9006687	2	2	0
17	RD-17	527058	9006687	5	2	3
18	RD-18	527040	9006603	4	2	2
19	RD-19	527092	9006631	5	2	3
20	RD-20	527113	9006629	2	2	0
21	RD-21	527218	9006645	6	2	4
22	RD-22	527202	9006664	3	1	2
23	RD-23	526977	9006524	5	3	2
24	RD-24	526955	9006535	4	2	2
25	RD-25	526938	9006529	2	2	0
26	RD-26	526907	9006485	3	2	1
27	RD-27	526885	9006475	4	4	0
28	RD-28	526864	9006452	4	2	2
29	RD-29	526886	9006497	6	2	4
30	RD-30	526904	9006498	5	2	3
31	RD-31	526936	9006513	5	1	4
32	RD-32	526977	9006535	5	2	3
33	RD-33	527079	9006536	2	2	0

Continuación ...

34	RD-34	527130	9006555	2	2	0
35	RD-35	527221	9006611	8	5	3
36	RD-36	527281	9006715	4	2	2
37	RD-37	527281	9006574	2	2	0
38	RD-38	527354	9006564	4	2	2
39	RD-39	527325	9006609	7	2	5
40	RD-40	527341	9006643	5	2	3
41	RD-41	527315	9006635	7	2	5
42	RD-42	527541	9006491	5	2	3
43	RD-43	527050	9006618	6	2	4
44	RD-44	527065	9006539	4	2	2
45	RD-45	527525	9006550	4	2	2

FUENTE: Elaboración propia

#### Anexo 4. Validación de la GPC domiciliaria

Tabla 130: Validación de cumplimiento de entrega de residuos

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	
1	RDM-1	3			0.773	0.080	1.535	0.035	0.040	1.675	OK
2	RDM-2	3		1.830		1.728	1.945		1.218	1.680	OK
3	RDM-3	3									FD
4	RDM-4	2			0.745		1.015				FD
5	RDM-5	6			2.270	0.675	1.655	0.835	0.715	2.643	OK
6	RDM-6	7			2.260	2.030	0.735	0.930	2.700		OK
7	RDM-7	4									FD
8	RDM-8	3			1.710	1.230	0.880	4.360	2.360	1.167	OK
9	RDM-9	4				0.195	0.955	1.665		2.137	OK
10	RDM-10	6		1.100	0.680	0.425	0.210	0.320	0.455	1.632	OK
11	RDM-11	8			1.655	5.695		3.180	1.935	3.916	OK
12	RDM-12	6		1.955	2.765				1.270	2.697	OK
13	RDM-13	7		0.800	1.795	0.235	1.275		0.490	2.492	OK
14	RDM-14	6		0.455	0.450	0.710	0.785	0.585	0.105		OK

Continuación ...

15	RDM-15	5		2.240	3.495		4.745	0.800	0.180	2.492	OK
16	RDM-16	2		3.155	1.505		2.140	0.275	0.065	0.825	OK
17	RDM-17	5		2.050	0.755		0.750	1.120	1.430	2.621	OK
18	RDM-18	4		0.435	0.195		3.180	0.650	0.235	3.339	OK
19	RDM-19	5					0.610		0.815		FD
20	RDM-20	2		0.455	2.310	2.330				1.293	OK
21	RDM-21	6			2.670						FD
22	RDM-22	3		1.380		3.075		0.600	0.030	1.471	OK
23	RDM-23	5		3.015	3.685	2.505	1.805	0.700	2.105	2.803	OK
24	RDM-24	4		0.370							FD
25	RDM-25	2				3.503			4.585		FD
26	RDM-26	3			0.065	0.670		0.415		1.183	OK
27	RDM-27	4		2.085	2.645	5.170	3.760	6.420	2.515	2.366	OK
28	RDM-28	4				3.325		2.890	2.835	2.917	OK
29	RDM-29	6		4.260		0.795		3.703	2.885	2.811	OK
30	RDM-30	5				0.295		0.170	0.170		FD
31	RDM-31	5			1.275	2.315	3.245	1.210	0.545	3.618	OK
32	RDM-32	5			1.220	0.825		1.115	1.085	1.861	OK
<b>33</b>	<b>RDM-33</b>	<b>2</b>		<b>2.418</b>	<b>1.145</b>	<b>1.080</b>	<b>1.395</b>	<b>0.965</b>	<b>0.405</b>	<b>0.574</b>	<b>OK</b>
34	RDM-34	2		0.110	1.710	0.235		0.820		1.127	OK

Continuación ...

35	RDM-35	8										FD
36	RDM-36	4										FD
37	RDM-37	2		1.565	1.215	0.470	1.635	2.175	0.952			OK
38	RDM-38	4	1.235	2.510	2.620	2.170	0.755	2.495	2.164			OK
39	RDM-39	7	2.310	2.370	3.815	2.375	1.695	3.410	3.963			OK
40	RDM-40	5	0.755	4.005	2.030	1.875			2.866			OK
41	RDM-41	7	3.320	3.735	4.405	0.730	0.660	0.365	4.903			OK
42	RDM-42	5										FD
43	RDM-43	6										FD
44	RDM-44	4	0.230	0.160		0.185	0.055	0.170				OK
45	RDM-45	4										FD

### La fase 1 de la validación

Se continuó con la fase 1 de la metodología propuesta por el MINAM:

- i) Se eliminaron los valores de las filas que no contaron con datos completos, según lo establecido en el criterio anterior.
- ii) Se pintó de color plomo la fila de datos que fue eliminada.

**Tabla 131: Eliminación de viviendas con datos incompletos**

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	
1	RDM-1	3			0.773	0.080	1.535	0.035	0.040	1.675	OK
2	RDM-2	3		1.830		1.728	1.945		1.218	1.680	OK
5	RDM-5	6			2.270	0.675	1.655	0.835	0.715	2.643	OK
6	RDM-6	7			2.260	2.030	0.735	0.930	2.700		OK
8	RDM-8	3			1.710	1.230	0.880	4.360	2.360	1.167	OK
9	RDM-9	4				0.695	0.955	1.665		2.137	OK
10	RDM-10	6		1.100	0.680	0.425	0.210	0.320	0.455	1.632	OK
11	RDM-11	8			1.655	5.695		3.180	1.935	3.916	OK
12	RDM-12	6		1.955	2.765				1.270	2.697	OK
13	RDM-13	7		0.800	1.795	0.235	1.275		0.490	2.492	OK
14	RDM-14	6		0.455	0.450	0.710	0.785	0.585	0.105		OK
15	RDM-15	5		2.240	3.495		4.745	0.800	0.180	2.492	OK
16	RDM-16	2		3.155	1.505		2.140	0.275	0.065	0.825	OK
17	RDM-17	5		2.050	0.755		0.750	1.120	1.430	2.621	OK

Continuación ...

18	RDM-18	4		0.435	0.795		3.180	0.650	0.235	3.339	OK
20	RDM-20	2		0.455	2.310	2.330				1.293	OK
22	RDM-22	3		1.380		3.075		0.600	0.030	1.471	OK
23	RDM-23	5		3.015	3.685	2.505	1.805	0.700	2.105	2.803	OK
26	RDM-26	3			0.065	0.670		0.415		1.183	OK
27	RDM-27	4		2.085	2.645	5.170	3.760	6.420	2.515	2.366	OK
28	RDM-28	4				3.325		2.890	2.835	2.917	OK
29	RDM-29	6		4.260		0.795		3.703	2.885	2.811	OK
31	RDM-31	5			1.275	2.315	3.245	1.210	0.545	3.618	OK
32	RDM-32	5			1.220	0.825		1.115	1.085	1.861	OK
<b>33</b>	<b>RDM-33</b>	<b>2</b>		<b>2.418</b>	<b>1.145</b>	<b>1.080</b>	<b>1.395</b>	<b>0.965</b>	<b>0.405</b>	<b>0.574</b>	<b>OK</b>
34	RDM-34	2		0.110	1.710	0.235		0.820		1.127	OK
37	RDM-37	2			1.565	1.215	0.470	1.635	2.175	0.952	OK

Continuación ...

38	RDM-38	4		1.235	2.510	2.620	2.170	0.755	2.495	2.164	OK
39	RDM-39	7		2.310	2.370	3.815	2.375	1.695	3.410	3.963	OK
40	RDM-40	5		0.755	4.005	2.030	1.875			2.866	OK
41	RDM-41	7		3.320	3.735	4.405	0.730	0.660	0.365	4.903	OK
44	RDM-44	4		0.230	0.560		0.185	0.055	0.170		OK

Se obtuvo la generación per cápita de cada vivienda participante y la generación per cápita promedio de las viviendas y la desviación estándar de los valores.

**Tabla 132: Estimación de generación per cápita por vivienda**

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos	Generación per cápita <i>Kg/persona/día</i>
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
			<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>		
1	RDM-1	3	0.775		0.773	0.080	1.535	0.035	0.040	1.675	OK	0.230
2	RDM-2	3		1.830		1.728	1.945		1.218	1.680	OK	0.560

Continuación ...

5	RDM-5	6			2.270	0.675	1.655	0.835	0.715	2.643	OK	0.244
6	RDM-6	7			2.260	2.030	0.735	0.930	2.700		OK	0.247
8	RDM-8	3	4.860		1.710	1.230	0.880	4.360	2.360	1.167	OK	0.650
9	RDM-9	4				0.695	0.955	1.665		2.137	OK	0.341
10	RDM-10	6	6.090	1.100	0.680	0.425	0.210	0.320	0.455	1.632	OK	0.115
11	RDM-11	8	1.765		1.655	5.695		3.180	1.935	3.916	OK	0.410
12	RDM-12	6		1.955	2.765				1.270	2.697	OK	0.362
13	RDM-13	7	2.785	0.800	1.795	0.235	1.275		0.490	2.492	OK	0.169
14	RDM-14	6		0.455	0.450	0.710	0.785	0.585	0.105		OK	0.086
15	RDM-15	5		2.240	3.495		4.745	0.800	0.180	2.492	OK	0.465
16	RDM-16	2		3.155	1.505		2.140	0.275	0.065	0.825	OK	0.664
17	RDM-17	5		2.050	0.755		0.750	1.120	1.430	2.621	OK	0.291
18	RDM-18	4	4.845	0.435	0.795		3.180	0.650	0.235	3.339	OK	0.360
20	RDM-20	2	0.355	0.455	2.310	2.330				1.293	OK	0.799
22	RDM-22	3		1.380		3.075		0.600	0.030	1.471	OK	0.437
23	RDM-23	5	3.790	3.015	3.685	2.505	1.805	0.700	2.105	2.803	OK	0.475

Continuación ...

26	RDM-26	3	0.115		0.065	0.670		0.415		1.183	OK	0.194
27	RDM-27	4	4.900	2.085	2.645	5.170	3.760	6.420	2.515	2.366	OK	0.891
28	RDM-28	4	1.255			3.325		2.890	2.835	2.917	OK	0.748
29	RDM-29	6	1.380	4.260		0.795		3.703	2.885	2.811	OK	0.482
31	RDM-31	5	0.560		1.275	2.315	3.245	1.210	0.545	3.618	OK	0.407
32	RDM-32	5	0.670		1.220	0.825		1.115	1.085	1.861	OK	0.244
<b>33</b>	<b>RDM-33</b>	<b>2</b>	<b>0.565</b>	<b>2.418</b>	<b>1.145</b>	<b>1.080</b>	<b>1.395</b>	<b>0.965</b>	<b>0.405</b>	<b>0.574</b>	<b>OK</b>	<b>0.570</b>
34	RDM-34	2	0.140	0.110	1.710	0.235		0.820		1.127	OK	0.400
37	RDM-37	2	0.755		1.565	1.215	0.470	1.635	2.175	0.952	OK	0.668
38	RDM-38	4	2.115	1.235	2.510	2.620	2.170	0.755	2.495	2.164	OK	0.498
39	RDM-39	7		2.310	2.370	3.815	2.375	1.695	3.410	3.963	OK	0.407
40	RDM-40	5	0.460	0.755	4.005	2.030	1.875			2.866	OK	0.461
41	RDM-41	7	0.715	3.320	3.735	4.405	0.730	0.660	0.365	4.903	OK	0.370

Continuación ...

44	RDM-44	4		0.230	0.560		0.185	0.055	0.170		OK	0.060
<b>Generación Promedio Per cápita</b>											<b>0.416</b>	
<b>Desviación Estándar</b>											<b>0.206</b>	

Se determinó el  $Z_c$ , y se verificó si cumple la siguiente condición: si  $Z_c > 1,96$ , en caso de no cumplir la condición se descarta de la tabla la fila de valores:

$$Z_c = \frac{|\bar{X} - X_{(i)}|}{S}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Promedio de GPC total

$X_i$  = Promedio GPC vivienda

S = Desviación estándar

**Tabla 133: Validación de Generación per cápita por vivienda**

N° de vivienda	Generación per cápita	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)/S = Z_c$	$Z_c$	Resultado
	<i>Kg/persona/día</i>				
1	0.230	0.19	0.903	0.903	CUMPLE
2	0.560	-0.14	0.700	0.700	CUMPLE
5	0.244	0.17	0.833	0.833	CUMPLE
6	0.247	0.17	0.818	0.818	CUMPLE
8	0.650	-0.23	1.139	1.139	CUMPLE
9	0.341	0.08	0.364	0.364	CUMPLE
10	0.115	0.30	1.461	1.461	CUMPLE
11	0.410	0.01	0.030	0.030	CUMPLE
12	0.362	0.05	0.261	0.261	CUMPLE
13	0.169	0.25	1.199	1.199	CUMPLE
14	0.086	0.33	1.602	1.602	CUMPLE
15	0.465	-0.05	0.239	0.239	CUMPLE
16	0.664	-0.25	1.204	1.204	CUMPLE
17	0.291	0.12	0.606	0.606	CUMPLE
18	0.360	0.06	0.272	0.272	CUMPLE

Continuación ...

20	0.799	-0.38	1.858	1.858	CUMPLE
22	0.437	-0.02	0.103	0.103	CUMPLE
23	0.475	-0.06	0.287	0.287	CUMPLE
26	0.194	0.22	1.075	1.075	CUMPLE
27	0.891	-0.48	2.310	2.310	SE DESCARTA EL VALOR
28	0.748	-0.33	1.613	1.613	CUMPLE
29	0.482	-0.07	0.321	0.321	CUMPLE
31	0.407	0.01	0.043	0.043	CUMPLE
32	0.244	0.17	0.833	0.833	CUMPLE
<b>33</b>	<b>0.570</b>	<b>-0.15</b>	<b>0.749</b>	<b>0.749</b>	<b>CUMPLE</b>
34	0.400	0.02	0.076	0.076	CUMPLE
37	0.668	-0.25	1.223	1.223	CUMPLE
38	0.498	-0.08	0.400	0.400	CUMPLE
39	0.407	0.01	0.043	0.043	CUMPLE
40	0.461	-0.05	0.221	0.221	CUMPLE
41	0.370	0.05	0.223	0.223	CUMPLE
44	0.060	0.36	1.727	1.727	CUMPLE
<b>GPC</b>					<b>0.416</b>
<b>Desviación Estándar</b>					<b>0.206</b>

FUENTE: Elaboración propia.

Se obtiene nuevamente la GPC y la desviación estándar:

**Tabla 134: Generación per cápita por vivienda validada**

N° de vivienda	Generación per cápita
	<i>Kg/persona/día</i>
1	0.230
2	0.560
5	0.244
6	0.247
8	0.650
9	0.341
10	0.115
11	0.410
12	0.362
13	0.169
14	0.086
15	0.465
16	0.664
17	0.291
18	0.360
20	0.799
22	0.437
23	0.475
26	0.194

Continuación ...

28	0.748
29	0.482
31	0.407
32	0.244
<b>33</b>	<b>0.570</b>
34	0.400
37	0.668
38	0.498
39	0.407
40	0.461
41	0.370
44	0.060
<b>GPC</b>	<b>0.400</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0.190</b>

FUENTE: Elaboración propia.

La nueva desviación estándar es de 0.190, para determinar la validez del estudio de Caracterización se aplica nuevamente la fórmula de determinación de muestra:

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

Donde:

<b>N</b> =	Total de viviendas:	90
<b>Z</b> =	Nivel de confianza 95%:	1.96
<b>σ</b> =	Desviación estándar:	0.19

**E=** Error permisible: 0.083  
**n=** Número de muestras: 17

El estudio es válido si se cumple la condición: "El nuevo Número de muestras obtenidas es menor al conteo del número total de muestras al finalizar la validación"

Por lo tanto, se considera valida la Fase 1 pues el número de muestras obtenido es 17, siendo menor al número de viviendas final que participaron de la caracterización 31.

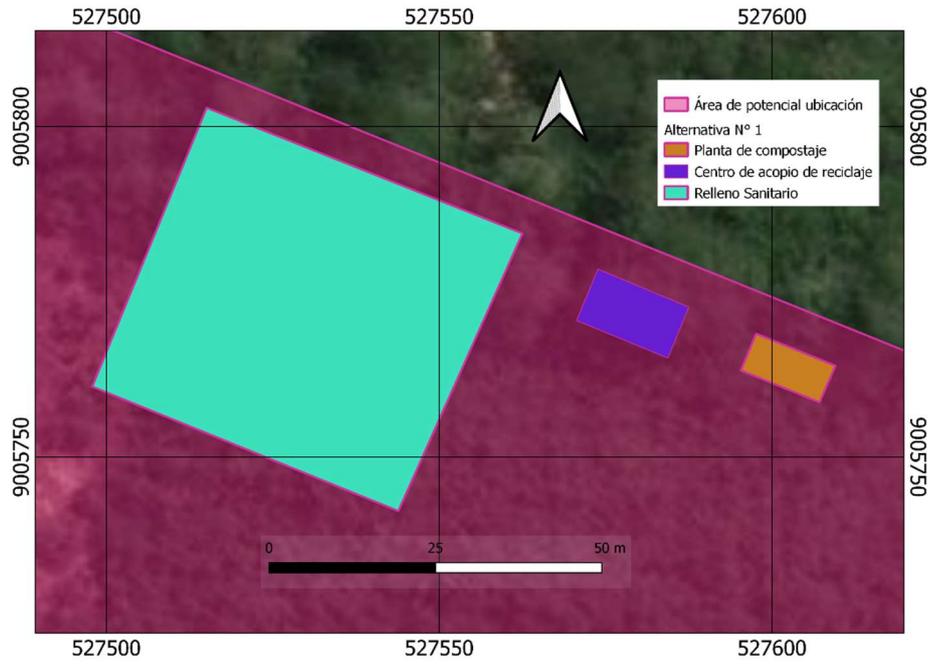
### La fase 2 de la validación

La fase 2 de la validación consiste en validar el resultado obtenido de la GPC, si se cumple la condición: "El 50% de la GPC es mayor que la desviación estándar de los valores de GPC", como se muestra en la tabla 135.

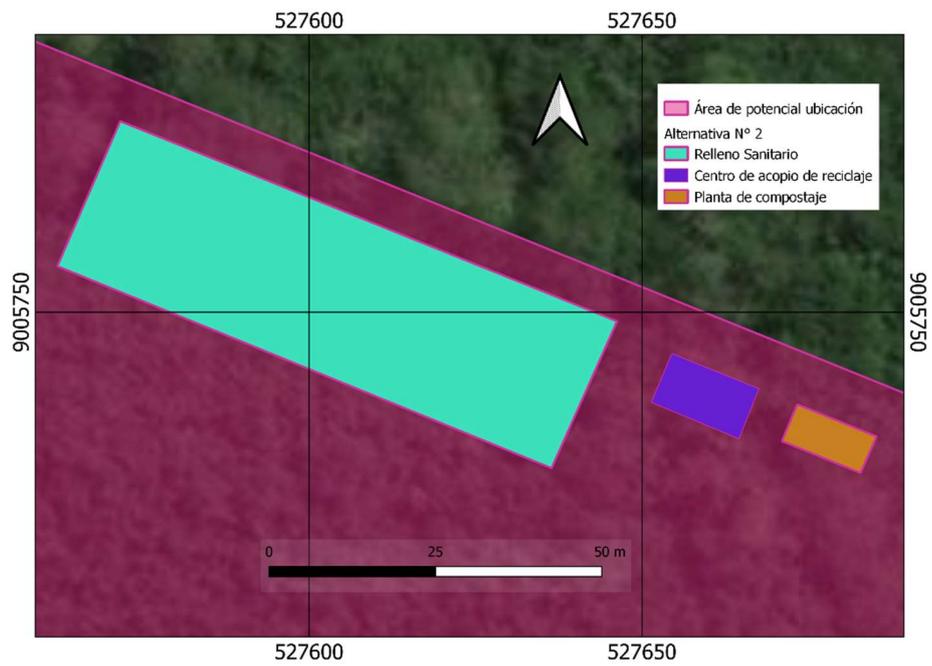
**Tabla 135: Validación de GPC en Fase 2**

<b>Generación per cápita (Kg/persona/día)</b>	<b>Representatividad</b>
0.4004	100%
Condición: "GPC total promedio (50%) > $\sigma$ "	

El 50% de la GPC es 0.2002, siendo mayor a la desviación estándar 0.1899. Por lo tanto, se valida la Fase 2 y la GPC de 0.4004 kg/persona/día.



**Figura 35: Descripción de la alternativa N° 1**



**Figura 36: Descripción de la alternativa N° 2**