



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

MEJORA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MIGUEL DE EL FAIQUE

Pierre Gutierrez Medina

Piura, marzo de 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Gutierrez, M. (2014). *Mejora y ampliación del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Distrital de San Miguel de El Faique*. Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Mejora y ampliación del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Distrital de San Miguel de El Faique”

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Pierre Gabriel Gutierrez Medina

Asesor: Dr. César Angulo Bustíos

Piura, marzo 2014

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a toda mi familia, en especial a mis papás y hermanos, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicionalmente durante mis estudios universitarios enorgulleciéndose de mis aciertos y levantándome en mis fracasos. Además, se lo dedico a todas las personas con quienes compartí aulas y pasillos, quienes de alguna u otra forma formaron parte de esta gran experiencia y añadieron valor en mi persona.

Prólogo

El cuidado del medio ambiente es un tema en boga, y no necesariamente como una nueva moda sino como una prioridad y necesidad a ser atendida si queremos pensar en un mañana. Es por ello que los países han puesto gran énfasis en aplicar herramientas que les permita un desarrollo sostenible en armonía con su crecimiento económico, pues como sabemos, el crecimiento económico es un claro indicador del desarrollo de una ciudad, y la región de Piura es una prueba de esto.

En la provincia de Huancabamba se está llevando a cabo uno de los principales proyectos del país, el "Proyecto Especial de Irrigación e Hidroenergético del Alto Piura - PEIHAP". Este proyecto consiste en la construcción de un túnel de trasvase de las aguas del frente este del río Huancabamba hacia el frente oeste que permitirá la habilitación de una central hidroeléctrica y beneficiará la productividad y competitividad de la agricultura en la zona. Su construcción está a cargo de la empresa brasilera Camargo Correa la cual, debido a sus operaciones, está generando nuevas y grandes cantidades de residuos, y en un futuro, cuando el proyecto entre en operación, gracias al desarrollo que proporcionará, se generarán nuevas cantidades de residuos que deberán ser atendidas.

El servicio de limpieza pública ofrecido por las municipalidades comprende la gestión de los residuos sólidos municipales, labor que, de ser llevada adecuadamente, es un factor clave para asegurar el desarrollo de las ciudades. Sin embargo esta labor es también una carrera de largo alcance con procesos y procedimientos complejos, razón por la cual las autoridades gubernamentales y la población en general aún no le prestan la importancia adecuada, ya que de las 19 735 toneladas de residuos sólidos generados por día en el Perú solo un 38% se dispone en rellenos sanitarios y se recicla de manera formal y no formal un 15%, convirtiéndose la basura en el segundo mayor problema ambiental del país.

Con las condiciones descritas anteriormente no se ve un panorama prometedor en lo que al ámbito ambiental se refiere y en sus correspondientes implicancias sociales; sin embargo, hoy en día, se vienen desarrollando cada vez más iniciativas privadas de carácter académico, social o empresarial para paliar esta situación. Así, este proyecto pretende sumarse a dichas iniciativas como una ayuda que permita contribuir a la construcción de una sociedad más responsable tanto a nivel de la gestión pública como de la participación ciudadana.

Es necesario indicar que la realización del presente trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de un sinnúmero de personas a quienes agradezco profundamente y menciono a continuación: mis compañeros y amigos Manuel Panta, Rocío Caqui, Giuseppe Aguinaga y Octavio Marcelo, con quienes inicié esta idea que, gracias a esfuerzo y pasión, la convertimos en un proyecto que nos ha dado tantas satisfacciones; mi amigo y socio Álvaro Ruiz, quién desde su posición en la empresa Camargo Correa nos presentó con las autoridades de San Miguel de El Faique, dio su respaldo institucional y además brindó facilidades logísticas para el trabajo en campo; las autoridades gubernamentales, líderes sociales y toda la población de San Miguel de El Faique en general, en especial al alcalde Leoncio Huamán y al presidente de la asociación de ganaderos Lorenzo Huancas, quienes aceptaron la realización del proyecto y cooperaron permitiendo recabar la información necesaria; la gerente regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional de Piura, Ing. Cristina Portocarrero Lau, quién me otorgó la oportunidad de acceder de forma libre al curso dictado por el Ministerio del Ambiente, el cual fue la mejor guía que orientó mi trabajo; la gerencia provincial de Salud, Población y Medio Ambiente de Piura, en especial la Ing. Cynthia Castro, por haber facilitado información y permisos necesarios para realizar investigaciones que ayudaron al desarrollo del proyecto; y finalmente mis profesores universitarios, en especial la Ing. Ana María Chávez quién me inculcó pasión por el cuidado del medio ambiente, y mi asesor el Ing. César Angulo quién formó en mí un espíritu de excelencia.

Resumen

El presente proyecto tiene por objetivo principal brindar un plan óptimo para la correcta gestión del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Distrital de San Miguel de El Faique. Plan que cumpla con la normativa vigente y cuyo diseño consigne especificaciones técnicas adecuadas a las características sociales y geográficas del distrito y que sirva como herramienta para establecer la línea base de una gestión ambiental que permita el crecimiento económico, la protección ambiental y la inclusión social; contribuyendo con el desarrollo sostenible del distrito.

La propuesta desarrollada brinda mejoras en el servicio de limpieza pública actual, incrementando sus rendimientos y cobertura. De misma forma, la contempla nuevos procesos que amplían el servicio. Tanto las mejoras en los procesos actuales como los nuevos sugeridos crean condiciones necesarias para mejorar la calidad de vida de los pobladores, desde mejorar la calidad ambiental del distrito como generar nuevas plazas de trabajo.

Las características económicas y sociales del distrito de San Miguel de El Faique permiten que este tipo de proyectos sean un mecanismo alterno para el desarrollo local, pudiéndose replicar el proyecto en otras localidades peruanas o extranjeras con características similares ajustando la propuesta de acuerdo a sus características geográficas y sociales.

Índice general

Introducción	5
CAPÍTULO 1 Marco conceptual	7
1.1. Residuos sólidos	7
1.2. Clasificación de los residuos sólidos	7
1.1.1 Por el tipo de generador	7
1.1.2 Por el riesgo que representan	8
1.1.3 Por su composición química	8
1.1.4 Por el encargado de su gestión	8
1.3. Servicio de limpieza pública	8
1.4. Procesos del servicio de limpieza pública	10
1.4.1 Generación	10
1.4.2 Barrido	10
1.4.3 Almacenamiento	10
1.4.4 Recolección y transporte	11
1.4.5 Reaprovechamiento	17
1.4.6 Disposición final	25
CAPÍTULO 2 Marco legal	33
2.1. Normativa peruana	33
2.1.1 Constitución Política del Perú	33
2.1.2 Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente	33
2.1.3 Ley N° 29263 - Modificatoria del código penal y la ley N° 28611	34
2.1.4 Ley N° 26821 - Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos	34
2.1.5 Ley N° 26842 - Ley General de Salud	34
2.1.6 Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades	34
2.1.7 Ley N° 27314 - Ley General de los Residuos Sólidos; su reglamento, el Decreto Supremo N° 057 y su modificatoria, el Decreto Legislativo N° 1065	35
2.1.8 Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores y su Reglamento	35
2.1.9 Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental	36
2.1.10 Reglamento para la Disposición de Basuras Mediante el Empleo del Método de Relleno Sanitario	36
2.2. Política nacional y local	36

2.2.1	Política Nacional del Ambiente	36
2.2.2	Política Nacional de Educación Ambiental	37
2.2.3	Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA - Perú: 2011-2021	37
2.2.4	Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos	38
2.2.5	Plan de desarrollo regional concertado de Piura 2007 - 2011	38
2.2.6	Plan de desarrollo local concertado de la provincia de Huancabamba 2004-2013	38
2.2.7	Plan de desarrollo local concertado del distrito de San Miguel de El Faique al 2021	38
2.3.	Política internacional	39
2.3.1	Programa 21 de las Naciones Unidas	39
2.3.2	Protocolo de Kyoto	39
2.3.3	Objetivos de Desarrollo del Milenio	39
2.3.4	Declaración de Lima	40
2.3.5	Organización Panamericana de la Salud (OPS)	40
2.3.6	Organización Mundial del Comercio (OMC)	40
CAPÍTULO 3 Características del distrito		41
3.1.	Marco económico e institucional de la región	41
3.2.	Contexto eco-geográfico	41
3.2.1	Ubicación	41
3.2.2	Extensión	42
3.2.3	Límites	43
3.2.4	Zonificación	43
3.2.5	Clima	44
3.2.6	Topografía y textura de suelos	44
3.2.7	Recurso hídrico	45
3.2.8	Bosque	45
3.3.	Población	46
3.3.1	Número de habitantes	46
3.3.2	Población Económicamente Activa (PEA)	46
3.3.3	Distribución espacial	47
3.3.4	Características de la vivienda	48
3.3.5	Pobreza	48
3.3.6	Actividad comercial	48
3.3.7	Actividad industrial	49
3.3.8	Situación ambiental y de riesgos	49

3.3.9	Servicios	49
CAPÍTULO 4	Diagnostico del servicio de limpieza pública	55
4.1.	Aspectos generales	55
4.1.1	Personal municipal	55
4.1.2	Decisiones y procedimientos	56
4.1.3	Supervisión y monitoreo	56
4.1.4	Presupuesto y contabilidad	57
4.2.	Aspectos técnico - operativos	58
4.2.1	Generación de residuos sólidos	58
4.2.2	Barrido de calles	61
4.2.3	Almacenamiento de los residuos sólidos	61
4.2.4	Recolección y transporte de los residuos sólidos	64
4.2.5	Reaprovechamiento	64
4.2.6	Disposición final de los residuos sólidos	65
4.2.7	Impactos ambientales del manejo actual de los residuos sólidos	66
4.3.	Determinación de la brecha oferta - demanda	66
4.3.1	Determinación de la demanda	67
4.3.2	Determinación de la oferta	72
4.3.3	Optimización de la oferta	74
4.3.4	Brecha oferta-demanda	76
CAPÍTULO 5	La propuesta	81
5.1.	Nuevo plan administrativo	81
5.2.	Nuevo plan de barrido	84
5.2.1	Especificación de equipos y herramientas	84
5.2.2	Requerimientos de personal y determinación de sueldos	85
5.2.3	Mantenimiento	85
5.2.4	Evaluación de mejora	85
5.3.	Nuevo plan de almacenamiento	87
5.3.1	Especificación de equipos y herramientas	88
5.3.2	Requerimientos de personal y determinación de sueldos	88
5.3.3	Mantenimiento	88
5.3.4	Evaluación de mejora	89
5.4.	Nuevo plan de recolección y transporte	89
5.4.1	Especificación de equipos y herramientas	93
5.4.2	Requerimientos de personal y determinación de sueldos	95

5.4.3	Mantenimiento	96
5.4.4	Evaluación de mejora	96
5.5.	Nuevo plan de reaprovechamiento	98
CAPÍTULO 6	Nuevo plan de disposición final	101
6.1.	Estudio de pre-factibilidad	101
6.1.1	Estudio de viabilidad técnica	101
6.1.3	Estudio de viabilidad socio-económica	102
6.1.2	Estudio de viabilidad ambiental	102
6.2.	Diseño del proceso	108
6.2.1	Descripción del proceso	108
6.2.3	Capacidad de la planta	109
6.3.	Localización de planta	111
6.3.1	Análisis de criterios de restricción	111
6.3.2	Análisis de criterios de selección	111
6.4.	Disposición en planta	113
6.4.1	Método relacional de actividades	113
6.4.2	Método relacional de espacios	116
6.4.3	Mapa de disposición en planta	118
6.5.	Especificación de maquinaria, equipos y herramientas	121
6.6.	Requerimientos de personal y determinación de sueldos	121
6.7.	Mantenimiento	121
CAPÍTULO 7	Análisis económico y financiero	123
7.1.	Supuestos	123
7.2.	Inversión	125
7.3.	Egresos	128
7.3.1	Gasto de operación	128
7.3.2	Gasto de mantenimiento	130
7.4.	Ingresos	133
4.4.1	Por prestación del servicio de disposición final	133
4.4.2	Por venta de materiales inorgánico	133
7.5.	Flujo de caja proyectado	134
	Conclusiones	137
	Recomendaciones	137
	Bibliografía	141
	Anexos	145

Introducción

Una correcta gestión de los residuos sólidos puede traer consigo el desarrollo de una ciudad a corto así como asegurarlo a largo plazo. Tanto es así que tenemos ejemplos como Suecia, país con una gestión tan correcta que sus rellenos sanitarios reciben un escaso 4% de todo lo que su población desecha y donde el 96% restante, es derivado a diversas plantas de tratamiento, ya sea para su reciclaje o para el aprovechamiento de su energía de biomasa. Gracias a esto, un cuarto de millón de hogares se abastece de electricidad y el 20% de la población sueca goza de calefacción.

Pero en países en vías de desarrollo como el nuestro aún queda mucho camino por recorrer aunque la importancia de una correcta gestión de residuos sólidos municipales haya sido reconocida por el mismo Ministerio del Ambiente como una prioridad ambiental para el Plan Perú 2021. Aún las autoridades gubernamentales locales y regionales y la población en conjunto están muy poco o casi nada capacitados para diseñar estrategias que permitan darle una solución real y sostenible a esta problemática, situación que no es ajena al distrito piurano de San Miguel de El Faique en la provincia de Huancabamba.

A modo de asistencia técnica, en este proyecto se analizará la situación del distrito en cada uno de los procesos de su servicio de limpieza pública y se diseñará una propuesta que permita ofrecer un servicio de mayor calidad y cobertura y con mejores condiciones laborales.

Cabe señalar que el proyecto que desarrolla esta tesis fue merecedor del Premio Ecoeficiencia Empresarial 2013 en la categoría de Ecoeficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos. Dicho reconocimiento, nos indica que la propuesta desarrollada en el trabajo goza de la aprobación del Ministerio del Ambiente, una señal de que el objetivo trazado ha sido alcanzado.

Capítulo 1

Marco conceptual

1.1. Residuos sólidos

Comúnmente los denominamos basura; pero el Art. 14° de la Ley N° 27314, Ley General de los Residuos Sólidos, los define como aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de las que su generador dispone o está obligado a disponer.

Los residuos sólidos son restos que se generan de alguna actividad y que, por sus características, carecen de valor para quien los genera; pero pueden tener valor para otras personas o procesos y pueden ser aprovechados para su posterior reciclaje, ya que si no se les da un adecuado tratamiento, son causa de contaminación del agua, aire y suelo.

1.2. Clasificación de los residuos sólidos

De acuerdo al Centro Guamán Poma de Ayala, los residuos sólidos pueden clasificarse según los siguientes criterios:

1.2.1 Por el tipo de generador

- a. **Domiciliarios:** son los que se generan en nuestras viviendas y están constituidas principalmente por materia orgánica (restos de comida, cáscara de frutas, etc.) e inorgánica (vidrios, plásticos, metales, etc.) También son algunos residuos que resultan peligrosos como pilas, envases de medicamentos, etc.
- b. **Comerciales:** son los que se generan en los establecimientos comerciales como tiendas de abarrotes, restaurantes, etc. Generalmente están constituidos por embalajes, papel, cartón, botellas descartables, etc.

- c. **Hospitalarios:** Se generan en establecimientos de salud y derivan de actividades dedicadas a la salud de las personas. Se caracterizan porque pueden estar contaminados con agentes infecciosos.
- d. **Industriales:** Son los residuos provenientes de las actividades transformadoras. Este tipo de residuos puede estar mezclado con residuos sólidos peligrosos.

1.2.2 Por el riesgo que representan

- a. **Comunes:** son residuos que por sus características no representan ningún daño inmediato para el medio ambiente.
- b. **Peligrosos:** los residuos peligrosos son todos aquellos que contienen en su composición una o varias sustancias que les confieren características peligrosas, en cantidades o concentraciones tales que representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales o el medio ambiente.

1.2.3 Por su composición química

- a. **Orgánicos:** son aquellos residuos que provienen de organismos vivos como restos de cocina y alimentos, hojas de jardín y estiércol. Pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos, entre los que se tiene bacterias, hongos y lombrices.
- b. **Inorgánicos:** son aquellos residuos que provienen de minerales y productos sintéticos, como plásticos, vidrios, papel, cartón, etc., que se caracterizan porque no pueden ser degradados naturalmente.

1.2.4 Por el encargado de su gestión

- a. **Municipales:** cuando las municipalidades, provinciales y distritales, son las encargadas de su tratamiento y disposición final. Pertenecen a este grupo los residuos de domicilios, comercios y espacios públicos.
- b. **No municipales:** los residuos producidos por establecimientos de salud, industrias y construcción de infraestructura deben ser gestionados por el propio generador.

(Guaman Poma de Ayala, Manejo de residuos sólidos domiciliarios, 2009)

1.3. Servicio de limpieza pública

Una inadecuada gestión de los residuos sólidos, como su quema, genera emisiones con altos índices de toxicidad. Se emiten dioxinas y, entre otros químicos, dióxido de azufre SO₂, que puede obstruir los pulmones; ozono O₃, llamado veneno azul ya que si bien en la atmósfera nos escuda de los rayos ultravioleta, en la Tierra puede matar la vida que ayuda a proteger; plomo Pb, uno de los cuatro metales más nocivos para la salud humana debido a los daños que puede ocasionar en el cerebro y el funcionamiento del

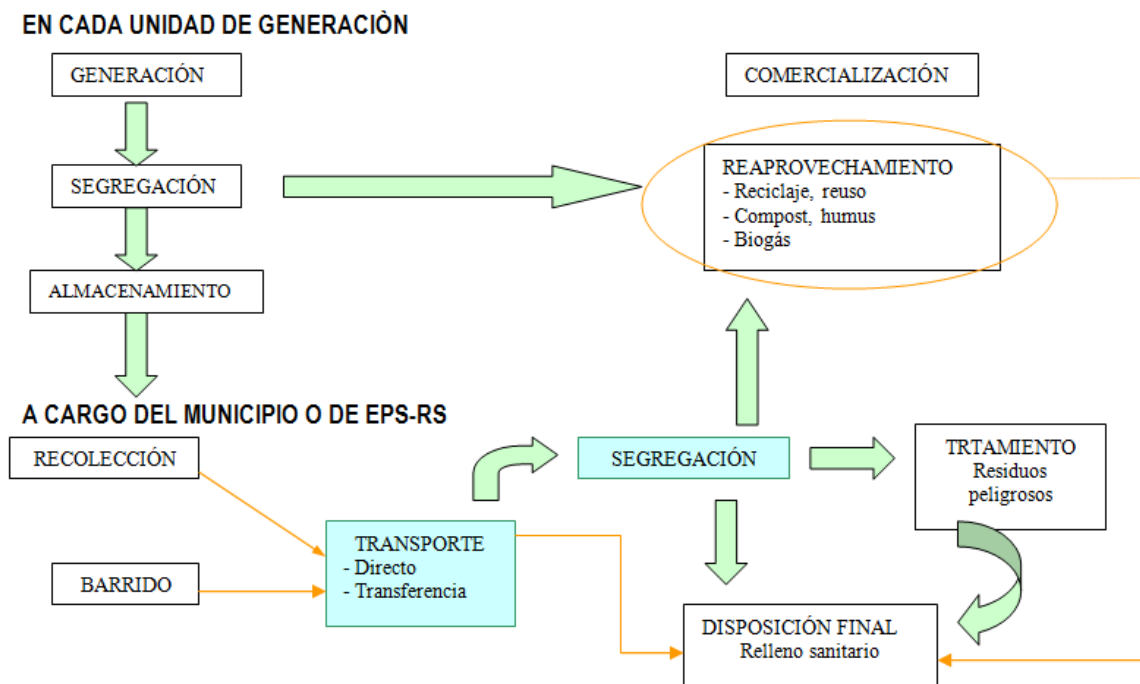
organismo en general; metano CH₄ y dióxido de carbono CO₂, principales gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global.

Es por ello que las municipalidades deben desarrollar estrategias que les permita una correcta gestión integral para disminuir o anular los efectos perjudiciales en la salud humana, el medio ambiente y la estética del entorno. Desde el 2013, el Ministerio del Ambiente ha denominado a la gestión integral de los residuos sólidos municipales, RSM, bajo el concepto de "Servicio de Limpieza Pública", dándole la visión integral a una dinámica que puede estar además soportada por los siguientes actores:

- a. **Reciclador independiente:** persona que realiza formalmente actividades de reciclaje, incluyendo la recolección selectiva y la comercialización, y que no cuenta con vínculo laboral con empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos, empresas comercializadoras de residuos sólidos ni empresas generadoras de residuos sólidos.
- b. **Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS):** persona jurídica que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos sólidos.
- c. **Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS):** persona jurídica que desarrolla actividades de comercialización de residuos sólidos para su reaprovechamiento.

En la **figura 1** se observan los procesos que componen el servicio de limpieza pública.

Figura 1
Procesos del servicio de limpieza pública.



Fuente: *Chávez Vilchez.*

1.4. Procesos del servicio de limpieza pública

1.4.1. Generación

El proceso de generación de RSM se refiere a la determinación de la cantidad de residuos sólidos que se generan por día en cada unidad generadora compuesta por los residuos domésticos y los residuos no domésticos de competencia municipal generados en espacios públicos, establecimientos comerciales, mercados, hoteles, restaurantes, centros educativos, entre otros.

Para estimar la generación de residuos sólidos se debe calcular el **índice de generación per cápita o GPC**, para lo cual debe llevarse a cabo un **estudio de caracterización** con el fin de determinar, además del GPC (kg/hab×día), la densidad de los residuos (kg/m³); la composición o fracciones residuales como orgánica, inorgánica, peligrosa o no aprovechable (%) y la humedad (%).

Dichos parámetros servirán para dimensionar la infraestructura del sitio de disposición final o plantas de reaprovechamiento de los residuos sólidos, así como los equipos y materiales para su almacenamiento, recolección y transporte.

1.4.2. Barrido

El proceso de barrido contempla la limpieza de las vías públicas y la recolección manual o mecánica de los residuos sólidos depositados en ella.

Figura 2
Proceso de barrido



Fuente: <http://www.petramas.com/limpieza-y-barrido-de-calles/>

1.4.3. Almacenamiento

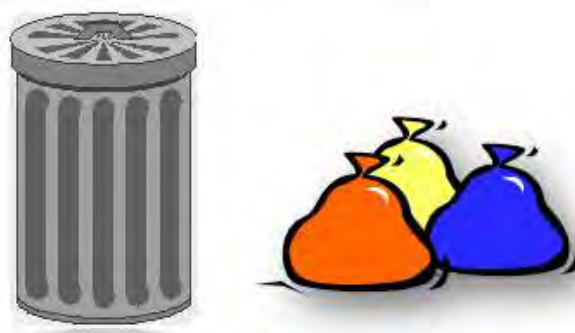
El proceso de almacenamiento se refiere a la instalación de recipientes en los que se disponen temporalmente los residuos, ya sea dentro de viviendas o demás generadores como la vía pública.

Figura 3
Equipos de almacenamiento para las vías públicas



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

Figura 4
Equipos de almacenamiento doméstico



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

1.4.4. Recolección y transporte

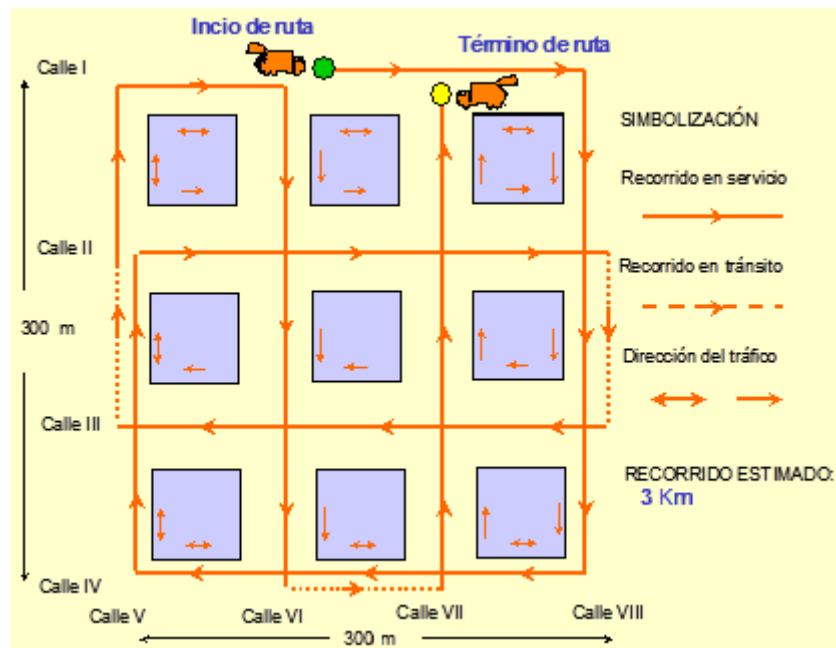
Los procesos de recolección y transporte se encargan de recoger los residuos sólidos de su lugar de origen o fuente generadora con la finalidad de alejarlos de las comunidades humanas. Además, dentro de este proceso también se llevan a cabo las campañas de limpieza, las cuales tienen como objetivo recuperar áreas o espacios inapropiados para el vertido de los residuos contaminados como parques, quebradas, acequias, ríos, entre otros.

Los aspectos claves que se han de tener en cuenta son:

1. Diseño de rutas y frecuencia de recolección

Elaboración del plan de recolección que indique por dónde y cuándo transitarán los vehículos de recolección. El MINAM sugiere que se realice una recolección con frecuencia mínima de 2 veces por semana.

Figura 5
Ejemplo de diseño de rutas



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

2. Determinación del método de recolección

Para determinar el método adecuado de recolección es necesario tener en cuenta parámetros como el GPC, el clima y la capacidad del vehículo. Existen tres métodos:

a. *Método no convencional*

Suele usarse para zonas rurales o con difícil acceso a vehículos motorizados donde la cantidad de residuos generados suele ser menor a 20 t por día. En dichos casos se hace necesario el uso de vehículos ligeros como carretas, triciclos o moto furgones.

Figura 6
Carretas para recolección.



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

b. *Método semi-convencional*

Suele usarse para zonas urbanas en donde la cantidad de residuos generados suele estar entre 20 t y 40 t diarias. En dichos casos se hace necesario el uso de vehículos como camiones barandas o camiones de carga.

Figura 7
Camión baranda para recolección



Fuente: *Elaboración propia.*

c. *Método convencional*

Suele usarse para zonas urbanas altamente pobladas o metrópolis en donde la cantidad de residuos generados suele ser mayor a las 40 t diarias. En dichos casos se hace necesario el uso de camiones compactadores.

Figura 8
Camión compactador para recolección.



Fuente: <http://compactadordebasura.blogspot.com/2011/06/blog-post.html>

3. Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva

Programa promovido por el Ministerio del Ambiente que favorece al reaprovechamiento de los residuos sólidos, especialmente desde el punto de vista económico gracias a la clasificación de los residuos desde la generación en la fuente (domicilios o centros comerciales), velando que en él participe la población de un determinado ámbito geográfico mediante la separación de sus residuos, su almacenamiento y entrega al personal encargado de realizar la recolección. Consiste en la separación según sea su tipología:

- a. **Fracción húmeda:** constituida por la materia orgánica.
- b. **Fracción reciclable:** constituida por la siguiente materia inorgánica: plástico, cartón, papel, metal, vidrio, y madera.
- c. **Fracción no reciclable:** constituida por los residuos comunes o no recuperables pues su proceso de reaprovechamiento es muy complejo o no está disponible, o que además presentan características que impiden su reaprovechamiento como los pañales desechables, papel higiénico, envolturas plásticas, tierra, escombros, etc.
- d. **Fracción peligrosa:** constituida por pilas, envases de insecticidas, pesticidas, medicamentos, entre otros.

Figura 9
Programa de segregación en la fuente Universidad de Piura



Fuente: *Elaboración propia.*

4. Estaciones de transferencia

Una estación de transferencia es un centro donde llegan los vehículos de recolección para agrupar temporalmente grandes cantidades de residuos de características similares o compatibles, con el objetivo de transferirlos a los centros de reaprovechamiento, tratamiento o disposición final a través de un vehículo de capacidad mayor llamado vehículo de transferencia o madrina.

La estación de tipo compactadora suele ser la más habitual y se compone de dos niveles: inferior y superior. Los vehículos de recolección situados sobre el nivel superior descargan los residuos sobre una tolva y, posteriormente, éstos se conducen hasta el vehículo madrina, cargándose en el nivel inferior.

Las estaciones de transferencia permiten obtener las siguientes ventajas:

- a. **Economía de transporte:** se pueden conseguir cargamentos de entre 18 t y 25 t mediante un vehículo madrina, mientras que la mayoría de los vehículos de recolección pueden transportar únicamente entre 4 t y 10 t de residuos. Esto implica tener que realizar menos viajes hasta los demás centros, lo que permite que la flota de recolección permanezca más tiempo en el itinerario de recolección.

En definitiva, permite alcanzar una reducción global de los costes de inversión y operación.

- b. **Ahorros laborales:** muchos vehículos de recolección operan con equipos de dos o tres operarios, y el tiempo adicional, utilizado durante el trayecto del vehículo hasta la instalación, mantiene a estos trabajadores fuera de sus deberes de recogida. En cambio, como los camiones de transferencia necesitan únicamente una persona (el conductor), puede lograrse una reducción del tiempo no productivo.
- c. **Ahorros energéticos:** el consumo de combustible es similar en un vehículo de recolección y en uno de transferencia. Se logran ahorros significativos de combustible debido a la realización de un número inferior de viajes hacia los centros de reaprovechamiento, tratamiento o disposición final.
- d. **Desgaste reducido:** resulta evidente indicar que realizar menos viajes implica una reducción del kilometraje en el trayecto global; sin embargo, también tendrá mucha importancia la reducción en el número de neumáticos pinchados y en los daños sobre los sistemas de suspensión de los vehículos.
- e. **Versatilidad:** la flexibilidad que proporciona el sistema de transferencia permite al gestor cambiar el destino de los residuos, produciendo un impacto mínimo sobre las operaciones de recolección.
- f. **Disminución del frente de trabajo en los rellenos sanitarios:** debido a que la longitud del frente de trabajo en los rellenos sanitarios viene determinada normalmente por el número y tipo de vehículos que descargan en el lugar, una reducción en el número de camiones generará una zona de trabajo más pequeña, un soterramiento diario menor y unas condiciones más seguras en el relleno debido al tráfico reducido. Un relleno que reciba únicamente residuos transportados en vehículos de transferencia puede necesitar un frente de trabajo inferior a la mitad del requerido para un relleno que reciba una cantidad de residuos similar, pero transportados en vehículos de tipo baranda o compactador.

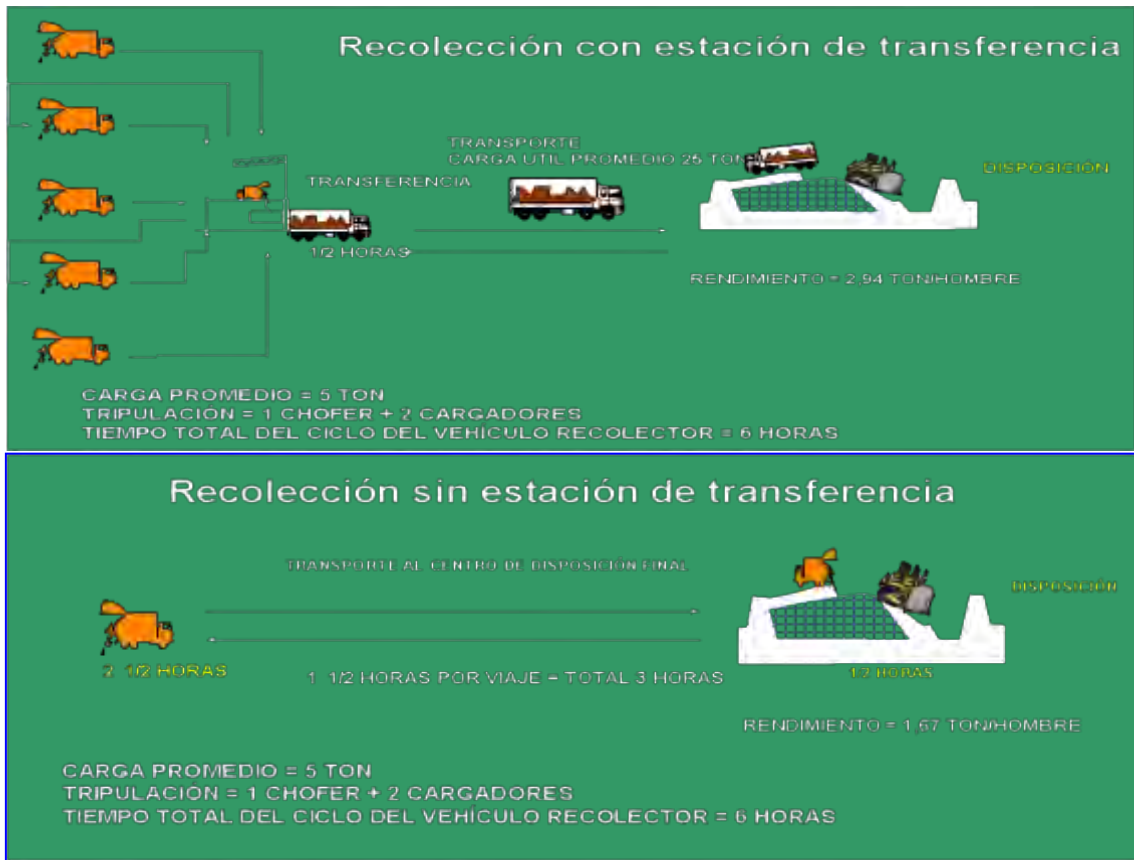
(Fundación Universitaria Iberoamericana, 2012)

Figura 10
Estación de transferencia



Fuente: Ministerio del Ambiente & USAID.

Figura 11
Beneficio de la estación de transferencia 1



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

Figura 12
Beneficio de la estación de transferencia 2



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

1.4.5. Reaprovechamiento

El proceso de reaprovechamiento comprende todas las actividades realizadas en favor de la valorización de los residuos sólidos, dándoles un adecuado tratamiento para insertarlos de nuevo en el proceso productivo de algún sistema.

Bajo un sistema adecuado de recolección, existen dos importantes fracciones residuales que pueden ser aprovechadas: la fracción inorgánica y la fracción orgánica.

1. Reaprovechamiento de la fracción inorgánica

a. Comercialización de material reciclable

Cuando el volumen de material inorgánico correctamente recolectado es bajo, se suelen vender los diferentes tipos como materia prima a empresas especializadas en el rubro de reciclaje y transformación para la creación de nuevos productos. Este método permite captar ingresos económicos así como proteger los recursos y servicios ecosistémicos.

Para esto es necesario implementar una planta de segregación, manual o mecanizada según sea la cantidad de residuos a ser separados, que permita clasificar de forma más detallada los diferentes tipos de residuos como:

- Plástico: polietileno tereftalato PET, polietileno de alta densidad PEAD, cloruro de polivinilo PVC, polietileno de baja densidad PEBD, polipropileno PP, poliestireno PS7, otros.
- Cartón y papel: cajas de cartón, papel blanco, papel de colores, revistas, libros, cuadernos, tetrapak, otros.
- Metales: aluminio, acero, otros.
- Vidrio: cristalino, ámbar, azul y verde.
- Madera: aserrín, retazos, otros

Aunque por salubridad, la planta usualmente está enfocada en segregar residuos inorgánicos, también puede ser utilizada para eliminar residuos mal segregados en la fuente.

Figura 13
Proceso de clasificación en planta segregadora



Fuente: <http://www.emusssa.com/>

Figura 14
Planta se segregación manual



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

Figura 15
Planta se segregación mecanizada



Fuente: *Ministerio del Ambiente & USAID.*

b. Reciclaje

Cuando el volumen de material inorgánico correctamente recolectado y segregado es alto, y aseguran su sostenibilidad, se puede crear una planta de procesamiento para transformar dichos residuos y generar nuevos productos como fibras o productos con valor agregado. Este método permite captar mayores ingresos económicos que el anterior, además de también proteger los recursos y servicios ecosistémicos.

Figura 16
Procesamiento de material inorgánico



Fuente: <http://www.emusssa.com/>

2. Reaprovechamiento de la materia orgánica

a. Compostaje

Según Elías¹, es la descomposición biológica y estabilización de un sustrato orgánico, bajo condiciones que permitan alcanzar temperaturas en el rango termófilo, como resultado del proceso biológico aerobio exotérmico, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que pueda ser aplicado al suelo de forma beneficiosa.

El compostaje se puede considerar como un tipo particular de reciclaje en el que se transforma una determinada materia prima en un producto que puede tener determinados usos y, por tanto, un interés comercial.

El compostaje permite devolver aproximadamente la mitad del peso de materia orgánica a sus orígenes. Para ello, será preciso asegurar su retorno con las garantías físicas, químicas y biológicas adecuadas para no causar impactos negativos en el lugar de su aplicación.

Este proceso se refiere a la gestión correcta de los residuos orgánicos fermentables en instalaciones adecuadas para su valorización, evitando así su depósito en el relleno sanitario. Lógicamente, desde el punto de vista del

¹Elías, X (2006). *Tratamiento y valorización energética de residuos*. 1º Ed. Editorial Díaz de Santos Madrid.

vertido, ello redundará en una mayor facilidad de explotación de la instalación, disminuyendo la cantidad y la peligrosidad de los lixiviados del relleno, reduciendo la producción de olores y la formación de gases como consecuencia de las fermentaciones anaerobias, así como minimizando la presencia de vectores animales, entre otros.

En el proceso de compostaje actúan una serie de microorganismos que descomponen los residuos orgánicos fermentables, generando agua, dióxido de carbono y materia orgánica estabilizada. Durante la fase inicial de descomposición este proceso libera energía (reacciones exotérmicas) que es la encargada de calentar todo el sistema y optimizarlo.

La buena calidad del *compost* es condición indispensable para que éste pueda ser utilizado. Para ello, debe conocerse el origen, contenido y calidad de la materia orgánica, las características físico-químicas, el contenido de elementos fertilizantes, además de la necesidad de aportar nutrientes minerales para complementar y equilibrar el *compost*.

La **tabla 1** muestra los beneficios que tiene la aplicación del *compost* al suelo en cuanto a la mejora de sus características.

Tabla 1: Consecuencias de la aplicación de *compost* en el suelo

Propiedades	Consecuencias
Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la capacidad de retención de agua. • Mejora la estabilidad estructural y la oxigenación a nivel radicular.
Químicas y físicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un suministro gradual de nutrientes. • Favorece la aparición y la potenciación de los mecanismos reguladores de la disponibilidad de nutrientes
Biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementa la actividad biológica. • Favorece la aparición de sustancias orgánicas que activan el crecimiento vegetal.

Fuente: *Fundación Universitaria Iberoamericana*.

De esta manera, los factores que deben tenerse muy en cuenta en el proceso de compostaje son:

- a. **Factores exógenos:** se refieren a la contaminación provocada por la presencia de fragmentos de vidrio, plástico, metales, etc., o bien por la liberación de elementos potencialmente tóxicos en la materia orgánica residual. En este contexto es muy importante que la recogida selectiva se realice de forma adecuada.

- b. Factores endógenos:** son aquellos que dependen exclusivamente del proceso de compostaje: estabilidad de la materia orgánica, grado de humedad, higienización del producto, etc.

El *compost* resultante del proceso debe tener un porcentaje importante de materia orgánica estabilizada, un contenido en nutrientes adecuado, un aspecto y olor agradable y no resultar peligroso en cuanto a manipulación y aplicación.

Existen varios tipos de *compost*, cada uno adecuado para una aplicación concreta:

- *Compost* de RSM sin recogida selectiva en origen.
- *Compost* de fracción orgánica de RSM procedente de recogida selectiva, sola o con restos vegetales.
- *Compost* de fango de depuradoras (urbana o industrial) con restos vegetales.
- *Compost* de restos vegetales o de poda.
- *Compost* de estiércol/purines.
- *Compost* de algún tipo nombrado anteriormente enriquecido con nutrientes vegetales.

De entre todos los anteriores, los más conocidos son aquellos producidos a partir de los RSM. En la **tabla 2** se muestran los residuos que potencialmente pueden separarse para proceder al reaprovechamiento mediante compostaje.

Tabla 2: Residuos admisibles para compostaje

Origen del residuo	Residuo
Cocina	Restos de verdura. Peladura de fruta. Restos de comida. Cáscaras de huevo. Restos de pan. Espinas y huesos. Bolsas de té e infusiones. Productos alimenticios en mal estado (ni líquidos ni con envase). Poso del café. Materiales de corcho (tapones). Ceras naturales. Servilletas de papel.
Jardín	Poda de jardín. Césped cortado. Hojarasca. Hojas y flores secas. Raíces.

Fuente: *Fundación Universitaria Iberoamericana.*

La mezcla de los diversos tipos de materiales o residuos orgánicos equilibra las proporciones de humedad y de sustancias que se han de descomponer. Por ejemplo, los restos de alimento, hojas, césped cortado y otros materiales húmedos se han de mezclar con materias vegetales secas y porosas, como podas y semillas, para que pueda formarse una matriz de mezcla suficientemente esponjosa.

El *compost* es un producto que sirve al mismo tiempo como enmienda y abono orgánico, a causa de su elevado contenido en materia orgánica. Generalmente es un producto aséptico, libre de patógenos, que activa los procesos bioquímicos del suelo (bacterias y hongos principalmente) y que favorece toda una serie de aspectos que se enuncian a continuación:

- Mejora de la estructura y la porosidad del suelo.
- Aportación de oligoelementos (Na, Fe, Cu, Mn, Zn).
- Protección contra las plagas.
- Abono natural frente a los abonos químicos.
- Ahorro en la utilización de abonos químicos.
- Retención y absorción del agua de lluvia.
- Intercambio de nutrientes y liberación progresiva de nitrógeno.
- Regeneración de los suelos.
- Recuperación de la fracción orgánica de los residuos para su posterior utilización.

El *compost* maduro tiene una estructura grumosa que facilita la retención del agua y la aireación del suelo. Actúa en contra de la erosión (en el caso de fuertes precipitaciones) y la pérdida de nutrientes. Convierte a los suelos pesados en ligeros y a los suelos arenosos en más absorbentes.

Está contrastado científicamente que el uso del *compost* es un factor positivo respecto al control de algunos agentes causantes de algunas enfermedades vegetales existentes en el suelo, especialmente las causadas por los hongos. Además, mejora la fertilidad del suelo por el hecho de contener materia orgánica parcialmente humidificada, que pone a disposición de las plantas aquellos elementos nutritivos necesarios.

Un *compost* elaborado a partir de materia orgánica resulta muy adecuado para usos agrícolas y similares, presentando importantes ventajas frente a los abonos químicos como:

- Coste económico menor.
- Evita los desequilibrios de nutrientes a largo plazo.
- Disminuye el efecto contaminante de las aguas subterráneas por el uso abusivo de los abonos químicos.

El *compost* está siendo utilizado en varios ámbitos y actividades, principalmente en agricultura, jardinería pública, restauración de taludes y espacios degradados (canteras), clausura de rellenos sanitarios y, en general, en toda obra civil que requiera una posterior restauración de la vegetación.

Otra de las ventajas es la estabilización del residuo generado. En efecto, el resultado final es más estable que la materia orgánica fermentable original. Además, la cantidad de carbono oxidable, la actividad biológica y la relación C/N, mejoran con el tratamiento.

La reducción del volumen resulta evidente en este tipo de tratamiento. Ésta se centra en la pérdida de agua a causa de la evaporación y de la materia orgánica fermentable debido a su descomposición (en forma CO_2). En este sentido, puede perderse aproximadamente un 75% del carbono fácilmente oxidable, un 50% en peso de la materia orgánica de entrada y un 35% del peso de la materia seca, en función de varios factores (tipo de residuo, métodos de compostaje, etc.).

(Fundación Universitaria Iberoamericana, 2012)

b. Metanización

La metanización, también conocida como biodigestión o descomposición anaerobia, es un proceso de fermentación en ausencia de oxígeno o nitratos de la materia orgánica llevado a cabo por microorganismos anaerobios, siendo por tanto un proceso biológico. Este proceso se produce en diversos ambientes, ya sean naturales como los sistemas gastrointestinales (rumen), los sedimentos marinos de ríos y lagos, las fuentes termales o las turberas, o bien en sistemas controlados como los fermentadores o biodigestores.

Mediante el proceso de digestión anaerobia puede tratarse un gran número de residuos orgánicos, aunque la madera o los residuos leñosos son desaconsejables. Entre los más adecuados tenemos:

- Residuos agrícolas y excretas de animales.
- Cultivos energéticos.
- Residuos industriales orgánicos.
- Aguas residuales municipales e industriales.
- Fracción orgánica de residuos sólidos urbanos.

En el biodigestor, el proceso de descomposición anaerobia lleva parejo una eliminación/depuración de la carga orgánica debido a los microorganismos que se encargan de digerirla, generando así una mezcla de gases que se designa usualmente como biogás, un gas combustible que contiene una alta proporción de metano (CH_4 en concentración superior al 60% en el gas), con una potencia calorífica inferior del orden de 5.500 kcal/m^3 , muy útil para la combustión y generación de calor o energía eléctrica.

Pero para ser aprovechado, el biogás obtenido debe ser conducido a un equipo de enfriamiento y acondicionamiento. Para enfriarlo, se utiliza un sistema de tuberías en forma de aletas que pueden ser regadas. Al enfriarse el gas, se condensa el vapor de agua presente en él y es retirado del circuito mediante unos ciclones.

Una vez llegado a este punto, el gas ya se encuentra en condiciones para ser valorizado. Su utilización se puede dar en la propia planta o puede ser empleado en el exterior para otros procesos o aplicaciones. En ambos casos, el biogás suele utilizarse para generar energía eléctrica en motores de gas acoplados a alternadores. Generalmente, la planta de metanización consume entre un 20% y 40% de la energía producida por el biogás, por lo que se puede explotar aproximadamente entre 100 kWh y 150 kWh por tonelada tratada.

No obstante, este gas también puede ser utilizado para producir calor en una caldera, produciendo vapor de agua que puede ser comercializado, o bien puede venderse en propio biogás como combustible similar al gas natural.

Además se obtiene biosólido, remanente digerido muy húmedo cuya composición usualmente es lodosa o pastosa. Este producto suele ser llevado a un proceso de compostaje, para producir humus o fertilizante orgánico. De esta forma puede ser aprovechado en la agricultura para ayudar a regenerar los suelos.

Finalmente, se obtiene también el biol, el cual es el remanente líquido que permanece en el biodigestor después de la descomposición de la materia orgánica (en una proporción del 80%). Este producto, luego de un adecuado tratamiento, suele ser usado como agua de riego debido a su alta concentración de nutrientes, o utilizada de nuevo en el biodigestor para posteriores procesos de metanización.

Las ventajas que posee la metanización frente al proceso de descomposición aeróbica por compostaje son las siguientes:

- Acelera la velocidad de todo el proceso de fermentación.
- Se reducen los malos olores producidos en el proceso de digestión, ya que los gases producidos no se desprenden a la atmósfera pues son captados y aprovechados.
- El gas producido se recupera y puede ser utilizado como combustible.

No obstante, también se pueden citar algunos de los inconvenientes, por ejemplo:

- Costes relativamente altos.
- Proceso complejo y sensible a fluctuaciones del material a ser digerido.
- Producción de aguas residuales que precisan tratamiento.

Por lo tanto, es necesario combinar el proceso de metanización con el de compostaje para aprovechar la materia orgánica obtenida al final del proceso y producir con ella un compost de calidad.

Actualmente no existen estudios contrastados sobre las calidades diferenciales entre el compost procedente del compostaje y el procedente de la metanización. A pesar de ello, sí existen diferencias comparativas claras entre ambos procesos, que se tendrían que considerar a la hora de optar por uno u otro. Estas diferencias se pueden apreciar en la **tabla 3**.

Tabla 3: Comparación entre los procesos de compostaje y metanización

Compostaje	Metanización
Precisa energía	Produce energía
Precisa material estructurante	Precisa compostaje menos crítico
Precisa más espacio	Precisa más inversiones
Produce más compost	Produce menos compost

Fuente: *Fundación Universitaria Iberoamericana.*

1.4.6. Disposición final

La disposición final es la última e ineludible etapa en la gestión integral de los residuos sólidos del servicio de limpieza pública, en donde los residuos sólidos que no pueden ser aprovechados o tratados deberán ser dispuestos de forma segura para reducir su impacto sobre el ambiente y la salud humana.

Diversos métodos de disposición son utilizados en esta etapa. Entre ellos:

- Vertederos incontrolados con o sin incineración de basura
- Botaderos controlados.
- Plantas de incineración controlada de basura.
- Rellenos sanitarios o vertederos controlados.

En el Perú, el método más usado es el vertedero o botadero a cielo abierto. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan al aire libre sin separación ni tratamiento alguno. Los líquidos y gases generados por la descomposición de los residuos orgánicos no son manejados, por lo que son fuente de contaminación ambiental y de la proliferación de vectores como moscas, ratas, cucarachas, entre otros.

Sin embargo, entre todos los métodos, el más aceptado a nivel mundial es el relleno sanitario. Un relleno sanitario es una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros para no contaminar el ambiente ni dañar la salud de los trabajadores. (Guaman Poma de Ayala, Guía de manejo de relleno sanitario manual, 2009).

El relleno sanitario contempla diversas ventajas como:

- Crea una barrera entre el medio ambiente y los residuos.
- Elimina la presencia de vectores animales (roedores, insectos y aves).
- Confina los residuos dentro de un espacio definido y delimitado.
- Controla las emisiones gaseosas provenientes de la descomposición anaerobia de los residuos.
- Capta y trata los lixiviados generados.

- Se clausura una vez ha terminado la actividad, de forma que se deja en condiciones ambientales similares a las que había originalmente y con un uso del suelo compatible con la instalación.

Un relleno sanitario consta de celdas donde son depositados los residuos sólidos que van siendo cubiertos por capas de tierra. Las celdas además cuentan con mecanismos para tratar las emisiones de gases y lixiviados provenientes de la descomposición natural de los residuos. Existen dos tipos de celdas: aquellas donde se colocarán los residuos comunes y no aprovechables, y aquellas donde se colocarán los residuos peligrosos; cada tipo celda presenta algunos elementos de control propios.

De acuerdo al Centro Guamán Poma de Ayala, dependiendo de la cantidad de residuos sólidos generados, existen tres tipos de rellenos sanitarios:

- Relleno sanitario mecanizado:** diseñado para las grandes ciudades que generan más de 40 toneladas diarias. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.
- Relleno sanitario semi-mecanizado:** diseñado para las ciudades que generan entre 20 y 40 toneladas diarias. Se utiliza maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual a fin de hacer una buena compactación de los residuos. Para operar este tipo de relleno sanitario se puede acondicionar un tractor agrícola con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación.
- Relleno sanitario manual:** diseñado para las ciudades pequeñas que generan menos de 20 toneladas diarias. La operación y mantenimiento de este relleno se realiza mediante técnicas y equipos manuales, lo que minimiza los costos económicos, sociales, sanitarios y ambientales.

(Guaman Poma de Ayala, Guía de manejo de relleno sanitario manual, 2009)

Además, como indica la Fundación Universitaria Interamericana, la Directiva Europea clasifica los rellenos sanitarios según sea el residuo admitido para su disposición en:

- Relleno sanitario para los residuos no peligrosos:** un residuo no especial peligroso es aquel que no puede clasificarse ni como especial ni como inerte. El residuo no peligroso se caracteriza porque los productos que emite durante su transformación no son peligrosos. En esta clasificación se encuentran los RSM.
- Relleno sanitario para los residuos inertes:** un residuo inerte es aquel residuo que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas con el tiempo.
- Relleno sanitario para residuos tóxicos o peligrosos (RTP's) o especiales:** un residuo especial es aquel que por sus características físicas, químicas, biológicas de tipo tóxico o peligroso, o bien por su grado de

concentración, requiere de un tratamiento específico y un control periódico a causa de los efectos potenciales perniciosos que tiene sobre la salud y el medio.

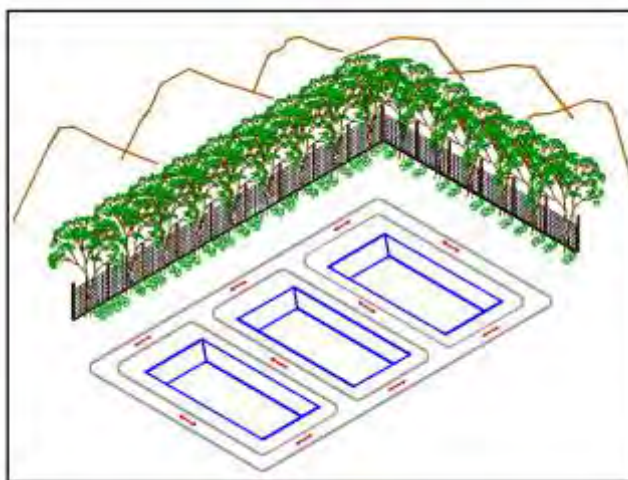
(Fundación Universitaria Iberoamericana, 2012)

Según el Centro Guamán Poma de Ayala, existen los siguientes métodos para la construcción de un relleno sanitario:

- a. **Método de trinchera o zanja:** se utiliza en regiones planas, donde la napa freática está a grandes profundidades y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor oruga. Los residuos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

En zonas donde las precipitaciones pluviales son intensas se deben construir canales perimétricos y zanjas de drenajes internos para captar y desviar las aguas fuera de las zanjas. En casos extremos se pueden construir techos o habilitar lonas.

Figura 17
Método de trinchera



Fuente: MINAM.

- b. **Método de área:** se utiliza en áreas relativamente planas o para rellenar depresiones naturales donde no sea factible excavar fosas o trincheras. Los residuos sólidos se depositan sobre el suelo original, previa impermeabilización.

La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba, es decir, los residuos se descargan en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Las celdas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo.

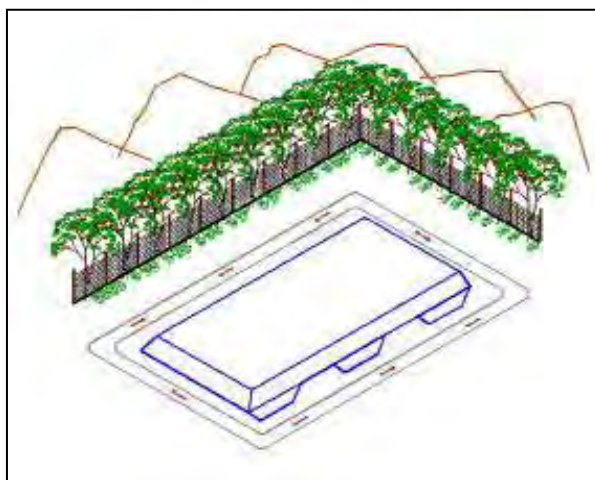
Figura 18
Método de área



Fuente: MINAM.

- c. **Combinación de ambos métodos:** dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados.

Figura 19
Método combinado



Fuente: MINAM.

(Guaman Poma de Ayala, *Guía de manejo de relleno sanitario manual*, 2009)

En la **tabla 4** se muestran las ventajas y los inconvenientes de los rellenos sanitarios.

Tabla 4: Comparación entre los procesos de compostaje y metanización

Ventajas	Inconvenientes
Sistema definitivo que no deja residuos.	Necesidad de control y captación de gases.
Costos económicos de implantación y de explotación reducidos.	Ubicación alejada de los centros de producción (distancias de transporte mayores).
Tecnología de explotación sencilla.	Grandes necesidades de espacio.
Flexibilidad en las cantidades variables de residuos a ser tratadas.	Posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas y aguas superficiales.
Rapidez entre la decisión de construir la instalación y su puesta en marcha.	No aceptación de la presencia de la instalación por parte de la población afectada.
Posibilidad de recuperar el espacio del relleno sanitario una vez finalizada su vida útil.	Alternativas limitadas para la utilización del terreno una vez clausurado.
Construcción sencilla.	Impacto sobre el paisaje.

Fuente: *Fundación Universitaria Iberoamericana.*

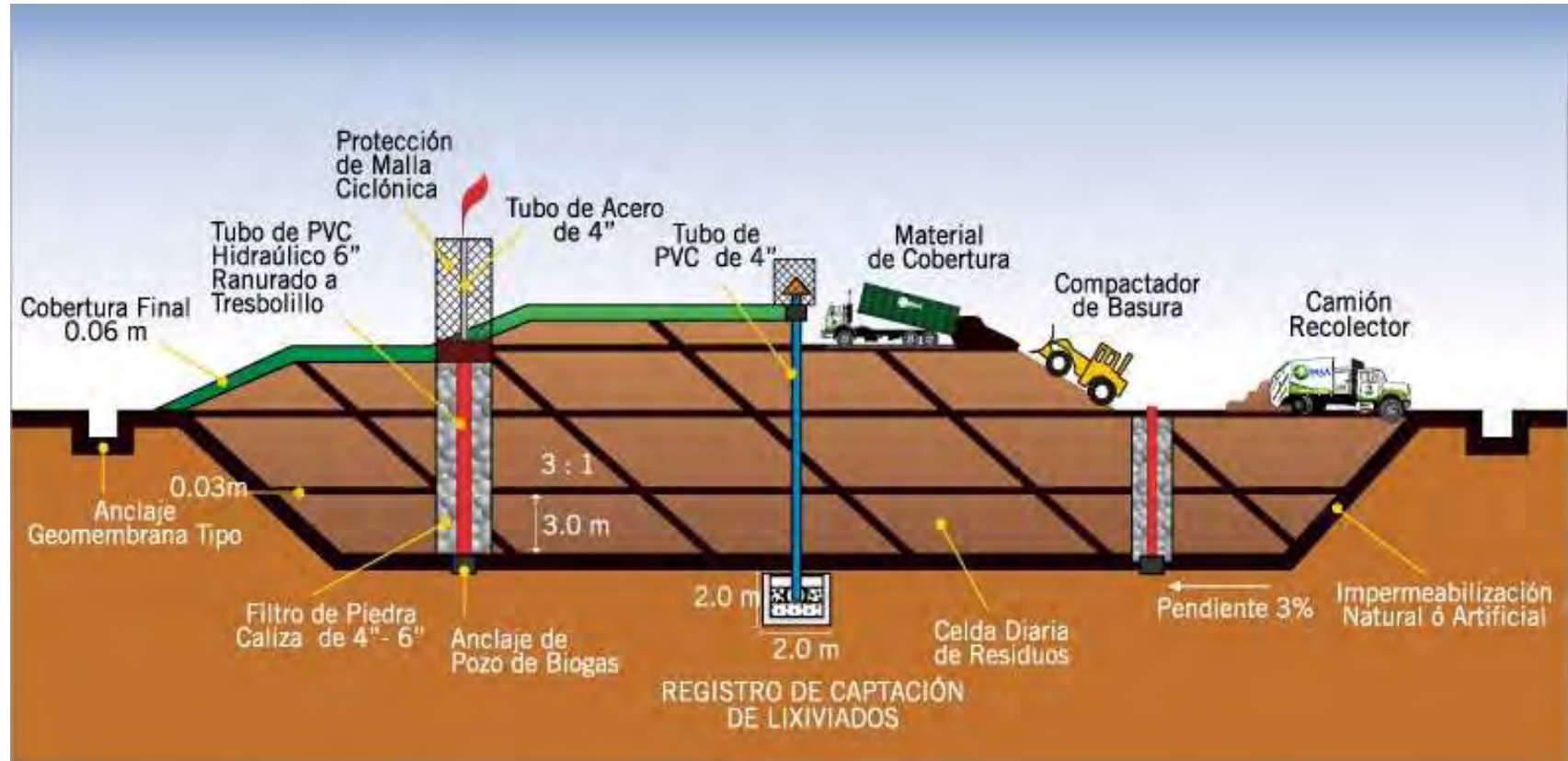
A continuación, en la **tabla 5** se presentarán algunas diferencias entre un botadero y un relleno sanitario.

Tabla 5: Diferencias entre un botadero y un relleno sanitario

Características	Botadero	Relleno Sanitario
Proliferación de vectores (moscas, ratas, cucarachas, etc.)	Sí existe.	No existe, debido a que se realiza el soterramiento y periódicamente se efectúan fumigaciones y desratizaciones.
Soterramiento (acción de cubrir con tierra)	No existe.	Sí existe. La actividad debe ser diaria.
Ingreso de animales.	Sí existe.	No existe, debido a que el relleno sanitario está cercado.
Ingreso de segregadores.	Sí existe.	No existe, pues es ilegal.
Lixiviados.	No son manejados.	Son captados a través de drenes para ser procesados en una planta de tratamiento.
Gases.	No son manejados.	Son trasladados a través de drenes y chimeneas para ser quemados posteriormente.
Costos económicos.	Bajos costos.	Altos costos.
Costos sociales.	Altos costos por la contaminación ambiental de agua, suelo y aire.	Muy bajos costos.
Aprovechamiento.	No existe aprovechamiento económico de la basura.	Se puede generar ingresos por la disposición de residuos fuera del ámbito municipal, generación y venta de energía, venta de bonos de carbono y venta de fertilizantes.

Fuente: *Guaman Poma de Ayala, Guía de manejo de relleno sanitario manual.*

Figura 20
Componentes de un frente de trabajo en un relleno sanitario



Fuente: <http://www.ingeniosinc.com/2008/07/31/mas-sobre-los-rellenos-sanitarios>

Capítulo 2

Marco legal

2.1. Normativa Peruana

La gestión de los residuos sólidos en el país tiene como finalidad su manejo integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, leyes, planes, programas, estrategias y acciones de quienes intervienen en la gestión y el manejo de los residuos sólidos.

2.1.1. Constitución Política del Perú

Como política marco, podemos mencionar, en el ámbito nacional, a la Constitución Política del Perú, en la cual se menciona, en su artículo 2° inciso 22, que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollar su vida; y en su artículo 67°, que es el Estado el que determina la Política Nacional del Ambiente, promoviendo el uso racional de los recursos naturales.

2.1.2. Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente

La Política Nacional del Ambiente es determinada por la Ley General del Ambiente - Ley N° 28611. Dicha ley, en su artículo I, menciona que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. En relación al manejo de los residuos sólidos, en el capítulo 3 - artículo 119°, menciona que su gestión, ya sean éstos de origen doméstico, comercial o de origen similar, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Adicionalmente, en el capítulo 4 - artículo 127° - detalla la Política Nacional de Educación Ambiental, que busca generar en los individuos los conocimientos, las actitudes, los valores y las prácticas necesarias para desarrollar sus actividades en forma ambientalmente adecuada, con miras a contribuir en el desarrollo sostenible del país.

La política ambiental nacional es respetuosa así como se enmarca en los convenios y tratados internacionales en los que ha participado el Estado Peruano.

2.1.3. Ley N° 29263 - Modificatoria del Código Penal y la Ley N° 28611

En su título XIII, en el capítulo I sobre los delitos de contaminación, nos presenta el artículo 304°, sobre la contaminación del ambiente y detalla las penas para aquellos que infringen leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, causando o pudiendo causar daños perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, según la clasificación reglamentaria de la autoridad ambiental.

En su artículo 306°, sobre el incumplimiento de las normas relativas al manejo de residuos sólidos, detalla las penas para aquellos que, sin autorización o aprobación de la autoridad competente, establece un vertedero o botadero de residuos sólidos que pueda perjudicar gravemente la calidad del ambiente, la salud humana o la integridad de los procesos ecológicos.

Finalmente, en su artículo 307°, sobre el tráfico ilegal de residuos peligroso, detalla las penas para aquel que ingrese ilegalmente al territorio nacional, use, emplee, coloque, traslade o disponga, sin la debida autorización, residuos o desechos tóxicos o peligrosos para el ambiente, resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, utilización o consumo.

2.1.4. Ley N° 26821 - Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos

La Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos - Ley N° 26821, artículo 2 - indica que tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente, y el desarrollo integral de la persona humana.

2.1.5. Ley N° 26842 - Ley General de Salud

El artículo 99 del Capítulo VI de la Ley General de Salud - Ley N° 26842 -, "De las sustancias y productos peligrosos para la salud", indica que los residuos procedentes de establecimientos donde se fabriquen, formulen, envasen o manipulen sustancias y productos peligrosos, deben ser sometidos al tratamiento y disposición que señalan las normas correspondientes. Dichos residuos no deben ser vertidos directamente a las fuentes, cursos o reservorios de agua, al suelo o al aire, bajo responsabilidad.

2.1.6. Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades

La Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N°27972 - menciona que los gobiernos locales son las entidades básicas de la organización territorial del Estado y los canales inmediatos de participación vecinal en los asuntos públicos que institucionalizan y gestionan con autonomía los intereses propios de las correspondientes colectividades, siendo elementos esenciales del gobierno local, el territorio, la población y la organización.

En su artículo 80, "Saneamiento, Salubridad y Salud", se señalan las funciones de las municipalidades en torno a la gestión y manejo de los residuos sólidos. La limpieza pública es una de las pocas competencias exclusivas y de relación directa con la población; por ello las municipalidades provinciales y distritales son los órganos de gobierno promotores del desarrollo local, con personería jurídica de derecho público y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines.

2.1.7. Ley N° 27314 - Ley General de los Residuos Sólidos; su Reglamento, el Decreto Supremo N° 057 y su modificatoria, el Decreto Legislativo N° 1065

El manejo de residuos sólidos en el Perú está normado por la Ley General de Residuos Sólidos - Ley N° 27314 - y su Reglamento - Decreto Supremo N° 057 2004-PCM - con su reciente modificatoria - Decreto Legislativo N° 1065 - la cual promueve el desarrollo de la infraestructura de residuos sólidos para atender la demanda creciente de la población y del propio sector privado, que constituye una fuente importante de residuos, producto de la actividad que realizan las empresas en el país.

Dicha ley establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. En el artículo 9° se menciona que las municipalidades son responsables de la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción.

2.1.8. Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores y su Reglamento

En su artículo 1°, "Objeto de la ley", indica que esta ley tiene como objeto establecer el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral, promoviendo su formalización, asociación, y contribuyendo a la mejora en el manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país.

En el inciso 2.1 de su artículo 2°, "Ámbito de aplicación", indica que para efectos de la aplicación de la presente ley, se considera recicladores a las personas que, de forma dependiente o independiente, se dedican a las actividades de recolección selectiva para el reciclaje, segregación y comercialización en pequeña escala de residuos sólidos no peligrosos. Y en el inciso 2.2, indica que el Estado reconoce la actividad de los

recicladores, promueve su formalización e integración a los sistemas de gestión de residuos sólidos de todas las ciudades del país a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), del Ministerio de Salud y de las municipalidades provinciales.

En su reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM, se detallan los aspectos técnicos para el proceso de reciclaje de los residuos sólidos, estableciendo las condiciones de trabajo para los recicladores, así como su manejo selectivo. Se detallan además los objetivos, principios metodológicos y componentes, diseño y aspectos administrativos de los programas de formalización de recicladores y recolección selectiva de los residuos sólidos.

2.1.9. Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Establece, dentro de los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas, aspectos ambientales comunes a toda infraestructura de disposición final de residuos sólidos. Así mismo define los estudios ambientales correspondientes a cada tipo de proyecto, dependiendo de la envergadura de estos y la potencialidad de los impactos en el ambiente.

2.1.10. Reglamento para la Disposición de Basuras Mediante el Empleo del Método de Relleno Sanitario

Decreto Supremo N° 06 - STN aprobado el 09 de enero de 1964 - que asigna a las municipalidades la responsabilidad de efectuar la recolección de los residuos en su jurisdicción y realizar su disposición final.

2.2. Política Nacional y Local

2.2.1. Política Nacional del Ambiente

La presente política ha sido formulada sobre la base del análisis de la situación ambiental del país, tomando en cuenta las políticas implícitas y lineamientos que sustentaron la elaboración de planes y estrategias nacionales en materias como diversidad biológica, bosques, cambio climático, residuos sólidos, saneamiento, sustancias químicas, entre otros. Asimismo, incluye los resultados del proceso de consulta pública descentralizado efectuado por el Ministerio del Ambiente.

Así, para los residuos sólidos se presentan los siguientes lineamientos de política:

- Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.
- Impulsar medidas para mejorar la recaudación de los arbitrios de limpieza y la sostenibilidad financiera de los servicios de residuos sólidos municipales.

- Desarrollar y promover la adopción de modelos de gestión apropiado de residuos sólidos adaptados a las condiciones de los centros poblados.
- Promover la formalización de los segregadores y recicladores y otros actores que participan en el manejo de los residuos sólidos.
- Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojo de basura y fomentar la reducción, segregación, reuso, y reciclaje; así como el reconocimiento de la importancia de contar con rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos.
- Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional, asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.
- Asegurar el uso adecuado de infraestructura, instalaciones y prácticas de manejo de los residuos sólidos no municipales, por sus generadores.
- Promover el manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos por las municipalidades en el ámbito de su competencia, coordinando acciones con las autoridades sectoriales correspondientes.
- Promover la minimización en la generación de residuos y el efectivo manejo y disposición final segregada de los residuos sólidos peligrosos, mediante instalaciones y sistemas adecuados a sus características particulares de peligrosidad.

2.2.2. Política Nacional de Educación Ambiental

La Política Nacional de Educación Ambiental indica que el proceso educativo, con enfoque ambiental, de género e intercultural, se orienta hacia la formación de un nuevo tipo de ciudadano, con nuevos valores y sentido de vida basados en:

- Asumir los impactos y costos ambientales de su actividad (principio de responsabilidad).
- Respetar los estilos de vida de otros grupos sociales y de otras culturas, fomentando aquellos que buscan la armonía con el ambiente (principio de coexistencia).
- Trabajar por el bienestar y seguridad humanos presentes y futuros basados en el respeto de la herencia recibida de las pasadas generaciones (principio de solidaridad intergeneracional).

Además indica que, en el ámbito económico y social, la educación ambiental se asocia y tiene un quehacer significativo en el siguiente ámbito del desarrollo humano: el estímulo a la inversión y la aplicación de conocimientos y tecnologías para usar territorios, recursos y energía para producir bienes y servicios que atiendan el bienestar integral de las personas.

Tiene como objetivo general **desarrollar la educación y la cultura ambiental orientadas a la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable y una sociedad peruana sostenible, competitiva, inclusiva y con identidad.**

Y como uno de sus objetivos específicos **pretende desarrollar una cultura ambiental apropiada en el quehacer público y privado nacional.**

2.2.3. Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA - Perú: 2011 - 2021

El Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA - Perú: 2011 - 2021, tiene como objetivo general **mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo, y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.**

Además tiene como meta prioritaria, para el 2021, que el 100% de residuos sólidos del ámbito municipal sean manejados, reaprovechados y dispuestos adecuadamente.

2.2.4. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos

El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos persigue los siguientes objetivos:

- Promover y alcanzar calidad y cobertura universal de los servicios de manejo de residuos sólidos con base en sistemas de gestión integral y sostenible, a fin de prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud de la población.
- Promover la adopción de modalidades de consumo sostenibles, reducir al mínimo la generación de residuos sólidos y aumentar al máximo su reutilización y su reciclaje ambientalmente aceptable.
- Fortalecer la gestión integral articulando el accionar de las institucionales competentes, la responsabilidad empresarial, la participación ciudadana y el libre acceso a la información.

2.2.5. Plan de desarrollo regional concertado Piura 2007 - 2011

Dentro del eje estratégico 1, "Ordenamiento del territorio: gestión ambiental, acondicionamiento del territorio y gestión del riesgo", se considera importante asegurar el tratamiento adecuado de residuos sólidos, aguas servidas, y efluentes industriales y hospitalarios. Cabe señalar que si bien la Región Piura cuenta con normas relacionadas a la gestión ambiental de manera general, no cuenta con una norma que regule de manera específica el manejo de residuos sólidos a nivel regional.

2.2.6. Plan de desarrollo local concertado de la provincia de Huancabamba 2004 - 2013

El tercer eje estratégico del Plan de Desarrollo Local Concertado de la Provincia Huancabamba 2004 - 2013, "Conservación, uso y manejo de los recursos naturales y medio ambiente", tiene como objetivo estratégico promover un manejo integral y sostenible de los recursos naturales, manejo de cuencas hidrográficas, prevención de desastres, el desarrollo de una ciudad saludable con parques y áreas verdes que promuevan una cultura de manejo ambiental en la población y autoridades.

2.2.7. Plan de desarrollo local concertado del distrito de San Miguel de El Faique al 2021

La presente tesis se enmarca en los lineamientos de política y ejes estratégicos propuestos en el Plan de Desarrollo Local Concertado del distrito de San Miguel de El Faique al 2021. Dicha afirmación se realiza en función a que en su eje estratégico de "Desarrollo económico sostenible", se tiene como uno de los lineamientos de política promocionar la conservación del medio ambiente, a fin de crear mayor conciencia ambientalista

2.3. Política internacional

2.3.1. Programa 21 de las Naciones Unidas

El Programa 21 adoptado en la CNUMAD de Río de Janeiro en 1992, ratificada en Johannesburgo en septiembre del 2002 y posteriormente en Río de Janeiro en Junio del 2012, señala, en lo referente a la gestión ecológicamente racional de los desechos, que se debe ir más allá de la simple eliminación o el aprovechamiento por métodos seguros de los desechos producidos, y procurar resolver la causa fundamental del problema, intentando cambiar las pautas no sostenibles de producción y consumo.

Ello entraña la aplicación del concepto de gestión integrada del ciclo vital, que representa una oportunidad única de conciliar el desarrollo con la protección del medio ambiente. Se propone la implementación de programas asociados con la reducción al mínimo de los desechos, el aumento al máximo de la reutilización y el reciclado, la promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racionales de los desechos, y la ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de ellos.

2.3.2. Protocolo de Kyoto

En su artículo 2 indica que, con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las partes incluidas en su anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3:

- Aplicarán y/o seguirán elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo en la limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos, así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.
- Formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, según su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y para facilitar una adaptación adecuada al cambio climático. Tales programas guardarían relación, entre otras cosas, con los sectores de la energía, el transporte y la industria así como con la agricultura, la silvicultura y la gestión de los desechos.

2.3.3. Objetivos de Desarrollo del Milenio

"En septiembre de 2000, basada en un decenio de grandes conferencias y cumbres de las Naciones Unidas, los dirigentes del mundo se reunieron en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, para aprobar la Declaración del Milenio, comprometiendo a sus países con una nueva alianza mundial para reducir los niveles de extrema pobreza y estableciendo una serie de objetivos sujetos a plazo, conocidos como los Objetivos de Desarrollo del Milenio y cuyo vencimiento del plazo está fijado para el año 2015."

(Organización de las Naciones Unidas)

Uno de los principales objetivos que se propusieron las naciones fue "garantizar la sostenibilidad del medio ambiente". Dicho objetivo tiene como dos primeras metas:

- Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales, e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente.
- Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.

Para medir el cumplimiento de dichas metas, se tomarán como indicadores, entre otros, la proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, en zonas urbanas y rurales, y la cantidad de emisiones de dióxido de carbono per cápita y consumo de CFCs que agotan la capa de ozono.

2.3.4. Declaración de Lima

En la quinta Cumbre América Latina y Caribe - Unión Europea ALC-UE llevada en mayo del 2008 en la ciudad de Lima, los jefes de estado se comprometieron a trabajar juntos para **promover iniciativas en nuestras regiones para prevenir, reducir y/o equilibrar las emisiones de gases de efecto invernadero, inclusive a través de mecanismos financieros de instituciones multilaterales, entre otras.**

2.3.5. Organización Panamericana de la Salud (OPS)

La carta Panamericana de Salud y Ambiente en el Desarrollo Humano Sostenible promovida por la OPS a partir de la Conferencia Panamericana sobre Salud y Ambiente en el Desarrollo Humano Sostenible (COPASAD-95) y su Plan de Acción Regional, constituye el principal precedente de la realización de estos esfuerzos entre salud y ambiente y entre estos y los demás sectores de gobierno.

En ella, se señala como una prioridad común la iniciación de acciones y medidas prontas y efectivas para controlar las condiciones ambientales que tienen efectos adversos en la salud de muchas comunidades, y en particular la provisión de suministros adecuados de agua segura y de sistemas efectivos de saneamiento, domésticos y municipales, para un gran número de habitantes rurales y urbanos actualmente privados de tales necesidades básicas.

Cabe señalar que el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), centro de tecnología ambiental de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS),

promueve estándares e indicadores adecuados para la gestión del servicio de limpieza pública.

2.3.6. Organización Mundial del Comercio (OMC)

La Organización Mundial del Comercio (OMC) promueve el desarrollo sostenible a partir de la aplicación de los principios del libre comercio regulando los movimientos de bienes y servicios a nivel mundial con base en razones sanitarias y ambientales justificadas.

Los riesgos sanitarios que se mencionan en el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC están ligados, entre otros factores, al manejo inadecuado de los residuos sólidos en los países.

Capítulo 3

Características del distrito¹

3.1. Marco económico e institucional de la región

En el distrito de San Miguel de El Faique, la agricultura es una de las actividades económicas más importantes, con gran potencial de desarrollo. La inserción a los mercados nacionales e internacionales exige como reto modernizar los sistemas de cultivos y ahorrar los recursos, especialmente el hídrico. Nace entonces una necesidad de hacer uso sostenible de los recursos naturales disponibles y cuidar el medio ambiente en el que nos encontramos, en una sociedad demográficamente en desarrollo, la cual, si no es responsable con su entorno, agravará el problema de la contaminación ambiental.

Por lo tanto, debemos responder a esta problemática desde una perspectiva integral de desarrollo sostenible. Este enfoque sostiene que el ambiente y los recursos naturales son medios a través de los cuales se pueden alcanzar niveles de vida más altos y mejorar los ingresos promedios de los habitantes, que es lo que permitirá incrementar su bienestar, al satisfacer mejor sus necesidades actuales y de las futuras generaciones.

3.2. Contexto eco-geográfico

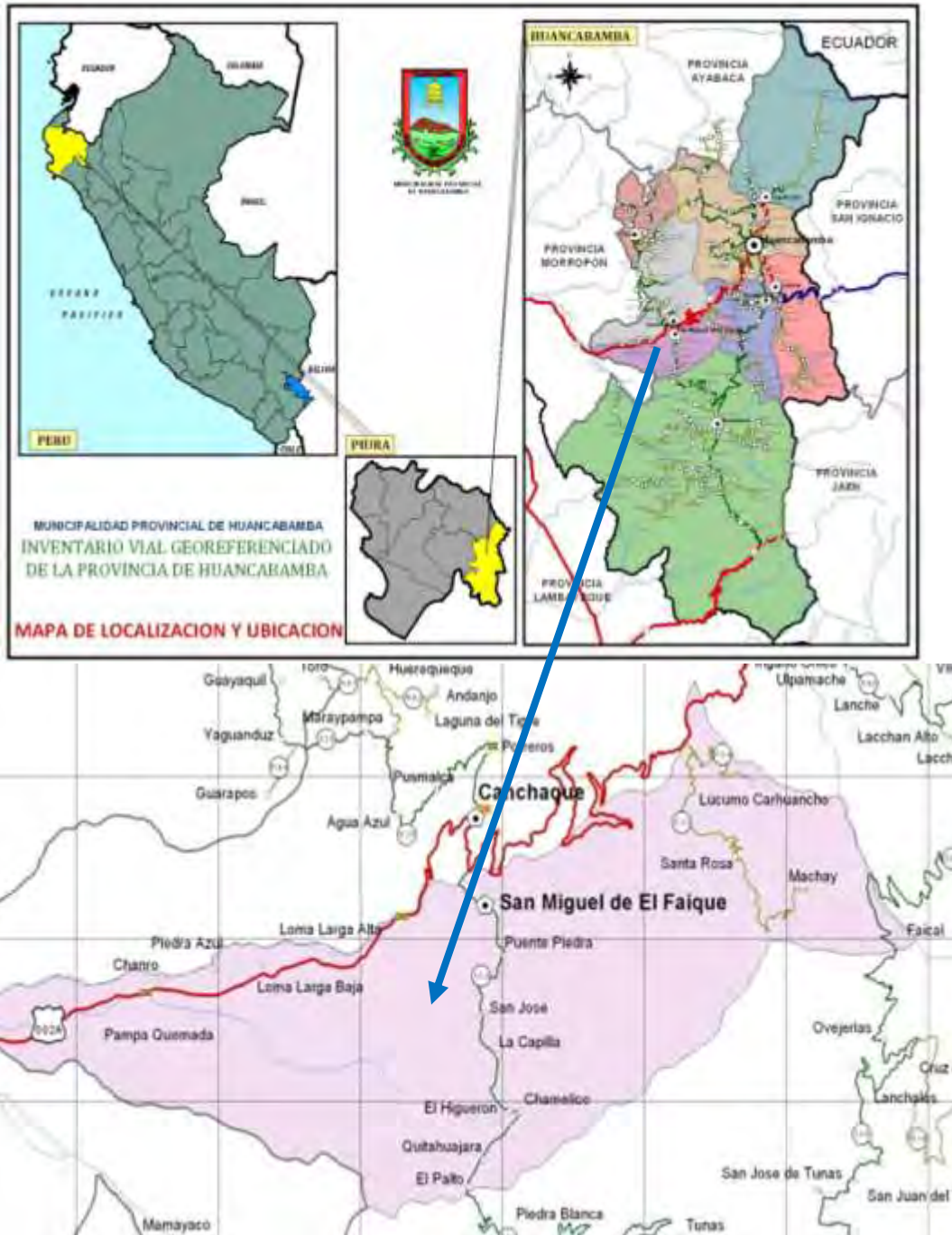
3.2.1. Ubicación

San Miguel de El Faique, es una ciudad capital y representa la zona urbana del distrito del mismo nombre. Pertenece a la provincia de Huancabamba, del Departamento de Piura. Se encuentra ubicado a 1050 m.s.n.m., al sur de la Provincia de Huancabamba, en el extremo noroccidental del territorio peruano, al sur de la línea ecuatorial y al oeste del flanco occidental de la Cordillera de los Andes, entre las coordenadas geográficas de 5° 23' 25" de latitud sur y los 79° 36' 16" de longitud oeste desde el meridiano de Greenwich.

Para más detalle podemos analizar la ubicación haciendo uso de la **figura 21**.

¹El capítulo ha sido redactado en base a la información proporcionada por la Municipalidad Distrital de San Miguel de El Faique

Figura 21
Ubicación geográfica de San Miguel de El Faique



Fuente: *Chávez Vilchez.*

3.2.2. Extensión

Posee 201.60 km² de superficie, que vienen a ser el 4.75% del territorio de la Provincia de Huancabamba, donde vive el 7.32% de la población de la provincia.

3.2.3. Límites

- Al norte: limita con el Distrito de Canchaque (Provincia Huancabamba)
- Al sur: limita con el Distrito de Huarmaca (Provincia de Huancabamba)
- Al este: limita con el Distrito de Sondorillo (Provincia de Huancabamba)
- Al oeste: limita con el Distrito de Salitral (Provincia de Morropón)

3.2.4. Zonificación

El distrito de San Miguel de El Faique está conformado por 37 caseríos y 7 anexos (Lagunas de Gaspar, La Tuna, Huacas Bajo, La Afiladera, Los Álamos, Huando Bajo y Charanal); ubicados en diferentes pisos ecológicos.

Producto de esta zonificación se conformaron cinco zonas, ubicándose en cada una de ellas un centro poblado “cabecera o caserío piloto” con sus caseríos correspondientes, como se muestra en la **tabla6**.

Tabla 6: Zonas y centros poblados del distrito de San Miguel de El Faique

Zonificación	Caseríos
Zona I Loma Larga Baja	Las Huacas Chanro Piedra Azul Loma Larga Alta Loma Larga Baja Pampa Quemada
Zona II San Miguel de El Faique	Villaflor San Miguel de El Faique Huando Sánchez Cerro San Cristóbal Puente Piedra Guayabo Santa Ana El Tambo Los Corrales San José
Zona III Higuerón	Quitahuajara El Higuerón Pizarrume Chamelico La Capilla Ñangay Lúcumo Huasimal

Zonificación	Caseríos
Zona IV Calangla	Calangla Santa Cruz Naranjo Sauce – Pueblo Nuevo La Lima Gaspar
Zona V Machay	Machay Pusuquí Lúcumo - Carhuancho Tallapampa Faical Cruz de Piedra Santa Rosa de la Antena

Fuente: *Chávez Vilchez.*

3.2.5. Clima

San Miguel de El Faique presenta varios pisos ecológicos, que están en función a la altitud, siendo cálidos, templados y fríos. Según la clasificación climática de Schroeder-Valdivia, que están basados en la clasificación de Koppen, afirman que el clima del distrito es de sabana tropical, cálido en su región costera, templado en su región central, frígido saludable en su región andina, apreciándose dos épocas bien marcadas: verano con lluvias de enero a abril, seco con sol de junio a diciembre. En la época de sol es cálido en el día, por las noches se siente ligero frío, siendo más intenso a partir de los 3000 m.s.n.m.

1. Los vientos

Se presentan en los meses de junio a agosto, acentuándose en unos años más que en otros. Muchas veces se presentan del tipo huracanados, destruyendo techos de las casas, también causando perjuicios a la agricultura, pues arrasa los cultivos del plátano, café, naranjas, maíz y otros cultivos de pan llevar.

2. Las lluvias.

Empiezan desde diciembre y duran hasta mediados de abril. Las precipitaciones se presentan en dos sectores bien marcados: desde Huarmaca a Huancabamba, llamadas lluvias de sierra; y desde las Huacas a Huancabamba, lluvias de costa. Son más importantes para el sector las lluvias de sierra porque humedecen mejor las tierras agrícolas y dejan abundante agua en las quebradas, las que sirven para los riegos principalmente de la parte baja o costa.

3.2.6. Topografía y textura del suelo

Presenta una formación ecológica de bosque seco tropical: sus suelos son muy heterogéneos, con elevaciones que llegan a los 3000 m.s.n.m; pequeños cañones, cuencas y valles, producto de erosiones pluviales y eólicas producidas desde hace miles de años.

Son suelos superficiales que reposan sobre rocas, muchas veces expuestas por lo tanto presentan suelos abruptos con pendientes mayores del 70%.

En la parte basal aparecen unas laderas peñascosas sin cubierta de suelo, distinguiéndose dentro de la escasa cubierta vegetal especies xerofíticas y cactáceas. A medida que ascendemos, esta vegetación se va haciendo más estable incluyendo pastos, plantas herbáceas, semi-leñosas y leñosas. Los suelos son empinados, inestables y erosionables. Existe en la zona una vegetación boscosa que es favorecida por las mayores precipitaciones. En general, los suelos son desfavorables por la topografía que no permite el desarrollo de una agricultura diversificada, limitándola a los estrechos fondos de los valles y las laderas, por lo que se hace necesario prácticas de conservación de suelos para evitar y su erosión y pérdida.

3.2.7. Recurso hídrico

El agua es uno de los principales recursos renovables, proveniente de precipitaciones pluviales y una vasta red de quebradas, ríos, riachuelos y otros. El agua existente se utiliza en la agricultura y para el consumo humano. Su uso se limita por la construcción artesanal de presas reguladoras que aprovechan la afluencia del líquido elemento de las partes altas, perjudicándose a los moradores de la parte baja. Esta acción y la época de ausencia de lluvias (mayo-diciembre) afectan la regularidad en el sembrío de las tierras agrícolas.

Las principales quebradas y cuencas son: Quebrada de San Antonio, que forma una pequeña cuenca del mismo nombre; Quebrada de Santa Ana; Quebrada de la Capilla y el Higuerón, que forma la cuenca de Huasimal; Quebrada de Guayaquil, originando la pequeña cuenca de Palto – Guayaquil.

3.2.8. Bosque

La diversidad de árboles constituye un importante recurso renovable del distrito; sin embargo, la tala indiscriminada de árboles con el fin de destinarlos a la combustión y construcción de viviendas se convierte en un peligro para el stock de madera. El algarrobo es el que sufre las consecuencias del manejo irracional de los recursos forestales; igual depredación se constata con otras especies madereras como el guayacán, faique, etc.

En el piso ecológico medio se tiene abundante madera, que se aprovecha en la construcción de viviendas; el álamo, aliso, arrayán, charán, guayacán, cedro, eucalipto, son especies madereras que cumpliendo tal necesidad vienen afectando su conservación.

De igual manera subsisten árboles frutales como: guayabo, guabo, granadilla, maracuyá, caña de azúcar, lúcuma, guanábana, mango, mamey, cono, limón dulce, plátano (guineo), naranjo, lima, chirimoyo y plantaciones de café a regular escala.

En el piso ecológico alto o puna se posee vegetación con árboles y arbustos más escasos; sin embargo se posee especies silvestres como el chaupe, eucalipto, chuspo, cedro, aliso,

palo aliso, chonta y otros, aparte de la producción de trigo, papa, olluco, maíz, etc. que es la producción para el consumo doméstico.

Entre las especies animales podemos encontrar, según los pisos ecológicos diferenciados, las siguientes:

- En el piso alto o puna encontramos ganado lanar en mayor cantidad que el ganado vacuno. Se crían aves de corral, y entre los animales silvestres que se cazan, están el venado y la vizcacha, aves de campo, zorros, sajinos, conejos, guanganos.
- En el piso medio predomina ganado porcino, vacuno, aves de corral, y entre los animales silvestres que se cazan están el venado y el sajino.
- En el piso ecológico bajo o costero se tiene ganado vacuno, colibrís, perdices, negros, chirocas, palomas, gallaretas, patos de monte; y entre los silvestres, venados, ardillas, tigrillos; y entre las aves de corral destaca la crianza de pavos.

3.3. Población

3.3.1. Número de habitantes

De acuerdo con las estadísticas del Censo de Población y Vivienda INEI-2007, el distrito de San Miguel de El Faique es el quinto distrito más poblado de la Provincia de Huancabamba (concentra el 7.32% del total de la población provincial). Y según la tasa de crecimiento poblacional (0.04% anual), para el 2013 se estima una población de 9855 habitantes, siendo los centros más poblados los siguientes: El Huando, Puente de Piedra, San Cristóbal, La Capilla, Loma Larga Baja, Calangla y El Higuierón.

3.3.2. Población económicamente activa (PEA)

La población económicamente activa (PEA) de 14 y más años de edad del distrito de San Miguel de El Faique asciende a 2631 personas, representando el 44.7% de la población en edad de trabajar (PET) de 14 y más años de edad. Del total de la PEA registrada en el censo del 2007, el 77.3% (2034) son hombres y el 22.7% (597) mujeres. Podemos tener un mejor detalle al analizar la **tabla7**.

Tabla 7: Población económicamente activa por actividad económica

Variable / Indicador (Participación en la actividad económica, 14 a más años)	Provincia Huancabamba		San Miguel de El Faique	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
Población económicamente activa (PEA)	33235		2631	
Tasa de actividad de la PEA	-	42.3	-	44.7
PEA ocupada según actividad económica	30841	100.0	2461	100.0
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	22028	71.4	1863	75.7

Variable / Indicador (Participación en la actividad económica, 14 a más años)	Provincia Huancabamba		San Miguel de El Faique	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
Pesca	8	0.0	3	0.1
Explotación de minas y canteras	15	0.0	2	0.1
Industrias manufactureras	1171	3.8	72	2.9
Suministro de electricidad, gas y agua	37	0.1	-	
Construcción	813	2.6	39	1.6
Comercio	1302	4.2	98	4
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos automóbiles y motocicletas	101	0.3	6	0.2
Hoteles y restaurantes	325	1.1	23	0.9
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	611	2.0	47	1.9
Intermediación financiera	15	0.0	2	0.1
Actividad inmobiliaria, empresas y alquileres	257	0.8	16	0.7
Administración pública y defensa, participación en seguro social y afiliación	504	1.6	19	0.8
Enseñanza	1811	5.9	95	3.9
Servicios sociales y de salud	267	0.9	33	1.3
Otras actividades, servicios comunes, sociales y personales	234	0.8	22	0.9
Hogares privados con servicio doméstico	511	1.7	50	2.0
Actividad económica no especificada	831	2.7	71	2.9

Fuente: *Chávez Vilchez.*

3.3.3. Distribución espacial

La población del distrito de San Miguel de El Faique, según el Censo de Población y Vivienda 2007 es netamente rural, tal como se detalla en la **tabla 8**.

Tabla 8: Población urbana y rural al 2011

Provincia/ Distrito	Población					
	Total	%	Urbana	%	Rural	%
Huancabamba	126 349	100	15 617	12.36	110 732	87.64
San Miguel de El Faique	9111	100	985	10.81	8126	89.19

Fuente: INEI - Censo 2007.

En los caseríos de la Zona I reside alrededor del 12.5% de la población o 1232 habitantes; en los de la Zona II, 37.5% o 3696 habitantes; en los de la Zona III, 25% o 2463 habitantes; en los de la Zona IV 12.5% o 1232; y en los de la Zona V, también un 12% o 1232 habitantes. Además, el desarrollo de cada zona presenta una distribución proporcional a la distribución de su población en el distrito.

3.3.4. Características de la vivienda

Según el Censo del INEI, 2007, en el distrito de San Miguel de El Faique existen 2401 viviendas; de las cuales 2372 viviendas son casas independientes, que representan el 98.8%, y 21 viviendas son de tipo choza o cabaña, lo que representa el 0.9%.

Así mismo se tiene que en el distrito de San Miguel de El Faique, el 89.4% (2141) de las viviendas están ocupadas, con personas presentes, y 143 viviendas están en uso ocasional (6%).

Según el Censo del INEI, 2007, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes, que suman 2141 viviendas, se destaca que 1961 tienen como material predominante en las paredes exteriores adobe o tapia, lo que representa el 91.6%; y 131 viviendas tienen como material predominante quincha, lo que representa el 6.1%.

En lo que respecta al material predominante en los pisos de las viviendas, de acuerdo a las estadísticas del censo del INEI 2007, se tiene que en el 86.5% de las viviendas el material predominante en sus pisos es tierra, lo que significa en términos absolutos 1853 viviendas, y el 13.6% de las viviendas tiene como material predominante cemento, lo que significa 284 viviendas.

3.3.5. Pobreza

La población del distrito de San Miguel del Faique se ve afectada por la presencia de un considerable número de pobladores víctimas del analfabetismo, los que representan el 26.39%, situación muy parecida a la cantidad de pobladores que no leen ni escriben en la Provincia de Huancabamba, los cuales alcanzan la cifra del 28.35%, aunque las cifras demuestran que la tasa de analfabetismo está por debajo de los promedios de la provincia, igual representa una amenaza para el desarrollo del distrito.

Cabe mencionar que el ingreso per cápita de los pobladores de San Miguel de El Faique es de S/. 215.70 nuevos soles mensuales, muy por debajo del sueldo mínimo, y el índice de desarrollo humano del distrito es de 0.5231.

Según encuesta realizada por ENAHO 2001 sobre condiciones de vida y pobreza, el 54% de la población peruana vive en condiciones de pobreza (es decir, ellos viven en hogares cuyo gasto es debajo del costo de una canasta básica de consumo) y 24.4% en extrema pobreza (es decir, ellos residen en hogares cuyo gasto total está por debajo del valor de una canasta básica de alimentos). Según cifras del INEI 2007, el distrito de San Miguel del Faique en su conjunto está catalogado como muy pobre, ya que el 72.5% de la población se encuentra en pobreza y el 34.9% se encuentra en extrema pobreza.

3.3.6. Actividad comercial

La actividad comercial en el distrito de San Miguel del Faique, se ampara principalmente en las dos actividades fuertes en la Provincia a la que pertenece: la agricultura y la ganadería.

La agricultura en la zona es una actividad de subsistencia, principalmente en las zonas denominadas de costa, en las que la producción se centra específicamente en el cultivo del arroz, maíz, camote, etc., situación diferente a la zona capital del distrito, donde la agricultura ha apostado principalmente por el cultivo del café, situación que está conllevando a una mejora en la actividad agraria reflejada en un emergente nivel de vida. En la parte sierra del distrito se refleja una situación muy similar a la de la parte costa, ya que los productos cultivados para la agricultura en esta zona no permiten una mejora en el nivel de vida del agricultor.

La otra gran actividad por la que apuesta el poblador de este distrito es la ganadería, la cual se centra específicamente en la crianza de ganado vacuno, de la cual se aprovecha su leche para la mantención alimenticia diaria de la familia, así como también para la producción del queso. Sumado a esto mencionaremos que otro de los aprovechamientos que tiene este ganado es por su carne para la venta por menudeo o por cabezas de ganado (res), las cuales se venden a los camales de Chiclayo. Cabe resaltar que en menor proporción se dedican a la crianza de ganado ovino, caprino, porcino, etc.

3.3.7. Actividad industrial

Debido a que en el distrito la actividad industrial es muy incipiente, debido a que solo se limita a la producción de panela, el gobierno local, en conjunto con varias ONGs como

PROGRESO, promotoras del desarrollo agrario, manifiestan su interés por medio de campañas de capacitación y charlas a los agricultores para llevar a cabo la industrialización de sus cultivos frutícolas, la que tendrá como característica ser una agroindustria amigable con el medio ambiente.

También se ha considerado la implementación de una planta, por parte de las mismas entidades, para la industrialización de la leche, para darle valor agregado a su producción.

3.3.8. Situación ambiental y de riesgos

La diversidad de árboles constituye un importante recurso renovable del distrito; sin embargo, la tala indiscriminada de árboles con el fin de destinarlos a la combustión y construcción de viviendas se convierte en un peligro para el stock de madera. El algarrobo es el que sufre las consecuencias del manejo irracional de los recursos forestales; igual depredación se constata con otras especies madereras como el guayacán, faique, etc.

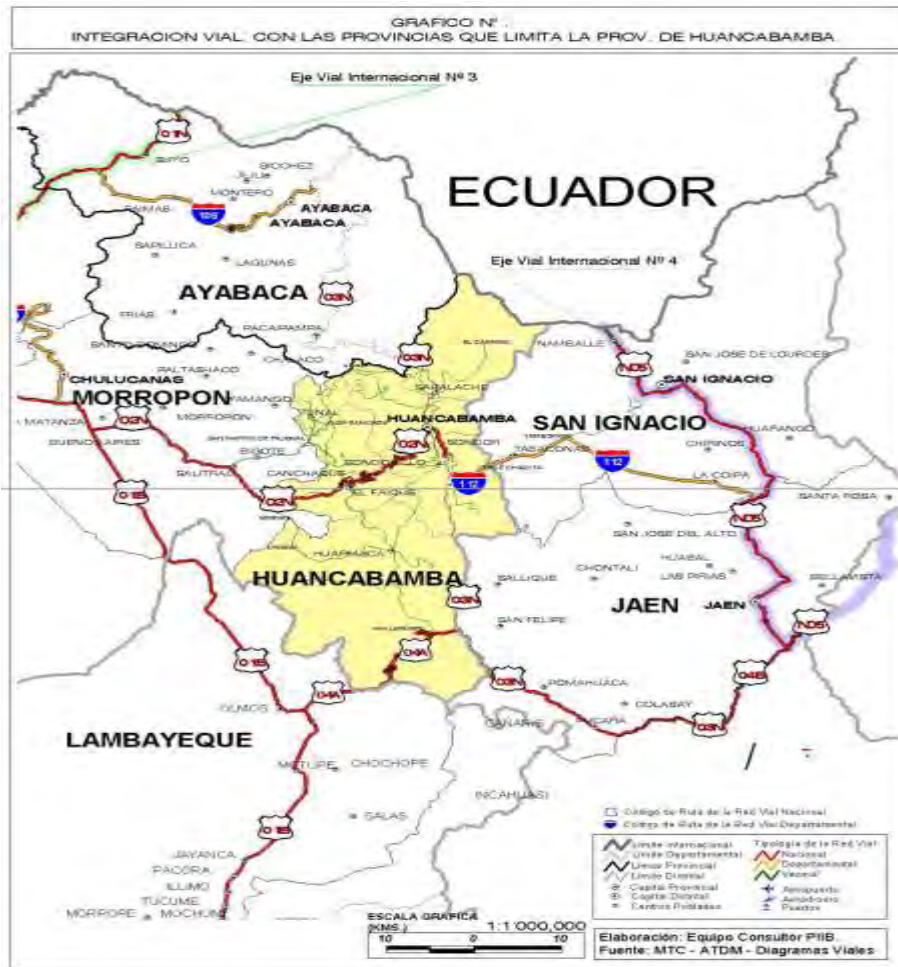
Dada las condiciones de riego por gravedad y la particularidad geográfica del suelo, el distrito presenta los mayores riesgos de erosión, agravados año tras año por las torrenciales lluvias y por la escasa voluntad del agricultor para evitar la erosión del terreno, surgiendo la necesidad de implementar nuevos sistemas de riego y formas de protección del suelo mediante barreras vivas que retengan y enriquezcan al suelo y provean de sombra, con especies como el Shirimbache, Pashul, Pahuilque, Palo Negro, Cenizo, Palo Colorado, Chuspo, Palo de Oso, Chamelico y otros árboles conocidos en la zona.

3.3.9. Servicios

a. Transportes

El sistema de transporte y la red vial en la cuenca está conformada básicamente por trochas carrozables y servicios de transporte de regular calidad debido a su geografía, la cual es variada y se caracteriza por lo accidentado de su suelo. Las trochas se encuentran en deficiente estado de conservación, sin mantenimiento continuo, agudizándose el problema en la época lluviosa, donde se restringe el tránsito, causando aislamiento de los centros poblados con la capital de su distrito y/o provincia. El distrito mantiene unidas a sus ciudades principales mediante su carretera principal, cumpliendo un rol importante para la comunicación e intercambio comercial a nivel interdistrital. Existen unidades de transporte público de pasajeros que dan servicio a los pobladores que viajan en forma diaria a Piura y anexos del distrito, entre ellos podemos encontrar agencias de buses como: Virgen del Carmen, Virgen de las Mercedes, Civa, etc.

Figura 22
Mapa vial que une el distrito con la provincia



Fuente: *Chávez Vilchez.*

b. Comunicación

San Miguel de El Faique cuenta con teléfono público, locutorio, así como servicio de telefonía móvil (celulares). Respecto a la radio y televisión, se tiene la frecuencia de emisoras radiales locales y nacionales, y de televisión nacional, ya que mediante sistema de cable se aprecian los canales: América, Frecuencia Latina, ATV, Global y TNP.

c. Servicio de energía eléctrica

En lo que respecta al servicio de alumbrado eléctrico, este servicio es el que mayor amplitud de cobertura tiene, ya que su radio de acción alcanza en cifras de porcentajes al 44.47% de las viviendas del distrito.

En las localidades de San Miguel de El Faique y caseríos que se beneficiarían con el presente proyecto, se tiene una cobertura de este servicio mayor al 90%, ya que corresponden a la zona urbana del distrito.

d. Servicio de agua potable y alcantarillado

En el distrito de San Miguel de El Faique el servicio de agua a través de la red pública, dentro de las viviendas del distrito, tan solo representan el 8.55%, situación preocupante que da muestras de que ni siquiera en la zona urbana se está cubriendo con este servicio a la totalidad de sus viviendas que en porcentaje son 10.87%, siendo preciso remarcar que este servicio no se da las 24 horas del día; solo se brinda por dos horas diarias.

Un gran porcentaje de la población del distrito que alcanzan el 73.47% de los hogares para satisfacer este servicio básico hacen uso del agua proveniente de río, acequia, manantial, etc., situación que hace suponer que aquellos que hacen uso de este tipo de agua están propensos a ser víctimas de enfermedades referidas especialmente a infecciones estomacales.

En cuanto al servicio de desagüe, este proveniente de la red pública dentro de las viviendas, tan solo alcanza al 5.70% de las viviendas del distrito, esto referido principalmente a la zona urbana. Un considerable número de viviendas, especialmente de la zona rural, tienen como servicio higiénico el pozo ciego o negro/letrina los que representan el 62.63%. Y otro considerable número de pobladores del distrito no cuenta con servicio higiénico alguno en sus viviendas, las que en porcentaje referido a las viviendas alcanzan el 29.25%, situación que debe de modificarse para beneplácito de la población.

e. Servicio de Salud

El distrito de San Miguel de El Faique cuenta con 5 establecimientos de salud, como se detalla en la **tabla9**. El servicio de salud brindado es limitado y deficiente, sobre todo en las zonas rurales, ya que en casi todos los establecimientos hay escasez o carencia de medicamentos; así mismo durante el periodo lluvioso (enero-mayo) existe aislamiento de la capital del distrito con sus caseríos por crecida de los ríos y quebradas, ya que ocasionan derrumbes que afectan las vías de acceso, lo cual origina demoras en el traslado de los pacientes a los establecimientos. También afecta la limitada implementación y equipamiento de los servicios; pero sobretodo la infraestructura inadecuada, la cual observamos con la falta de un cerco perimétrico y de un sistema de drenaje pluvial eficiente. Esta situación se ve agravada ya que sólo el 36.9% de pobladores cuenta con seguro médico.

Tabla 9: Número de establecimientos de salud

Provincia y distritos	Tipos de establecimiento			Total
	Hospital rural	Centros de salud	Puestos de salud	
Total provincia	1	9	45	55
San Miguel de El Faique	-	1	4	5

Fuente: *Dirección Regional de Salud – 2009.*

Las causas de morbilidad más importantes registradas en San Miguel de El Faique son: infecciones respiratorias agudas (IRAS), enfermedades diarreicas agudas (EDAS), enfermedades del aparato digestivo, helmintiasis (parásitos) y la desnutrición, que afecta al 47% de la población de los niños de entre 6 y 9 años del distrito, como lo muestra la tabla 10. Estas enfermedades están condicionadas a las bajas temperaturas, así como por los débiles sistemas inmunológicos que presentan los niños y adultos mayores, producto de una deficiente alimentación, cuya dieta por lo general está basada en alimentos que se producen en la zona, tales como: papa, trigo, arvejas, carne, entre otros. Las enfermedades infecciosas y parasitarias intestinales están relacionadas principalmente con el deficiente abastecimiento de agua potable y los inadecuados servicios de saneamiento en la localidad.

Tabla 10: Desnutrición en la provincia de Huancabamba y sus distritos

Provincia/ Distrito	Tasa desnutrición Niños 6-9 años	Índice de desarrollo humano
Huancabamba	52%	0.5132
San Miguel De El Faique	47%	0.5231

Fuente: *Chávez Vilchez.*

Otra variable relacionada con estas enfermedades es el inadecuado sistema de alcantarillado, especialmente en los caseríos, así como la deficiente disposición de residuos sólidos en botadero a cielo abierto, la contaminación ambiental y la escasa cultura sanitaria que se asocian directamente a la presencia de estas enfermedades.

Por último, las enfermedades de la cavidad bucal aparecen como la novena causa de morbilidad, especialmente la alta prevalencia de caries dental y de los tejidos blandos.

f. Educación

Pese a importantes progresos de infraestructura educativa, fundamentalmente a nivel inicial, primario y secundario, el distrito de San Miguel de El Faique se enfrenta un importante déficit de aulas en los tres niveles, en donde se requiere de un agresivo programa de rehabilitación de locales escolares. Por otra parte, la mayoría de los centros educativos no disponen de áreas recreativas.

Según estadísticas del Censo del INEI 2007 sobre analfabetismo, el 73.6% de la población del distrito sabe leer y escribir mientras que 26.4% no sabe leer ni escribir, existiendo mayor incidencia en el sexo femenino.

Según estadísticas del Ministerio de Educación, en el distrito de San Miguel de El Faique existe una población estudiantil matriculada para el año 2009 de 3467 alumnos: 391 corresponden al nivel inicial, 1750 al nivel primario, 1269 al nivel secundario y 57 a educación técnica.

Capítulo 4

Diagnóstico del servicio de limpieza pública

4.1. Aspectos generales

4.1.1. Personal municipal

La municipalidad distrital de San Miguel de El Faique, dentro de su esquema organizativo, no cuenta con un área encargada de la gestión medioambiental, lo que trae como consecuencia que el servicio de limpieza pública sea una tarea distribuida entre las siguientes áreas internas: Área de Recursos Humanos, Área de Defensa Civil y Área Técnica.

Además se cuenta con el apoyo del encargado del Área de Presupuesto para las labores contables, y del almacenero de la municipalidad, quién se encarga de recepcionar y entregar los implementos de limpieza como carretillas, escobas, guantes, mascarillas, entre otros.

En la **tabla11** se muestra la distribución del personal.

Tabla 11: Personal del servicio de limpieza pública

Administrativos	Barrido	Recolección	Disposición	Total
3	6	3	1	13

Fuente: *Elaboración propia.*

Cabe señalar que, pese a las nuevas leyes y directrices nacionales que promueven la inversión pública, privada y de cooperación internacional en la gestión de residuos sólidos, la capacidad de la municipalidad es casi nula para elaborar proyectos que cumplan con los requerimientos básicos exigidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública SNIP y demás.

4.1.2. Decisiones y procedimientos

A pesar de ser una de las obligaciones señaladas en la Ley General de de Residuos Sólidos, y luego de 12 años de vencido el plazo, la municipalidad distrital de San Miguel de El Faique se suma al más de 70% de municipalidades que no cuentan con un "Plan de Manejo de Residuos Sólidos"; con ello se hacen inexistentes cualquier planificación, procedimientos, manuales o guías técnicas que orienten el servicio de limpieza pública.

De esta forma, todas las decisiones son tomadas directamente por el alcalde o por sugerencia de los jefes de las áreas involucradas. Así se tiene el siguiente esquema de contrato para cada labor:

- a) **Para el barrido:** El personal de barrido, compuesto sólo por mujeres, es contratado por periodos de 15 días a través de una lista de registro a cargo del Área de Recursos Humanos de la municipalidad; con esto intenta brindar oportunidades laborales a las pobladoras con dificultades económicas. La jornada de trabajo se realiza de lunes a sábado en horas de la madrugada (de 1 a 5 am).
- b) **Para la recolección:** El personal de recolección está compuesto por un chofer del camión baranda y dos ayudantes para la recolección; estos últimos son renovados cada 3 meses de la misma forma que el contrato de barrenderos. La jornada de recolección se realiza con una frecuencia de tres veces por semana (martes, jueves y sábado) de 8 am al mediodía. El Área de Defensa Civil está encargada de este proceso, pues se encarga de coordinar las campañas de limpieza.
- c) **Para la disposición:** El personal encargado del lugar de disposición de los residuos sólidos está compuesto por un único colaborador, el cual coordina con el Área Técnica de la Municipalidad. Su jornada de trabajo es de lunes a sábado.

Actualmente, el servicio de limpieza pública solo es brindado en la zona II, San Miguel de El Faique, en el caserío de El Faique. Es decir, el servicio solo atiende a 1 de los 37 caseríos.

4.1.3. Supervisión y monitoreo

Como se ha de esperar, la supervisión del servicio de limpieza pública es mínima, y el personal encargado no recibe capacitación alguna respecto a la gestión y manejo de residuos sólidos.

Los programas de sensibilización de la población respecto al cuidado del medio ambiente se limitan a algunos eslóganes pintados en zonas de buena afluencia. No existe ningún programa enfocado a mejorar el pago de arbitrios por parte de la población para el servicio de limpieza pública.

Debido a este panorama, las acciones tomadas para este rubro son en su mayoría de carácter correctivo, como lo son las campañas de limpieza para recuperar áreas que presentan aglomeración inapropiada de residuos sólidos.

Figura 23
Cartel de sensibilización de la población 1



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 24
Cartel de sensibilización de la población 2



Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.4. Presupuesto y contabilidad

La municipalidad no lleva ninguna estructura de costos o arbitrios; por tanto no se conocen los costos reales que implica el servicio de limpieza pública. Debido a ello, como indica el Sr. Henry Domínguez Bravo, encargado del Área de Presupuestos, siempre se tienen que realizar transferencias de montos entre las diversas partidas.

La realidad de este municipio no es diferente a lo que indica Ruíz¹; su actual situación financiera es dramática, pues prácticamente no cuenta con ingresos generados por

¹ Ruíz Ríos, A. (2012). *Desde la basura, cambiando mente s y corazones*. Lima: Ciudad Saludable

recaudación propia, y apenas supervive gracias a las transferencias del Gobierno Central comolas del Fondo de Compensación Común - FONCOMUN.

El presupuesto anual destinado es de S/. 82 000. En la **tabla12** se muestran los conceptos que comprende el presupuesto.

Tabla 12: Distribución del presupuesto de limpieza pública

Concepto	Cantidad	Forma de pago	Monto (S/.)
Barredor	6	Por jornada	12.50
Chofer	1	Mensual	1200.00
Ayudante de recolección	2	Por jornada	25.00
Encargado del botadero	1	Quincenal	375.00
Compra de implementos	-	Anual	17 000.00
Movilidad del personal y combustible del camión	-	Anual	11 000.00

Fuente: *Elaboración propia.*

4.2. Aspectos técnico - operativos

4.2.1. Generación de residuos sólidos

A continuación se desarrollarán los cálculos necesarios para determinar los parámetros de generación de residuos sólidos municipales en el distrito de San Miguel de El Faique, basados en los datos del estudio de caracterización realizado por Chávez:

1. Cálculo de la generación de los residuos domiciliarios

- Generación de residuos domiciliarios: $GPC^2 \times \text{Número de habitantes}$
- $GPC: 0.939 \text{ kg/hab} \times \text{día}^3$
- Número de habitantes: 9 855 al 2013
- Generación de residuos domiciliarios: $0.939 \times 9\ 855$
- Generación de residuos domiciliarios: 9 254 kg/día

2. Cálculo de la generación de otros residuos municipales

- Generación de otros residuos municipales = Generación de residuos por barrido de vías y población flotante + Generación de residuos de instituciones y locales comerciales.
- Generación de residuos por barrido de vías y población flotante: $116 \text{ kg/día}^4 + 31.3 \text{ kg/día}^5$

²Índice de generación per cápita

³(Chávez Vílchez, 2013)

⁴(Chávez Vílchez, 2013)

- Generación de residuos de instituciones y locales comerciales: 48.78 kg/día⁶
- Generación de otros residuos municipales: $116 + 31.3 + 48.78 = 196$ kg/día.

3. Cálculo de la generación de residuos de la empresa Camargo Correa

- Generación de residuos: 355.83 kg/día⁷

4. Cálculo de la densidad y la humedad de los residuos

- Densidad calculada para los residuos sin compactar⁸: 500 kg/m³
- Humedad de los residuos sin compactar: 8.5%⁹

5. Cálculo de la composición de los residuos sólidos

En la **tabla13** se detalla la composición de los residuos sólidos domiciliarios de San Miguel de El Faique.

⁵ Ídem

⁶ Ídem

⁷ (Chávez Vilchez, 2013)

⁸ Ídem

⁹ Ídem

Tabla13: Composición de residuos domiciliarios

Residuo/Grupo	Composición de residuos entregados por familias (%)	Composición de residuos reaprovechables (%)
Orgánicos	77.26	88.99
Sanitarios	0.8	
Celulosa	3.62	75.00
Plásticos	3.72	75.00
Vidrio	6.64	75.00
Metales	3.66	75.00
Textiles	0.36	
Maderas	1.16	
Teknopor	1.18	
Rechazo	2.60	
Total	100.00	

Fuente: *Chávez Vilchez.*

En la **tabla14** se detalla la composición de otros residuos sólidos municipales de San Miguel de El Faique.

Tabla14: Composición de otros residuos sólidos municipales

Residuo / Grupo	Composición de residuos entregados por familias (%)	Composición de residuos reaprovechables (%)
Orgánicos	71.03	82.64
Sanitarios	1.36	
Celulosa	7.56	75.00
Plásticos	4.88	75.00
Vidrio	4.23	75.00
Metales	3.95	75.00
Textiles	0.69	
Maderas	0.37	
Teknopor	0.42	
Rechazo	5.52	
Total	100.00	

Fuente: *Chávez Vilchez.*

En la **tabla15** se detalla la composición de los residuos sólidos de Camargo Correa.

Tabla15: Composición de residuos sólidos de Camargo Correa

Residuo / Grupo	Composición de residuos entregados por Camargo Correa (%)
Orgánicos	87.930
Papel y Cartón	2.778
Plásticos	2.044
Vidrio	0.588
Chatarra	0.925
Maderas	3.293
Rechazo	2.433
Total	100.000

Fuente:Chávez Vilchez.

4.2.2. Barrido de calles

El proceso de barrido sólo se brinda en el caserío de El Faique, que en su gran mayoría cuenta con calles pavimentadas facilitando su limpieza. Debido a ello, se tiene una reducida cobertura en este proceso.

Las encargadas de la limpieza pública trabajan en grupos de a dos, y a cada una se les brinda quincenalmente los siguientes implementos: 1 escoba, 1 recogedor, 12 mascarillas, 1 par de guantes y 1 carretilla; teniendo esta última que ser devuelta al final del contrato. En el almacén se mantienen 9 carretillas destinadas para el barrido de las que sólo se usan 6, pues 3 quedan de repuesto para épocas de mantenimiento.

Sin embargo, las encargadas de limpieza no cuentan con equipo de protección personal que les de la seguridad de que no van a ser víctimas de infección al entrar en contacto directo con la basura. Los implementos faltantes son: gorros, pantalones, camisacos y chalecos.

4.2.3. Almacenamiento de los residuos sólidos

En los hogares de San Miguel del Faique las familias realizan el almacenamiento de los residuos improvisando todo tipo de depósitos, que van desde el uso de cajas de cartón, bolsas de polietileno, sacos o baldes, los cuales no son lo suficientemente resistentes para contener la basura durante su recojo, haciéndolos inapropiados para su manipulación por parte del personal de recolección que quedan expuestos a ocasionarse daños.

En la ciudad de San Miguel del Faique se cuenta con ocho contenedores de basura que están ubicados estratégicamente: seis en la plaza de armas y dos en la zona de Pampa Alegre.

Además, la municipalidad utiliza un punto de acopio ubicado al costado de una institución educativa, implementado para almacenar los residuos provenientes del proceso de barrido y de la limpieza de los contenedores de basura. Esta basura es "vaciada" del punto de acopio cada vez que pasa el camión recolector.

Figura 25
Punto de acopio



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 26
Vista interior del punto de acopio



Fuente: *Elaboración propia.*

Los residuos que se originan en el puesto de salud son almacenados en bolsas plásticas, las cuales no están rotuladas con indicaciones sobre su peligrosidad.

Debido a la limitada capacidad de almacenamiento en los espacios públicos, los días en que no se recoge la basura algunos pobladores se ven en la obligación de desechar los residuos o desmonte en puntos de la ciudad, originando focos infecciosos de contaminación. Esos puntos son también originados por aquellas familias que no reciben el servicio de limpieza pública. Se identificaron los siguientes puntos críticos de contaminación:

- Talud ubicado al lado del colegio.
- Talud ubicado al lado del estadio.
- Quebrada ubicada debajo del puente de ingreso a la ciudad.

Figura 27
Talud ubicado al lado del colegio



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 28
Quebrada ubicada debajo del puente de ingreso a la ciudad



Fuente: *Elaboración propia.*

4.2.4. Recolección y transporte de los residuos sólidos

La municipalidad cuenta con un camión baranda de su propiedad con una capacidad aproximada de 4 toneladas, adquirido en el mes de noviembre de 2012. El camión circula por la ciudad de El Faique mientras que los ayudantes van recolectando los residuos de los domicilios y establecimientos junto a los residuos almacenados en el punto de acopio. Si bien el servicio de limpieza pública solo se brinda en la ciudad de El Faique, el camión recolecta también los residuos de los domicilios de otros caseríos que están ubicados a los lados de la ruta que lleva al lugar de disposición final.

El chofer no recibe ningún tipo de implemento ni indumentaria para realizar su labor; mientras que a cada ayudante se le entrega una mascarilla en forma diaria y un par de guantes que deben durarles todo el periodo de su contrato, faltándoles equipos de protección personal como pantalones y un camisaco que los proteja del contacto directo con la basura y lentes para protegerse ante cualquier eventualidad de accidente.

Es imposible determinar la cantidad de residuos recolectados pues no se realiza ningún control sobre el peso o volumen que se recolecta diariamente al no contar con ninguna balanza o contratar el servicio. Al final de la jornada el camión regresa a la ciudad para ser parqueado al costado de la municipalidad hasta la nueva jornada.

Figura 29
Camión recolector municipal



Fuente: *Elaboración propia.*

4.2.5. Reaprovechamiento

A nivel de la municipalidad no se han desarrollado acciones en cuanto al reaprovechamiento de los residuos sólidos; sin embargo, los pobladores de El Faique sí aprovechan de manera informal el 90% de los residuos orgánicos producidos o derivados de la cocina para la crianza de sus cerdos, animales que sirven como fuente de alimentación o como fuente de ingresos económicos producto de su venta.

En cuanto a los residuos inorgánicos aprovechables, en la zona existe un habitante conocido como "el Mudo" que se dedica a escarbar en el punto de acopio para recolectar, en su mayoría, plásticos que pueda vender. "El Mudo" también hurga en la basura en el lugar de disposición final junto a otras personas provenientes de la localidad de Serrán.

4.2.6. Disposición final de los residuos sólidos

Los residuos generados son transportados y depositados en el botadero municipal ubicado en la localidad de Huaca Baja, perteneciente al caserío de Las Huacas en Loma Larga Baja a 30 minutos o 21 kilómetros de la ciudad de El Faique. Tiene un área de 2883.308 m² y un perímetro de 218.00 m (lados de 57, 60, 51, y 50 metros).

En este lugar los residuos no reciben tratamiento alguno más que su incineración, sin tener en cuenta la peligrosidad que podrían presentar y el impacto que causarían al ambiente. Para ello, se cuenta con una persona al cual se le entrega una mascarilla diaria y un par de guantes mensualmente; además recibe un par de botas y una pala para realizar las siguientes tareas: atender la entrada y salida del camión, quemar la basura y enterrar las cenizas, recibir a los segregadores informales y llevar a cabo un plan de reforestación, el cual no es llevado a cabo.

Figura 30
Botadero municipal de San Miguel de El Faique



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 31
Incineración en el botadero municipal



Fuente: *Elaboración propia.*

4.2.7. Impactos ambientales del manejo actual de los residuos sólidos

Los impactos de la mala gestión de los residuos sólidos en el distrito de San Miguel de El Faique se presentan en todas los procesos del servicio de limpieza pública:

- a) **En el proceso de barrido:** el servicio no cubre todas las áreas pavimentadas ni desarrolla mecanismos para atender las demás vías públicas como las trochas carrozables.

- b) **En el proceso de almacenamiento:** debido a que las familias almacenan sus residuos en recipientes frágiles se producen derrames de lixiviados que contaminación del suelo y la dispersión de los residuos contaminando el aire.
- c) **En el proceso de recolección y transporte:** el servicio no cubre la demanda existente, debido a ellos los residuos son arrojados generando puntos críticos de contaminación, especialmente en vía pública y drenes de evacuación pluvial, contaminando el agua y el suelo.
- d) **En el proceso de disposición final:** existe contaminación y degradación del suelo debido al arrojado inapropiado de los residuos sólidos.

Además, se presenta contaminación del aire debido a la quema de residuos a cielo abierto con el consecuente daño a la salud de las personas que frecuentan el botadero y generación de olores desagradables y molestos producto de los procesos de descomposición en los botaderos.

También existe la contaminación del agua debido al inexistente control de los lixiviados, si bien no hay cálculos sobre su infiltración, en época de lluvias, los residuos y sus lixiviados son arrastrados hasta las quebradas o ríos de de las zonas.

- e) **En todas las etapas:** impacto directo o indirecto en la salud de la población (por proliferación de vectores y condiciones poco sanitarias que son causantes de enfermedades diarreicas agudas e infecciones respiratorias agudas).

En lo social, se presenta una población mayoritaria con carencia de buenas prácticas para el manejo de los residuos sólidos.

Además, deterioro del paisaje natural por acumulación de residuos sólidos y efectos negativos directos e indirectos al desarrollo del turismo, actividad que puede dinamizar la economía de la zona, especialmente en la estación de verano.

Finalmente, presencia de insectos y roedores en los puntos críticos y botaderos, los que transmiten enfermedades a la población más vulnerable.

4.3. Determinación de la brecha oferta-demanda

Para poder identificar acertadamente las alternativas de solución que mejoren la problemática en la actual gestión de los residuos sólidos municipales, el Sistema Nacional de Inversión Pública SNIP establece que las alternativas deben ser evaluadas para un horizonte de tiempo de 10 años, considerando una crecimiento en la tasa de generación de los residuos de 1.00% según CEPIS.

4.3.1. Determinación de la demanda

La demanda del servicio del servicio de limpieza pública está referida a la solicitud de la población sobre el almacenamiento, barrido y recolección y se expresa a través de los residuos sólidos que generan los distintos tipos de usuarios. Esta se mide en t/día, y se expresa en la suma de las cantidades de RSM recolectados en los predios (domésticos y no domésticos), almacenamiento público y barrido de vías, parques y otros.

1. Demanda del servicio de limpieza pública del proceso de barrido

Además de los resultados del estudio de caracterización, se toman los siguientes datos:

- Tasa de expansión de vías, parques y otros: 1.00%¹⁰
- Generación diaria por kilómetro: 116 (kg/día) / 2.94 (km/día)¹¹
- Generación diaria por kilómetro: 39.46 kg/km
- Área del distrito de San Miguel de El Faique: 201.6 km²
- Longitud actual de vías, parques y otros: 201.6×0.002 ¹² / 0.0062¹³
- Longitud actual de vías, parques y otros: 65.03 km

En la **tabla16** se determina la demanda del proceso de barrido.

¹⁰ Estimado según expertos UDEP

¹¹ Promedio de la longitud de vías, parque y otros actualmente barrida. (Chávez Vélchez, 2013)

¹² Porción estimada de área dedicada a vías, parques y otros en el distrito de San Miguel de El Faique.

¹³ Ancho promedio de una pista de dos carriles - Guía técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Tabla16: Demanda del proceso de barrido

Año	Longitud de vías, parques y otros (km/día)	Generación (kg/km)	Demanda diaria (t/día)	Demanda anual (t/año)
0	65.03	39.460	2.566	936.621
1	65.680	39.855	2.618	955.456
2	66.337	40.253	2.670	974.648
3	67.000	40.656	2.724	994.250
4	67.670	41.062	2.779	1014.220
5	68.347	41.473	2.835	1034.615
6	69.031	41.888	2.892	1055.418
7	69.721	42.306	2.950	1076.609
8	70.418	42.730	3.009	1098.273
9	71.122	43.157	3.069	1120.341
10	71.834	43.588	3.131	1142.845

Fuente: *Elaboración propia*

2. Demanda del servicio de limpieza pública del proceso de almacenamiento

Además de los resultados del estudio de caracterización, se debe considerar que la cantidad de residuos arrojados diariamente en los puntos críticos son 925.4 kg¹⁴.

En la **tabla17** se determina la demanda del proceso de almacenamiento.

¹⁴Aproximación del trabajo en campo. Para la estimación se consideró únicamente el caserío o ciudad de El Faique pues la población flotante en los demás caseríos es mínima.

Tabla17: Demanda del proceso de almacenamiento

Año	Generación en población flotante (t/día)	Generación en puntos críticos (t/día)	Demanda diaria (t/día)	Demanda anual (t/año)
0	0.031	0.925	0.956	349.196
1	0.032	0.935	0.966	352.687
2	0.032	0.944	0.976	356.214
3	0.032	0.953	0.986	359.776
4	0.033	0.963	0.996	363.374
5	0.033	0.973	1.006	367.008
6	0.033	0.982	1.016	370.678
7	0.034	0.992	1.026	374.385
8	0.034	1.002	1.036	378.129
9	0.034	1.012	1.046	381.910
10	0.035	1.022	1.057	385.729

Fuente: *Elaboración propia*

3. Demanda del servicio de limpieza pública del proceso de recolección

En la **tabla18** se determina la demanda del proceso de recolección.

Tabla18: Demanda del proceso de recolección

Año	Población (hab)	GPC ¹ (kg/hab×día)	RSD ² (t/día)	Est. ³ (t/día)	Total RSM ⁴ (t/día)	Total RSM (t/Año)
0	9855	0.939	9.254	0.405	9.658	3525.336
1	9859	0.948	9.350	0.409	9.759	3561.974
2	9863	0.958	9.448	0.413	9.860	3598.992
3	9867	0.967	9.546	0.417	9.963	3636.395
4	9871	0.977	9.645	0.421	10.066	3674.185
5	9875	0.987	9.746	0.425	10.171	3712.368
6	9879	0.997	9.847	0.430	10.277	3750.947
7	9883	1.007	9.950	0.434	10.383	3789.926
8	9887	1.017	10.053	0.438	10.491	3829.310
9	9891	1.027	10.158	0.443	10.600	3869.103
10	9895	1.037	10.263	0.447	10.710	3909.308

¹ Índice de generación per cápita.

² Residuos sólidos domiciliarios.

³ Residuos sólidos de establecimientos.

⁴ Residuos sólidos municipales.

Fuente: *Elaboración propia.*

4. Demanda total del servicio de limpieza pública

En la **tabla19** se muestra la demanda total del servicio de limpieza pública.

Tabla19: Demanda total del servicio de limpieza pública

Año	RSD ¹ (t/día)	Est. ² (t/día)	Bar. ³ (t/día)	Alm. ⁴ (t/día)	Total RSM ⁵ (t/día)	Total RSM (t/Año)
0	9.254	0.405	2.566	0.956	13.182	4811.430
1	9.350	0.409	2.618	0.966	13.343	4870.195
2	9.448	0.413	2.670	0.976	13.507	4930.055
3	9.546	0.417	2.724	0.986	13.673	4990.645
4	9.645	0.421	2.779	0.996	13.841	5051.965
5	9.746	0.425	2.835	1.006	14.012	5114.380
6	9.847	0.430	2.892	1.016	14.185	5177.525
7	9.950	0.434	2.950	1.026	14.360	5241.400
8	10.053	0.438	3.009	1.036	14.536	5305.640
9	10.158	0.443	3.069	1.046	14.716	5371.340
10	10.263	0.447	3.131	1.057	14.898	5437.770

¹ Residuos sólidos domiciliarios.

² Residuos sólidos de establecimientos.

³ Residuos sólidos del proceso de barrido.

⁴ Residuos sólidos del proceso de almacenamiento.

⁵ Residuos sólidos municipales.

Fuente: *Elaboración propia.*

5. Demanda actual del servicio de limpieza pública según zona.

En la **tabla20** se muestra la demanda actual del servicio de limpieza pública según zona.

Tabla20: Demanda actual del servicio de limpieza pública según zona

Zona	RSD(t/día)	Est. (t/día)	Bar. (km/día)	Bar. (t/día)	Alm. (t/día)	RSM (t/día)
I	1.157	0.051	8.129	0.321	-	1.528
II	3.470	0.152	24.386	0.962	0.956	5.540
III	2.314	0.101	16.258	0.642	-	3.056
IV	1.157	0.051	8.129	0.321	-	1.528
V	1.157	0.051	8.129	0.321	-	1.528
Ciudad ¹	1.599	0.076	8.047	0.385	0.956	3.016

¹La ciudad de El Faique, perteneciente a la Zona II, alberga aproximadamente el 50% de los establecimientos comerciales, alberga 1703 habitantes y solicita aproximadamente un tercio de la demanda de barrido.

Fuente: *Elaboración propia.*

4.3.2. Determinación de la oferta

La oferta del servicio de limpieza pública es la capacidad actual que presenta la municipalidad para atender la gestión de los residuos sólidos de su competencia.

1. Oferta del proceso de barrido

La oferta del proceso de barrido está dada por la cantidad de residuos sólidos que pueden recolectar los trabajadores que laboran en las actividades, así como los equipos y herramientas disponibles.

En la **tabla21** se determina la oferta del proceso de barrido.

Tabla21: Oferta del proceso de barrido

Longitud de vías barridas (km/día)	Capacidad de recolección (t/km)	Residuos recogidos (t/día)	Residuos recogidos (t/año)
2.94	0.03946	0.116	42.345

Fuente: *Elaboración propia.*

Con este valor, podemos ahora determinar la cobertura actual en el distrito:

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{\text{Capacidad de barrido}}{\text{Extensión a barrer}} \times 100\%$$

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{2.94}{65.03} \times 100\% = 4.52\%$$

También determinaremos la cobertura actual para la ciudad de El Faique:

$$\% \text{ cobertura en la ciudad} = \frac{2.94}{8.047} \times 100\% = 36.53\%$$

2. Oferta del proceso de almacenamiento

La oferta del proceso de almacenamiento está dada por la capacidad acumulada de los diferentes recipientes que se encuentran instalados en las vías, parques u otros lugares públicos.

En la **tabla22** se determina la oferta del proceso de almacenamiento.

Tabla22: Oferta del proceso de almacenamiento

Tipo de recipiente	Número de recipientes	Capacidad (m ³)	Capacidad total (m ³)	Oferta (t/día)	Oferta (t/año)
Papelera	8	0.05	0.4	0.2	73
Acopio	1	3.60	3.6	1.8	657
Total ¹	9	-	4.0	0.2	73

¹En la oferta total no se considera la capacidad del punto de acopio por ser usado para almacenaje temporal.

Fuente: *Elaboración propia.*

Con este valor, podemos ahora determinar la cobertura actual en el distrito:

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{\text{Capacidad de almacenamiento}}{\text{Residuos generados por población flotante}} \times 100\%$$

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{0.2}{0.956} \times 100\% = 20.92\%$$

3. Oferta del proceso de recolección

La determinación de la oferta, por lo general, está definida por la capacidad de los vehículos recolectores.

En la **tabla23** se determina la oferta del proceso de recolección.

Tabla23: Oferta del proceso de recolección

Año	Tipo	A ¹	B ²	C ³	D ⁴ =A×B×C	E ⁵	F ⁶	G ⁷ =(D×E×F)/7
2012	Baranda	8	0.5	90	3.6	1	3	1.542

¹ Capacidad del vehículo por viaje (m³ /viaje)

² Densidad de los residuos sólidos (t/m³)

³ % de efectividad por viaje (%)

⁴ Capacidad efectiva de recolección por viaje (t/viaje)

⁵ Número de viajes por día (viajes)

⁶ Número de días trabajados a la semana

⁷ Recolección promedio por vehículo (t/día)

Fuente: *Elaboración propia.*

Con este valor, podemos ahora determinar la cobertura actual en el distrito:

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{\text{Capacidad de recolección}}{\text{Residuos generados totales}} \times 100\%$$

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{1.542}{13.182} \times 100\% = 11.70\%$$

También determinaremos la cobertura actual para la ciudad de El Faique:

$$\% \text{ cobertura en la ciudad} = \frac{1.542}{3.016} \times 100\% = 51.12\%$$

4.3.3. Optimización de la oferta

Se analizarán posibilidades de optimizar la capacidad a lo largo del horizonte de tiempo sin realizar inversiones, o con un mínimo de ellas, por ejemplo optimizando las rutas de recolección o de barrido, incrementando los turnos y/o número de viajes, entre otros según sea adecuado.

1. Oferta optimizada del proceso de barrido

Se determina la oferta optimizada en el proceso de barrido en la medida que aún exista posibilidades de elevar el rendimiento de los barredores, en razón a optimización de rutas, turnos de trabajo y procedimientos utilizados.

Para medir el rendimiento promedio del personal de barrido se toma en cuenta el indicador km lineales /barredor /día, siendo un valor referencial entre 1.3 y 1.5 km/barredor×día según CEPIS.

El rendimiento actual de cada barrendero es de 0.49, muy por debajo del estándar. Por ello, para optimizar el proceso de barrido, se sugiere elevar su rendimiento hasta 1.3 Km/barredor/día prolongando el turno del personal a 8 horas diarias, ofreciendo dos turnos de 4 horas: 1 a 5 am y 1 a 5 pm.

En la **tabla24** se muestra la oferta optimizada del proceso de barrido.

Tabla24: Oferta optimizada del proceso de barrido

Longitud de vías barridas (km/día)	Capacidad de recolección (t/km)	Residuos recogidos (t/día)	Residuos recogidos (t/año)
7.8	0.03946	0.30778	112.34262

Fuente: *Elaboración propia.*

Con este valor, podemos ahora determinar la mejora en la cobertura actual para este proceso en el distrito:

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{7.8}{65.03} \times 100\% = 11.99\%$$

Y la mejora en la cobertura actual para la ciudad de El Faique:

$$\% \text{ cobertura en la ciudad} = \frac{9}{8.047} \times 100\% = 96.93\%$$

2. Oferta optimizada del proceso de almacenamiento

Se determina la oferta optimizada del proceso de almacenamiento en la medida que la capacidad de los recipientes pueda aumentarse o recuperarse. Debido a la que la municipalidad cuenta con un buen plan de mantenimiento de los recipientes existentes, se recomienda adecuar el punto de acopio como almacenamiento permanente eliminando un punto crítico de contaminación.

En la **tabla25** se muestra la oferta optimizada del proceso de almacenamiento.

Tabla25: Oferta optimizada del proceso de almacenamiento

Tipo de recipiente	Número de recipientes	Capacidad (m3)	Capacidad total (m3)	Oferta (t/día)	Oferta (t/año)
Papelera	8	0.05	0.40	0.20	73.00
Contenedor	1	1.00	1.00	0.50	182.50
Total	9	-	1.40	0.70	255.50

Fuente: *Elaboración propia.*

Con este valor, podemos ahora determinar la mejora en la cobertura actual para este proceso en el distrito:

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{0.7}{0.956} \times 100\% = 73.22\%$$

3. Oferta optimizada del proceso de recolección

Para las condiciones de la localidad y las características del vehículo de recolección, se sugiere llevar una frecuencia de recojo diaria (a excepción de los domingos).

En la **tabla26** se muestra la oferta optimizada del proceso de recolección.

Tabla26: Oferta optimizada del proceso de recolección

Año	Tipo	A ¹	B ²	C ³	D ⁴ =A×B×C	E ⁵	F ⁶	G ⁷ =(D×E×F)/7
2012	Baranda	8	0.5	90	3.6	1	6	3.084

¹ Capacidad del vehículo por viaje (m³ /viaje)

² Densidad de los residuos sólidos (t/m³)

³ % de efectividad por viaje (%)

⁴ Capacidad efectiva de recolección por viaje (t/viaje)

⁵ Número de viajes por día (viajes)

⁶ Número de días trabajados a la semana

⁷Recolección promedio por vehículo (t/día)

Fuente: *Elaboración propia.*

Con este valor, podemos ahora determinar la mejora en la cobertura actual para este proceso en el distrito:

$$\% \text{ cobertura en el distrito} = \frac{3.084}{13.182} \times 100\% = 23.40\%$$

Y la mejora en la cobertura actual para la ciudad de El Faique:

$$\% \text{ cobertura en la ciudad} = \frac{3.084}{3.016} \times 100\% = 100\%$$

Si bien con esta alternativa se requiere duplicar el gasto en combustible, la cobertura aumentaría a 100% en la ciudad de El Faique; siendo este resultado una mejora muy significativa en la oferta del servicio.

4.3.4. Brecha oferta-demanda

Para calcular la brecha entre la oferta y demanda durante todo el horizonte de evaluación, se debe tener en cuenta los siguientes criterios solicitados por el MINAM:

- La demanda debe compararse contra la oferta optimizada.
- La vida útil de los vehículos de recolección es de 5 años, luego de ello su capacidad de oferta es nula.
- La oferta en el proceso de barrido se mantiene constante a menos que existan planes específicos de modificación.

1. Brecha oferta-demanda en el proceso de barrido

En las **tablas 27 y 28** se muestra la brecha en el proceso de barrido.

Tabla27: Brecha en el proceso de barrido 1

Año	Demanda (t/día)	Oferta optimizada (t/día)	Déficit (t/día)	Demanda (t/año)	Oferta optimizada (t/año)	Déficit (t/año)
0	2.566	0.355	2.211	936.590	129.575	807.015
1	2.618	0.355	2.263	955.570	129.575	825.995
2	2.670	0.355	2.315	974.550	129.575	844.975
3	2.724	0.355	2.369	994.260	129.575	864.685
4	2.779	0.355	2.424	1014.335	129.575	884.760
5	2.835	0.355	2.480	1034.775	129.575	905.200
6	2.892	0.355	2.537	1055.580	129.575	926.005
7	2.950	0.355	2.595	1076.750	129.575	947.175
8	3.009	0.355	2.654	1098.285	129.575	968.710
9	3.069	0.355	2.714	1120.185	129.575	990.610
10	3.131	0.355	2.776	1142.815	129.575	1013.240

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla28: Brecha en el proceso de barrido 2

Año	Demanda (km/día)	Oferta optimizada (km/día)	Déficit (km/día)	Demanda (km/año)	Oferta optimizada (km/año)	Déficit (km/año)
0	65.030	9	56.030	23735.950	3285	20450.950
1	65.680	9	56.680	23973.310	3285	20688.310
2	66.337	9	57.337	24213.043	3285	20928.043
3	67.000	9	58.000	24455.173	3285	21170.173
4	67.670	9	58.670	24699.725	3285	21414.725
5	68.347	9	59.347	24946.722	3285	21661.722
6	69.031	9	60.031	25196.189	3285	21911.189
7	69.721	9	60.721	25448.151	3285	22163.151
8	70.418	9	61.418	25702.633	3285	22417.633
9	71.122	9	62.122	25959.659	3285	22674.659
10	71.834	9	62.834	26219.256	3285	22934.256

Fuente: *Elaboración propia.*

2. Brecha oferta-demanda en el proceso de almacenamiento

En **tabla29** se muestra la brecha en el proceso de almacenamiento.

Tabla29: Brecha en el proceso de almacenamiento

Año	Demanda (t/día)	Oferta optimizada (t/día)	Déficit (t/día)	Demanda (t/año)	Oferta optimizada (t/año)	Déficit (t/año)
0	0.9567	0.7	0.257	349.196	255.5	93.696
1	0.9663	0.7	0.266	352.687	255.5	97.187
2	0.9759	0.7	0.276	356.214	255.5	100.714
3	0.9857	0.7	0.286	359.776	255.5	104.276
4	0.9955	0.7	0.296	363.374	255.5	107.874
5	1.0055	0.7	0.306	367.008	255.5	111.508
6	1.0156	0.7	0.316	370.678	255.5	115.178
7	1.0257	0.7	0.326	374.385	255.5	118.885
8	1.0360	0.7	0.336	378.129	255.5	122.629
9	1.0463	0.7	0.346	381.910	255.5	126.410
10	1.0568	0.7	0.357	385.729	255.5	130.229

Fuente: *Elaboración propia.*

3. Brecha oferta-demanda en el proceso de recolección

En la **tabla30** se muestra la brecha en el proceso de recolección.

Tabla30: Brecha en el proceso de recolección

Año	Demanda (t/día)	Oferta optimizada (t/día)	Déficit (t/día)	Demanda (t/año)	Oferta optimizada (t/año)	Déficit (t/año)
0	13.182	3.084	10.098	4811.430	1125.66	3685.770
1	13.343	3.084	10.259	4870.195	1125.66	3744.535
2	13.507	3.084	10.423	4930.055	1125.66	3804.395
3	13.673	3.084	10.589	4990.645	1125.66	3864.985
4	13.841	3.084	10.757	5051.965	1125.66	3926.305
5	14.012	0.000	14.012	5114.380	0.00	5114.380
6	14.185	0.000	14.185	5177.525	0.00	5177.525
7	14.360	0.000	14.360	5241.400	0.00	5241.400
8	14.536	0.000	14.536	5305.640	0.00	5305.640
9	14.716	0.000	14.716	5371.340	0.00	5371.340
10	14.898	0.000	14.898	5437.770	0.00	5437.770

Fuente: *Elaboración propia.*

Capítulo 5

La propuesta

5.1. Nuevo plan administrativo

Como se ha explicado, la gestión integral de los residuos sólidos del servicio de limpieza pública es una tarea compleja y pesada; sin embargo, la municipalidad distrital de San Miguel de El Faique no cuenta con personal lo suficientemente capacitado ni dedicado a esta labor. Por ello es que se sugiere lo siguiente:

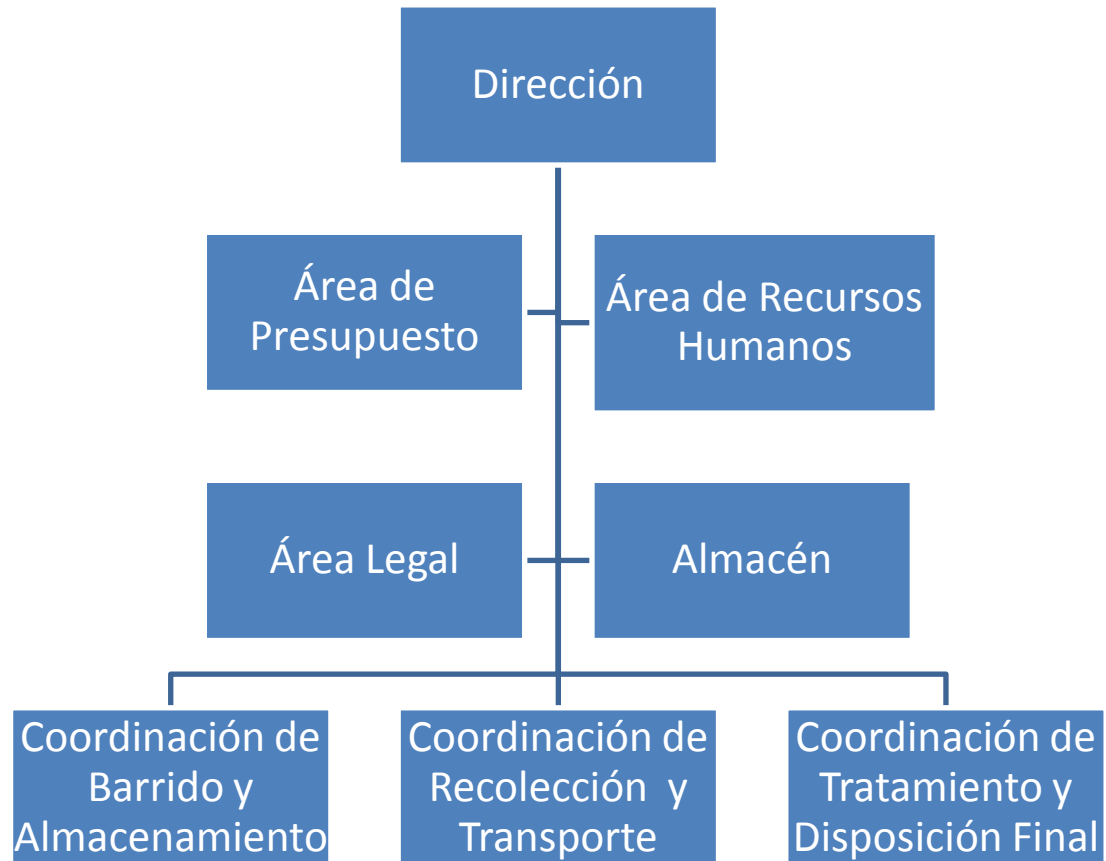
- Capacitar en la correcta gestión de los residuos sólidos a un nuevo personal administrativo que se encargue con total dedicación de administrar el servicio de limpieza pública. Esta capacitación se debe dar en aspectos técnicos, administrativos, financieros, sociales, ambientales, tributarios, entre otros.
- Capacitar en el tema a las áreas de apoyo vinculadas con la gestión y resultados del servicio.
- Elaboración del Plan de Municipal de Manejo de Residuos Sólidos y de un Plan Operativo Anual que orientará las acciones a emprender y cumplirá con los requisitos legales impuestos.
- Diseño e implementación de un sistema de monitoreo del servicio de limpieza pública.
- Obtención del catastro del distrito y re-empadronamiento de los predios existentes domésticos y no domésticos.
- Revisión y posible actualización del sistema con que se fijan los arbitrios en la municipalidad.
- Desarrollar estrategias para mejorar sustancialmente los niveles de recaudación de arbitrios, concientizando a los pobladores sobre la importancia del servicio de limpieza pública y el pago de arbitrios.

Sin embargo, como principal recomendación se sugiere el total reordenamiento del área encargada. Así, se propone conformar una nueva área dedicada a brindar el servicio capaz de centralizar todas las labores necesarias, optimizando recursos y reduciendo las dependencias que ayuden a elaborar y ejecutar planes de mejora en el servicio.

Además, se deberá construir el Complejo de Tratamiento y Disposición Final - CTDF, donde se mejorará el proceso de disposición final y, en el largo plazo, se implementarán las plantas necesarias para el proceso de reaprovechamiento.

El área a implementar sería llamada "Dirección de Limpieza Pública". En la **figura32** se muestra el organigrama por el cual estaría regida el área.

Figura 32
Organigrama de la Dirección de Limpieza Pública



Fuente: *Elaboración propia.*

Como se indica, esta dirección deberá seguir contando con el soporte de las áreas de Presupuesto, Almacén y Recursos Humanos, además de recibir también el apoyo del área Legal del municipio.

Para dirigir el área se requiere contratar a 4 nuevas personas que laborarán en un horario de 8 horas desde las 7 a las 16 horas (1 hora de almuerzo) de lunes a sábado. El personal necesario es el siguiente:

- Un director con un sueldo de S/. 2500.00 mensuales. Estará a cargo del área y deberá coordinar la correcta gestión del servicio de limpieza pública, buscando siempre optimizar el servicio, reducir costos o generar ingresos para la sostenibilidad del proyecto. Coordinará además las labores de tratamiento y disposición final, por ello su oficina quedará ubicada en el complejo. Deberá tener conocimiento especializado en administración y ser conocedor de la gestión integral de residuos sólidos.
- Dos coordinadores con un sueldo de S/. 2000.00 mensuales cada uno. Cada coordinador estará encargado de gestionar el correcto funcionamiento de sus procesos a cargo, diseñando y haciendo cumplir los horarios de trabajo y velando por el cumplimiento de los planes de mantenimiento. Durante el desarrollo de los demás nuevos planes se describirán las funciones de las coordinaciones.
- Una secretaria con un sueldo de S/. 750.00 mensuales que apoyará al director en temas administrativos laborando también en el complejo.

5.2. Nuevo plan de barrido

A continuación se detallan las propuestas para la mejora y ampliación en el proceso de barrido, las cuales deberán ser dirigidas por la coordinación de barrido y almacenamiento.

Se sugiere tener un personal de barrido fijo que labore dos turnos de 4 horas al día: 1 a 5 am y 1 a 5 pm. Así, se podrá llegar a la tasa de rendimiento mínima recomendada por CEPIS, 1.3 km/barredor×día; y, posteriormente, al óptimo, 1.5. De esta forma, además, será más fácil controlar las herramientas que se les brinde y se podrá contribuir a un mejor desarrollo económico y social de sus familias.

5.2.1. Especificación de equipos y herramientas

Como se mencionó en el diagnóstico, solo la ciudad es atendida actualmente con el proceso de barrido debido a estar conectada por vías asfaltadas. Sin embargo, es posible atender a los demás caseríos con las siguientes herramientas:

- Trinchas: Para picar en el suelo los residuos y recolectarlos sin necesidad de que el barredor se agache, evitando fatiga o dolores lumbares.
- Pinzas: Para levantar aquellos residuos que no puedan ser picados con los trinchas, evitando también fatiga o dolores lumbares.

Además, todos los barredores, para ser identificados y estar protegidos, deberán llevar y estar vestidos con un par de botas de cuero, un par de guantes de jebe, una mascarilla, un gorro, pantalones, un camisaco, un chaleco y un cono; complementando así el equipo que se les ofrece actualmente en la ciudad.

Se reemplazará también las carretillas de recolección por contenedores móviles de 120 litros; de esta forma los trabajadores podrán cargar de forma más fácil las herramientas y el peso de los residuos recolectados, evitando su dispersión y cubriéndolos en épocas de precipitaciones.

Figura 33
Contenedor móvil de basura de 120 litros



Fuente: <http://www.sodimac.com.pe/productos/detalle/ver/id/1881>

En la ciudad, el stock de herramientas seguirá guardándose en el almacén. Para los caseríos restantes, cada trabajador deberá llevarse a casa sus herramientas.

5.2.2. Requerimientos de personal y determinación de sueldos

Según lo observado en el trabajo en campo, a diferencia de la ciudad, el mayor problema en los demás caseríos es lo agreste de los caminos que los comunican; sin embargo dentro de cada uno existen amplias zonas pobladas de fácil tránsito; por ello, se recomienda contratar adicionalmente: 3 barredores para El Higuierón, 3 para La Capilla, y 1 para cada caserío restante.

Debido al incremento de las horas de trabajo, cada barredor (nuevo o antiguo) ganará ahora S/. 750.00 mensualmente.

5.2.3. Mantenimiento

Según lo comunicado por el Sr. Freddy, almacenero del municipio, a cada barredor se le debe reponer: el contenedor móvil, el cono, chaleco, camisaco, pantalones, gorro, botas y trinche semestralmente; los guantes, el recogedor y las pinzas mensualmente; la escoba

quincenalmente y la mascarilla diariamente. Estos serán distribuidos a cada caserío cuando sea necesario.

5.2.4. Evaluación de mejora

En la **tabla31** se evalúa la mejora del proceso según cada zona.

Tabla31: Evaluación de mejora en el proceso de barrido según zona

Zona	Demanda (km/día)	Nº de barredores	Nueva oferta (km/día)	Déficit (km/día)	Cobertura (%)
I	8.129	6	9.0	0.000	100.00
II	24.386	16	24.0	0.386	98.41
III	16.258	11	16.5	0.000	100.00
IV	8.129	6	9.0	0.000	100.00
V	8.129	7	10.5	0.000	100.00
Ciudad	8.047	6	9.0	0.000	100.00

Fuente: *Elaboración propia.*

El déficit de la Zona II es mínimo por lo que no amerita la contratación de un nuevo barredor. Se espera que con la sensibilización de la población para la minimización en la generación de residuos este déficit desaparezca solo.

En la **tabla32** se evalúa la mejora del proceso de barrido en el distrito para el horizonte de evaluación del proyecto.

Tabla32: Mejora del proceso de barrido

Año	Demanda (km/día)	Nueva oferta (km/día)	Nuevo Déficit (km/día)	Cobertura (%)
0	65.030	69	0.000	100.00
1	65.680	69	0.000	100.00
2	66.337	69	0.000	100.00
3	67.000	69	0.000	100.00
4	67.670	69	0.000	100.00
5	68.347	69	0.000	100.00
6	69.031	69	0.031	99.96
7	69.721	69	0.721	98.97
8	70.418	69	1.418	97.99
9	71.122	69	2.122	97.02
10	71.834	69	2.834	96.05

Fuente: *Elaboración propia.*

Cuando sea necesario, para optimizar nuevamente la oferta sólo se tendrá que adicionar un barredor más en el caserío que lo amerite, siendo este un ajuste de inversión mínima.

La mejora es muy significativa no sólo debido al alto nivel de cobertura a lo largo de todo el horizonte de evaluación; sino que además apoya al desarrollo económico de los pobladores, abriéndose 40 nuevos puestos de trabajo; y al cuidado del medio ambiente, previniendo la generación de puntos críticos.

5.3. Nuevo plan de almacenamiento

A continuación se detallan las propuestas para la mejora y ampliación en el proceso de almacenamiento, las cuales deberán ser dirigidas por la coordinación de barrido y almacenamiento.

Como se indicó para la oferta optimizada, primero es necesario adecuar el actual punto de acopio para darle uso de almacenamiento permanente. Este cambio es muy urgente ya que se requiere resolver además los problemas ambientales generados por la no protección contra los lixiviados y el nulo control de olores fétidos.

Además, en la misma ciudad, se sugiere implementar recipientes de almacenamiento en los puntos críticos de contaminación identificados, garantizando así su recuperación fuera de las campañas municipales de limpieza a realizarse.

Se considera que en los demás caseríos, debido a su mínima población flotante, los barredores cubrirían la posible demanda.

5.3.1. Especificación de equipos y herramientas

En la ciudad se implementarán tres nuevos contenedores de 1100 litros de capacidad para solucionar los problemas antes mencionados, lo que permitirá además una fácil manipulación a la hora de su vaciado evitando una posible dispersión de los residuos. Se implementará también, para almacenamiento temporal, un contenedor con las mismas características en El Higuero y otro en La Capilla, y un contenedor de 660 litros en cada caserío restante.

Figura 34
Contenedor de basura



Fuente: <http://www.sodimac.com.pe/productos/detalle/ver/id/172>

5.3.2. Requerimientos de personal y determinación de sueldos

No se requiere contratar personal adicional para este proceso pues la tarea de vaciado deberá ser desempeñada por el trabajador del proceso de recolección.

5.3.3. Mantenimiento

Cada contenedor plástico deberá ser cambiado cada dos años.

5.3.4. Evaluación de mejora

En la **tabla33** se evalúa la mejora del proceso de almacenamiento.

Tabla33: Mejora del proceso de almacenamiento

Año	Demanda (t/día)	Nueva oferta (t/día)	Nuevo Déficit (t/día)	Cobertura (%)
0	0.9567	1.8	0	100
1	0.9663	1.8	0	100
2	0.9759	1.8	0	100
3	0.9857	1.8	0	100
4	0.9955	1.8	0	100
5	1.0055	1.8	0	100
6	1.0156	1.8	0	100
7	1.0257	1.8	0	100
8	1.0360	1.8	0	100
9	1.0463	1.8	0	100
10	1.0568	1.8	0	100

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4. Nuevo plan de recolección y transporte

A continuación se detallan las propuestas para la mejora y ampliación en los procesos de recolección y transporte, las cuales deberán ser dirigidas por la coordinación de recolección y transporte.

La jornada de recolección será diaria (de lunes a sábado) y como primera labor el personal encargado de la recolección en cada zona deberá vaciar el contenedor de almacenamiento temporal de cada caserío donde se encuentran los residuos provenientes de los procesos de barrido y almacenamiento.

El tiempo promedio en que demorarán los vehículos haciendo las transferencias de los RSM y dentro del CTDF dejándolos, será de 15 minutos.

Zona I

Se sugiere adquirir un vehículo de tipo no convencional "moto furgón" que tendrá como lugar de parqueo el CTDF. Este vehículo deberá recorrer los 6 caseríos, conectados por vías asfaltadas o carrozables, realizando 3 viajes de recolección para llevarlos residuos directamente al CTDF. Una vez acabada la jornada, deberá volver a su lugar de parqueo.

En promedio, el tiempo estimado de recolección entre caseríos será de 30 minutos, y el tiempo de viaje hacia o del CTDF será de 15 minutos.

Zona II

Para la ciudad se recomienda seguir con el proceso actual, es decir, el camión baranda recolectará los RSM y los llevará, en un primer viaje, al CTDF. Luego regresará a la ciudad a esperar los residuos provenientes de los demás caseríos (de todas las zonas) para realizar nuevos viajes al CTDF y, una vez que acabada la jornada, deberá volver a su lugar de parqueo. Para ello, se habilitará un lugar adecuado como estación principal de transferencia del distrito ET.

En promedio, el tiempo estimado de recolección en la ciudad es de 30 minutos, y el tiempo de viaje hacia o del CTDF es de 30 minutos.

Para los demás 10 caseríos, conectados por vías asfaltadas o carrozables y ubicados a no más de 20 minutos de distancia de la ciudad, se sugiere adquirir dos moto furgones que llevarán a cabo su labor realizando 3 viajes de recolección para luego transferir los residuos en la ciudad. Cada vehículo tendrá 5 caseríos a cargo, uno estará parqueado en San José, y el otro, en Santa Ana; de esta forma iniciarán sus jornadas en los caseríos a mayor distancia de la ciudad y de gran población. Una vez acabada la jornada, deberán volver a su lugar de parqueo.

En promedio, el tiempo estimado de recolección entre caseríos será de 30 minutos, y el tiempo de viaje hacia o de la ciudad será de 15 minutos.

Zona III

Se sugiere adquirir dos moto furgones para recolectar en esta zona. Uno será parqueado en La Capilla y el otro en El Higuerón, los dos caseríos más poblados de la zona que distan 30 minutos de la ciudad. Todos los caseríos de esta zona, a excepción de Lúcumo Huasimal y Ñangay, se encuentran a un promedio de 10 minutos de distancia de los dos grandes centros poblados y están conectados por vías carrozables. Los vehículos llevarán a cabo su labor realizando 3 viajes de recolección para luego transferir los residuos en la ciudad. Una vez acabada la jornada, deberán volver a su lugar de parqueo.

Lúcumo Huasimal y Ñangay, que se conectan con La Capilla a través de viaje en acémila de 2.5 horas y 30 minutos, respectivamente; albergan una población de aproximadamente 100 personas cada uno, por ello se requerirá en estos caseríos de una acémila capaz de

cargar hasta 100 kilos en alforjas (como es usual) las cuales transferirán sus residuos recolectados en el moto furgón ubicado en La Capilla.

En promedio, para los moto furgones, el tiempo estimado de recolección entre caseríos será de 30 minutos, y el tiempo de viaje hacia o de la ciudad será de 30 minutos.

Zona IV

En esta zona los caseríos se encuentran a un promedio de 20 minutos de distancia del caserío capital Calangla, el cual dista 1.5 horas de la ciudad. Debido a esta gran distancia se sugiere adquirir un camión Kía 2700 que tenga como lugar de parqueo este caserío. El vehículo llevará a cabo su labor circulando en un solo viaje por los caseríos y recolectando los RSM para luego transferirlos en la ciudad. Una vez acabada la jornada, deberá volver a su lugar de parqueo.

En promedio, el tiempo estimado de recolección entre caseríos será de 30 minutos, y el tiempo de viaje hacia o de la ciudad será de 1.5 horas.

Zona V

Todos los caseríos de esta zona, a excepción de Pusquí y Faical, se encuentran a una distancia máxima de 1.5 horas de Tallapampa, caserío más poblado de la zona y centro de comercio que dista 3.5 horas de la ciudad, y están conectados por vías carrozables.

Pusuquí y Faical se conectan con Tallapampa a través de viaje en acémila de 1 hora, por ello se requerirá en estos caseríos de una acémila capaz de cargar hasta 100 kilos en alforjas (como es usual) las cuales transferirán sus residuos recolectados en el moto furgón ubicado en Tallapampa.

Debido a la gran distancia entre Tallapampa y la ciudad, se sugiere adquirir un camión Kía 2700 que tenga como lugar de parqueo este caserío. El vehículo llevará a cabo su labor circulando en un solo viaje por los caseríos y recolectando los RSM para luego transferirlos en la ciudad. Una vez acabada la jornada, deberá volver a su lugar de parqueo.

Itinerario general para la recolección en el distrito:

En la **tabla34** se muestra el itinerario general sugerido para la recolección en el distrito.

Tabla34: Itinerario general para la recolección de los residuos sólidos

Hora	Tarea
7:00	Todos los vehículos inician la jornada de recolección.
7:30	El camión de la zona II parte al CTDF. Un ayudante va a trabajar al CTDF y el otro se queda atendiendo la ET.
7:45	Los moto furgones de la zona II llegan a la ET.
8:00	El camión de la zona II llega al CTDF y el ayudante se queda trabajando ahí, el moto furgón de la zona I llega al CTDF, los moto furgones de la zona II parten a su segundo viaje de recolección y los moto furgones de la zona III llegan a ET.
8:15	El moto furgón de la zona I y los moto furgones de la zona III parten a su segundo viaje de recolección, el camión de la zona II parte a la ET.
8:45	El camión de la zona II llega a la ET.
9:00	Los moto furgones de la zona II llegan a la ET.
9:15	El moto furgón de la zona I llega al CTDF, los moto furgones de la zona II parten a su tercer viaje de recolección y el camión de la zona II parte cargado hacia el CTDF.
9:30	El moto furgón de la zona I parte a su tercer viaje de recolección.
9:45	El camión de la zona II llega al CTDF y los moto furgones de la zona III llegan a la ET.
10:00	El camión de la zona II parte a la ET y los moto furgones de la zona III parten a su tercer viaje de recolección.
10:15	Los moto furgones de la zona II llegan a la ET.
10:30	El moto furgón de la zona I llega al CTDF, acaba su jornada de recolección y el chofer se queda trabajando ahí; los moto furgones de la zona II parten a su parqueo y el camión de la zona II llega a la ET.
10:45	Los moto furgones de la zona II llegan a su lugar de parqueo y acaba su jornada.
11:30	Los moto furgones de la zona III llegan a la ET.
11:45	El camión de la zona II parte cargado hacia el CTDF y los moto furgones de la zona III parten a su lugar de parqueo.
12:15	El camión de la zona II llega al CTDF, los moto furgones de la zona III llegan a su lugar de parqueo y acaban su jornada

Hora	Tarea
12:30	El camión de la zona II parte a la ET y el camión de la zona IV llega a ella.
12:45	El camión de la zona IV parte a su lugar de parqueo.
13:00	El camión de la zona II llega a la ET.
13:15	El camión de la zona V llega a la ET.
13:30	El camión de la zona II parte cargado hacia el CTDF y el camión de la zona V parte a su lugar de parqueo.
14:00	El camión de la zona II llega al CTDF y el ayudante de la ET, luego de haber dejado todo ordenado, acaba su jornada.
14:15	El camión de la zona II parte a su lugar de parqueo con su ayudante y el camión de la zona IV llega a su lugar de parqueo y acaba su jornada.
14:45	El camión de la zona II llega a su lugar de parqueo y acaba su jornada.
15:00	El chofer de la zona I acaba su turno jornada.
17:00	El camión de la zona V llega a su lugar de parqueo y acaba su jornada.

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.1. Especificación de equipos y herramientas

Como vehículos de recolección, se requiere comprar 5 moto furgones adaptados para la recolección.

Figura 35
Moto furgón para recolección



Fuente: *Mavila Hnos S.A.*

También se requiere comprar y adaptar con tolva 2 camiones baranda modelo Kía K2700.

Figura 36
Camión baranda sin adaptar

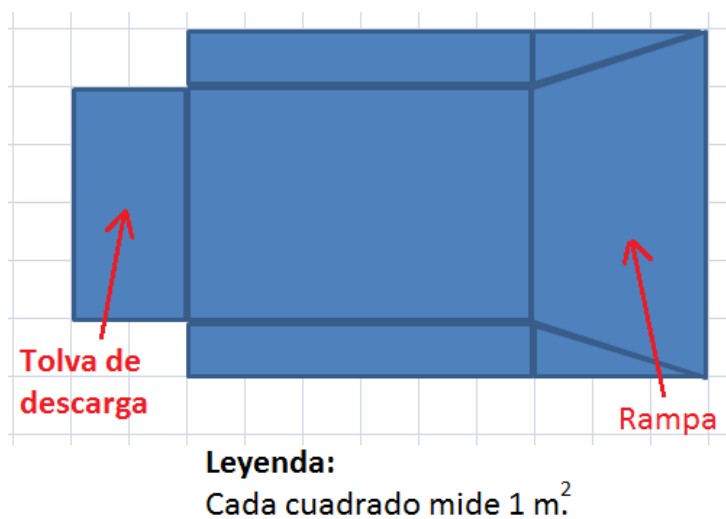


Fuente: <http://www.kia.com.pe/k2700.php>

Finalmente se requiere de cuatro acémilas que recolecten y transporten los RSM de los caseríos de Lúcumo Huasimal, Ñangay, Pusuquí y Faical. Debido a lo agreste del camino, no se requiere de carretas.

Para la ET, de aproximadamente 36 m², sólo se requerirá habilitar rampa y una plataforma de descarga, existiendo suficiente espacio para que los moto furgones maniobren puesto que no cuentan con velocidad de retroceso. Las **figuras 37** y **38** ilustran la idea.

Figura 37
Estación de transferencia vista 1



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 38
Estación de transferencia vista 2



Fuente: *Elaboración propia.*

Además, por temas de protección e identificación, cada chofer de moto furgón, los jinetes y los ayudantes de recolección deberán recibir la siguiente indumentaria: un par de botas, un par de guantes de cuero, una mascarilla, un gorro, pantalones, un polo, un chaleco y un par de lentes. Los choferes de los camiones barandas recibirán solo el polo y el gorro.

5.4.2. Requerimientos de personal y determinación de sueldos

Se requiere contratar en total a 7 nuevos choferes, 5 con brevetaje vigente para conducir los moto furgones y 2 con brevetaje vigente para conducir los dos nuevos camiones baranda. De preferencia deberán conocer la zona y tener experiencia conduciendo en zonas rurales agrestes para disminuir las probabilidades de accidentes. Se requiere contratar también a 4 jinetes, con acémila propia, que cabalguen para la recolección.

Los conductores de los moto furgones y los jinetes deberán a su vez encargarse de recepcionar los recipientes de almacenamiento doméstico (bolsas o cajas) y depositar los residuos en la tolva, mientras que se requerirá contratar 2 nuevos ayudantes para acompañar a los choferes de los camiones barandas de las zonas IV y V. Para la zona II, se seguirá requiriendo de los servicios de 1 chofer para el camión baranda y de un par de ayudantes, quienes se turnarán de forma equitativa el rotar entre trabajar adicionalmente en la Estación de Transferencia o en el CTDF.

Los sueldos:

- El chofer de la zona I, cuyo turno total de trabajo es de 8 horas, recibirá un sueldo de S/. 1 000.00 mensuales.
- Cada chofer de moto de la zona II, cuyos turnos de trabajo son de 4 horas, recibirán un sueldo de S/. 500.00 mensuales.
- El chofer del camión de la zona II, cuyo turno de trabajo es de 8 horas, recibirá un sueldo de S/. 1 800.00 mensuales.

- Cada ayudante de recolección de la zona II, cuyos turnos totales de trabajo son de 8 horas, recibirán un sueldo de S/. 800.00 mensuales.
- Cada chofer de moto de la zona III, cuyos turnos de trabajo son de 5.5 horas, recibirán un sueldo de S/. 687.50 mensuales.
- El jinete de Lúcumo Huasimal, cuyo turno de trabajo es de 6 horas, recibirá un sueldo de S/. 500.00 mensuales. Mientras que el jinete de Ñangay, cuyo turno de trabajo es de 2 horas, recibirá un sueldo de S/. 200.00 mensuales.
- El chofer del camión de la zona IV, cuyo turno de trabajo es de 7.5 horas, recibirá un sueldo de S/. 1 687.50 mensuales.
- El ayudante de recolección de la zona IV, cuyo turno de trabajo es de 4.5 horas, recibirá un sueldo de S/. 450.00 mensuales.
- El chofer del camión de la zona V, cuyo turno de trabajo es de 10 horas, recibirá un sueldo de S/. 2 000.00 mensuales.
- El ayudante de recolección de la zona V, cuyo turno de trabajo es de 7.5 horas, recibirá un sueldo de S/. 750.00 mensuales.
- Cada jinete de la zona V, cuyo turno de trabajo es de 3 horas, recibirá un sueldo de S/. 375.00 mensuales.

5.4.3. Mantenimiento

Como lo indica el MINAM, los vehículos de recolección se deprecian totalmente a los 5 años, por ello, una vez vencida su vida útil, se deberán adquirir nuevas unidades. Debido a lo agreste del terreno, se recomienda también darle un mantenimiento preventivo a los vehículos de recolección una vez por año. Además a cada chofer, ayudante y jinete, según corresponda, se le debe reponer los lentes, pantalones, chaleco, polo, gorro, guantes y botas semestralmente; y la mascarilla diariamente.

5.4.4. Evaluación de mejora

La mejora en la oferta del proceso de recolección se muestra en la **tabla35**.

Tabla35: Mejora del proceso de recolección

Tipo	Nº de vehículos	Capacidad de carga (t/viaje)	Nº de viajes por día	Nº de días a la semana	Recolección promedio por vehículo (t/día)	Recolección promedio total (t/día)
Moto furgón	5	0.500 ¹	3	6	1.285	6.425
Camión zona II	1	3.600 ²	1	6	3.085	3.085
Camión zonas IV y V	2	1.295 ³	1	6	1.110	2.220
Total	8	4.600	-	-	-	11.730

¹ Anexo A² Ídem³ ÍdemFuente: *Elaboración propia.*

En la **tabla36** se aprecia la mejora en el proceso de recolección según la zona.

Tabla36: Evaluación de mejora en el proceso de recolección según zona

Zona	Demanda (t/día)	Nueva oferta (t/día)	Nuevo Déficit (t/día)	Cobertura (%)
I	1.528	1.500	0.028	98.16
II	5.540	6.600	0.000	100.00
III	3.056	3.000	0.056	98.16
IV	1.528	1.295	0.233	84.75
V	1.528	1.295	0.233	84.75
Ciudad	3.016	3.600	0.000	100.00

Fuente: *Elaboración propia.*

La **tabla37** evalúa la mejora para todo el horizonte de evaluación del proyecto.

Tabla37: Mejora de la oferta del proceso de recolección

Año	Demanda (t/día)	Nueva oferta (t/día)	Nuevo Déficit (t/día)	Cobertura (%)
0	13.182	11.73	1.452	88.98
1	13.343	11.73	1.613	87.91
2	13.507	11.73	1.777	86.84
3	13.673	11.73	1.943	85.79
4	13.841	11.73	2.111	84.75
5	14.012	11.73	2.282	83.71
6	14.185	11.73	2.455	82.69
7	14.360	11.73	2.630	81.69
8	14.536	11.73	2.806	80.70
9	14.716	11.73	2.986	79.71
10	14.898	11.73	3.168	78.74

Fuente: *Elaboración propia.*

Como se observa, la mejora contribuye con el cuidado del medio ambiente gracias al alto nivel de cobertura a lo largo de todo el horizonte de tiempo. Contribuye también con el desarrollo económico de los pobladores, abriéndose 13 nuevos puestos de trabajo. Cabe indicar que esta mejora sólo será posible siempre y cuando se respete el plan de mantenimiento y las unidades sean repuestas una vez su vida útil haya terminado. Cuando sea necesario, para optimizar nuevamente la oferta, sólo se tendrá que adicionar un nuevo vehículo de capacidad adecuada en el caserío que lo amerite.

5.5. Nuevo plan de reaprovechamiento

El proceso de reaprovechamiento es quizá una de las aristas más importantes para asegurar el éxito de la gestión de residuos sólidos así como la sostenibilidad misma del desarrollo de las sociedades. Es este proceso el que permite retornar los material a los proceso de producción de las diversas industrias para su reutilización o convertirlos en nuevos productos gracias al reciclaje.

Debido a la poca cultura ambiental de la población, a los escasos recursos con los que cuenta la municipalidad de San Miguel de El Faique y a que ejemplos en otras municipalidades con mejor capacidad de gestión demuestran que este proceso recién empieza a dar a buenos frutos luego algunos años, se sugerirá para este proyecto que se desarrolle una segregación manual dentro del complejo de tratamiento y disposición final por parte de sus trabajadores.

Se recomienda que en el corto plazo se desarrolle una segregación manual y se podrá comercializar el material inorgánico con valor en el mercado para obtener no solo beneficios económicos para el municipio, sino que también se aumentará la vida útil del relleno sanitario.

Se deberá contratar a la persona que actualmente actúa como acopiadores o mal llamado reciclador, el mudo, debido a su experiencia en esta labor; de esta se formalizará su trabajo y trabajará ahora con mayores beneficios como estabilidad económica, mejores condiciones de seguridad, entre otros. Como se explicará en el siguiente capítulo, el mudo será contratado como trabajador dedicado a las labores en CTDF y, junto a los demás trabajadores, aprovechará los tiempos muertos en la labor de disposición final para recolectar el material inorgánico.

Ya en el largo plazo, y con un posible programa de "segregación en la fuente y recolección selectiva" implementado, se podrá contemplar la posibilidad de poner en marcha una planta de segregación y reciclaje dentro del CTDF para comercializar fibras sintéticas con un mayor valor económico, lo que generaría mayores puestos de trabajo para la población del distrito.

Capítulo 6

Nuevo plan de disposición final

A continuación se detallan las propuestas para la mejora y ampliación en el proceso de disposición final, las cuales deberán ser dirigidas por la coordinación de tratamiento y disposición final.

6.1. Estudio de pre-factibilidad

6.1.1. Estudio de viabilidad técnica

El proyecto contempla procesos adaptables demostrados y perfectamente funcionales para la realidad de San Miguel de El Faique. Cabe resaltar que, para la operación de cada proceso, se deberán llevarse a cabo programas de capacitación en las diversas tareas como se mencionó en el nuevo plan administrativo.

En primer lugar analicemos la disponibilidad de terreno. El distrito cuenta con una extensa área de terreno no aprovechado, incluyendo vastos terrenos pegados a los cerros o con características idóneas para ubicar el complejo. Incluso tenemos que el terreno colindante al botadero no infringe con ninguna regulación y puede ser adquirido.

En el año 2009 se llevó a cabo la construcción de la carretera "Buenos Aires - Canchaque", la cual se encuentra en muy buen estado y conecta a la ciudad de Piura con la ciudad de Canchaque en 3 horas, propiciando el comercio y fácil acceso entre ambas ciudades. El lugar de disposición final queda a 10 minutos de viaje en por una trocha carrozable conectada a la carretera mencionada por lo que llevar a la zona las maquinarias y equipos necesarios para la construcción no será problema. También existen en el mercado diversas empresas especializadas que proveen los implementos técnicos y administrativos necesarios para las labores dentro del complejo.

Finalmente, al contar con el respaldo de Camargo Correa, encontramos un experimentado proveedor para la construcción del Complejo de Tratamiento y Disposición Final.

6.1.2. Estudio de viabilidad socio-económica

En el aspecto social, vemos que en el Perú hay un denominador común: las poblaciones de zonas rurales muestran mayor respeto por la naturaleza que aquellas de zonas urbanas.

Por ello se espera que con planes de sensibilización adecuados se logre la aceptación conjunta de la población sin problema. Cabe resaltar además que desde ya se cuenta con el apoyo de la asociación de ganaderos Juan Velasco Alvarado, asociación productiva más grande e influyente del distrito, habiendo incluso donado 3 hectáreas para el proyecto.

En el aspecto económico, la Municipalidad cuenta con la capacidad necesaria para afrontar los gastos de operación del proyecto pero no para aportar el capital de inversión necesario. Sin embargo, para acceder a este capital, la infraestructura requerida podría ser donada por alguna empresa con operaciones en la zona como Camargo Correa u Odebrecht como parte de sus programas de responsabilidad social gracias a la Ley 29230, ley de Obras por Impuestos, donde la alcaldía tiene hasta S/. 8 000 000.00 (ocho millones y 00/100 nuevos soles) como presupuesto aprobado por el Ministerio de Economía y Finanzas MEF; de esta forma se el sector privado cubriría más del 70% del capital de inversión.

El capital inversión podría ser también captado concursando el proyecto al Fondo de Promoción a Inversión Pública Regional y Local FONIPREL del MEF, el cual considera como proyectos prioritarios aquellos enfocados a resolver problemas de saneamiento básico en la gestión de residuos sólidos.

Por último, los fondos de cooperación internacional apoyan en su gran mayoría a las iniciativas medio ambientales, como la cooperación alemana GIZ o la japonesa JICA, esta última, que asociada al Banco Interamericano de Desarrollo BID, ha otorgado al estado peruano un fondo de \$ 86 000 000.00.

6.1.3. Estudio de viabilidad ambiental

A continuación utilizaremos como herramienta la Matriz de Leopold para analizar los posibles impactos ambientales del Complejo de Tratamiento y Disposición Final, su magnitud e importancia. Gracias a ella, se podrá realizar la Declaración de Impactos Ambientales (DIA) donde se expondrán las acciones sugeridas para la mitigación o prevención de los impactos analizados.

1. Elaboración de la Matriz de Leopold

A continuación, en la **tabla38**, presentamos un cuadro explicativo de los valores que se deben tomar en cuenta para la magnitud y la importancia, - si perjudica y + si beneficia.

Tabla38: Valores de magnitud e importancia

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Valor	Duración	Influencia	Valor
Baja	Baja	+/- 1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	+/- 2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	+/- 3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	+/- 4	Temporal	Local	4
Media	Media	+/- 5	Media	Local	5
Media	Alta	+/- 6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	+/- 7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	+/- 8	Media	Regional	8
Alta	Alta	+/- 9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	+/- 10	Permanente	Nacional	10

Fuente: *Elaboración propia.*

2. Análisis del impacto ambiental del Complejo de Tratamiento y Disposición Final CTDF

Para analizar los posibles impactos a generarse debido al proyecto, los clasificaremos según su etapa de ejecución:

- 1. Construcción:** En esta se dará una gran cantidad de movimiento de tierras debido al tipo de obras a realizarse como la construcción de las celdas, lo que ocasionará gran cantidad de material particulado. Además, las maquinarias generarán contaminación acústica debido al ruido a producirse. Finalmente, la construcción causará el desplazamiento temporal de cobertura vegetal.
- 2. Operación:** en esta etapa también se ocasionará gran cantidad de material particulado debido a la continua labor de cobertura de las celdas. Si no se presenta una buena gestión, se podrán generar malos olores y la proliferación de vectores, o la infiltración de lixiviados y emisión de biogás a la atmósfera.

Finalmente, se emitirán de gases de combustión provenientes de los vehículos y maquinaria.

3. **Mantenimiento:** se deberá controlar residuos livianos que puedan ser arrastrados por el viento, tales como papeles y plásticos fuera del frente de trabajo. Además, se generarán nuevos residuos provenientes los cambios de equipos y herramientas obsoletos.
4. **Cierre y post cierre:** en esta etapa se podrían tener problemas de infiltración de aguas residuales y lixiviados en el subsuelo. Además el terreno queda inhabilitado como terreno productivo o urbanizable.

En la **tabla39** muestra la afectación de cada etapa al medio ambiente.

Tabla39: Etapas y sus posibles causas de afectación

Causas	Acciones			
	Construcción	Operación	Mantenimiento	Cierre y Post cierre
Deterioro del suelo	- 3 / 1	- 5 / 3	- 1 / 2	+ 5 / 3
Deterioro del agua	-	- 4 / 3	-	- 2 / 3
Deterioro del aire	- 3 / 1	- 1 / 3	- 2 / 2	+ 5 / 3
Deterioro de la flora	- 2 / 1	- 1 / 3	-	+ 7 / 3
Deterioro de la fauna	- 1 / 1	-	-	+ 3 / 3
Generación de residuos	- 2 / 1	+ 10 / 9	- 2 / 2	-
Ruido	- 4 / 1	- 2 / 3	- 1 / 2	-
Empleo	+ 6 / 5	+ 8 / 6	+ 4 / 2	+ 2 / 6

Fuente: *Elaboración propia.*

En la **tabla40** se muestra la matriz de Leopold para el complejo.

Tabla40: Matriz de Leopold para Complejo de Tratamiento y Disposición Final

Causas \ Acciones	Acciones						
	1	2	3	4	(+)	(-)	Impacto
Deterioro del suelo	- 3	- 15	- 2	+ 15	1	3	- 5
Deterioro del agua	-	- 12	-	- 6	0	2	- 18
Deterioro del aire	- 3	- 3	- 4	+ 15	1	3	+ 5
Deterioro de la flora	- 2	- 3	-	+ 21	1	2	+ 16
Deterioro de la fauna	- 1	-	-	+ 9	1	1	+ 8
Generación de residuos	- 2	+ 90	- 4	-	1	2	+ 84
Ruido	- 4	- 6	- 2	-	0	3	- 12
Empleo	+ 30	+ 48	+ 8	+ 12	4	0	+ 98
(+)	1	2	1	5	-	-	-
(-)	6	5	4	1	-	-	-
Impacto	+ 15	+ 99	- 4	+ 66	-	-	176

Fuente: *Elaboración propia.*

5. Declaración de impactos ambientales y medidas de mitigación o prevención

Los resultados de la matriz son claros, el proyecto es factible, pues el impacto final generado es positivo. En la **tabla41** se presentarán las medidas sugeridas de mitigación o prevención para los impactos negativos.

Tabla 41: Declaración de impactos ambientales y medidas de mitigación o prevención

Etapas	Impacto	Medida de mitigación o prevención
Construcción	Movimiento de tierra	La tierra movida será aprovechada como material de cobertura, además se regará constantemente las vías para evitar la dispersión de polvo.
	Generación de ruido	Implementación de cortina vegetal en el perímetro del predio como aislante. Además, protectores auditivos serán utilizados por los trabajadores de las áreas de mayor ruido. Ruido > 80 decibeles.
	Desplazamiento de cobertura vegetal	Reforestación con especies nativas como cortina vegetal.
	Emisión de gases	Mantenimiento de los equipos y la flota vehicular para la construcción.
Operación	Movimiento de tierra	Se regará constantemente las vías para evitar la dispersión de polvo.
	Generación de ruido	Cortina vegetal en el perímetro del predio como aislante.
	Generación de olores y/o proliferación de vectores	Se realizará un correcto soterramiento de los residuos en las celdas, se efectuarán fumigaciones y desratizaciones.
	Emisión de gases	El biogás de las celdas será captado a través de chimeneas o pozos para ser quemado. Se dará mantenimiento a los equipos y la flota vehicular.
	Infiltración de lixiviados	Serán captados a través de drenes para ser tratados.

Etapas	Impacto	Medida de mitigación o prevención
Mantenimiento	Generación de residuos	Los residuos asimilables a la competencia municipal serán integrados en el proceso; los demás, se tratarán o dispondrán de forma adecuada.
	Dispersión de residuos	Se implementará un proceso de limpieza interno que permita controlar residuos livianos que puedan ser arrastrados por el viento, tales como papeles y plásticos fuera del frente de trabajo, para lo cual se deberá contar con rejas u otros sistemas que permitan dicho control. Se deberá mantener limpia de residuos la superficie de la infraestructura, así como toda el área del emplazamiento y de los lugares vecinos, recogiendo permanentemente la fracción liviana que no pueda ser controlada. Asimismo, se deberán mantener la limpieza de al menos los últimos 500 metros de las vías de acceso al lugar de emplazamiento de la infraestructura. ¹
	Infiltración de lixiviados y aguas residuales	Tratamiento de aguas servidas en pozo séptico y en pozo percolador.
	Inhabilitación del terreno	Proyecto de reforestación incluido en el plan de cierre.

¹Recomendación de la "Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual" del Ministerio del Ambiente.
Fuente: *Elaboración propia*.

6.2. Diseño del proceso

6.2.1. Descripción del proceso

A continuación se detallan las propuestas para la mejora y ampliación en los procesos de recolección y transporte, las cuales deberán ser dirigidas por la coordinación de tratamiento y disposición final. Debido a las características de la demanda y del terreno, en el complejo se construirá un relleno sanitario manual y se utilizará el método de trincheras. Operará de 7:00 a las 15:00 horas.

"Su categorización como relleno sanitario manual, obedece al tipo de operación que se realiza en él, sin la necesidad del uso de maquinaria pesada para su funcionamiento, toda vez que el esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realiza mediante el uso de herramientas básicas como rastrillos, pisones manuales, carretillas, palas, entre otros. A continuación se detalla el proceso diario a seguir para su operación".(MINAM, 2011)

1. **Control de ingreso:** Todos los vehículos deberán ser registrados para llevar un control adecuado de su ingreso y de la cantidad de residuos que llegan al CTDF, para ello deberán pasar por una balanza. El encargado deberá llenar diariamente en un cuaderno el registro que se muestra en la **tabla 42**.

Tabla42: Tabla de registro de vehículos

Nº	Hora de ingreso	Tipo de vehículo	Número de placa	Nombre del conductor	Procedencia	Cantidad (t)
1						
2						
3						

Fuente: *Elaboración propia.*

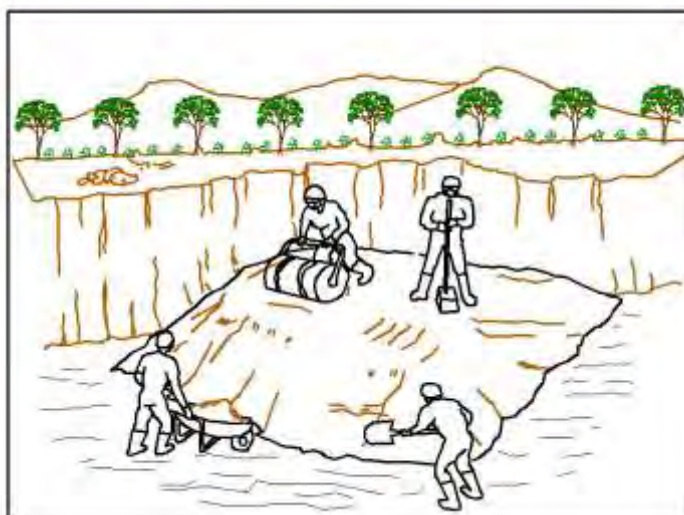
2. **Recepción de residuos:** las zonas a utilizar deben considerar un frente de trabajo del menor ancho posible que permita una adecuada operación y maniobra de los vehículos y equipos, así como para un buen desempeño del personal a fin que la descarga, el esparcido, la compactación y cobertura, sea segura y apropiada diariamente.
3. **Descarga:** la descarga de los residuos se realiza en el frente de trabajo, siguiendo el orden previsto para la conformación de las celdas, procediendo en forma inmediata a su confinamiento.
4. **Esparcido y compactación:** el esparcido de los residuos se efectuará en capas no mayores a 0,60 m, incluyendo la cobertura. La compactación en este caso se realiza con pisones manuales, rodillos compactadores. La compactación de residuos en forma manual se realizará hasta reducir la altura de la celda de residuos por lo menos en un 25%.
5. **Cobertura:** la cobertura de los residuos se realiza en forma diaria, utilizando material que cumpla con las características necesarias para impedir que los

gases generados por la descomposición de los residuos orgánicos emigren hacia el exterior en forma incontrolada, en capas compactadas de 0.20 m. de espesor como mínimo. El MINAM recomienda además que las celdas tengan un talud máximo de 1 a 3, es decir, que por cada metro de altura se avance 3 metros de forma horizontal. Para cobertura final se requiere de una capa de tierra de 0.6 m de espesor y se realizará en dos etapas, con capas de 0.30 m. con finalidad de cubrir posibles asentamientos que se produzcan en la superficie.

6. **Control de emisiones:** el biogás generado captado por las chimeneas será quemado oportunamente para reducir su efecto invernadero.

En la **figura 39** se muestra el trabajo de disposición final a realizarse.

Figura 39
Trabajo de disposición final



Fuente: MINAM.

6.2.2. Capacidad de la planta

Para calcular la capacidad requerida por la planta se deberá tener en cuenta los siguientes datos:

- Densidad calculada para los residuos sin compactar = 0.5 t/m^3
- Volumen del material de cobertura = 20% ¹
- Altura de las celdas = 4 m .²

En la **tabla43** se muestra el requerimiento de capacidad.

¹Estándar sugerido por el MINAM

²Ídem

Tabla43: Mejora de la oferta del proceso de recolección

Año	Total RSM (t/día)	Total RSM (t/año)	Volumen de los RSM (m3)	Volumen total: RSM+MC (m3)	Área de las celdas (m2)
1	13.343	4870.260	8117.099	9740.519	2435.130
2	13.507	4929.876	8216.460	9859.753	2464.938
3	13.673	4990.592	8317.654	9981.184	2495.296
4	13.841	5052.046	8420.077	10104.092	2526.023
5	14.012	5114.242	8523.737	10228.484	2557.121
6	14.185	5177.549	8629.248	10355.098	2588.774
7	14.360	5241.240	8735.401	10482.481	2620.620
8	14.536	5305.686	8842.810	10611.372	2652.843
9	14.716	5371.254	8952.090	10742.508	2685.627
10	14.898	5437.949	9063.249	10875.899	2718.975

Fuente: *Elaboración propia.*

El área requerida para todo el horizonte de evaluación se calcula en la **tabla44**.

Tabla44: Mejora de la oferta del proceso de recolección

Área total de las celdas (m ²)	% de áreas administrativas	Área total del Complejo de Tratamiento y Disposición Final (ha)
25745.348	35 ¹	3.5

¹ Estándar sugerido por el MINAM. Incluye: áreas administrativas como oficinas y baños, áreas para los procesos de reaprovechamiento, vías de acceso interno, área del material de cobertura, entre otros.

Fuente: *Elaboración propia.*

Si bien la capacidad requerida es de 3.5 hectáreas, se recomienda expandir el terreno a 5 hectáreas, pues siendo el primer Complejo de Tratamiento y Disposición Final funcionando con estándares apropiados en la zona, se podrá atender a los residuos sólidos provenientes de las ciudades cercanas como Canchaque y Palambra, ubicadas a

una distancia de 15 y 7 minutos de la ciudad, respectivamente; o ciudades de otras provincias como San Juan de Bigote de Morropón o Salitral de Sullana, ubicadas a 20 minutos del Complejo de Tratamiento y Disposición Final.

6.3. Localización de planta

Debido a las características de la ubicación actual, se sugiere, luego de una apropiada adecuación, erigir el complejo sobre el actual botadero, para lo cual se requerirá adquirir el terreno necesario de acuerdo a la capacidad calculada. Como se mencionó en el estudio de pre-factibilidad, se presenta suficiente terreno colindante para expandirse, siendo la mayoría de propiedad municipal y el resto sin uso actual.

6.3.1. Análisis de criterios de restricción

Para garantizar que el terreno sea apto para localizar el complejo, en la **tabla45** se analiza su cumplimiento con los criterios de restricción exigidos por el Ministerio del Ambiente.

Tabla45: Análisis de criterios de restricción del terreno

Ítem	Criterio	Reglamento de la Ley N° 27314	Calificación
1	Distancia a la población	> 1000 metros	Cumple
2	Distancia a granjas de crianza de animales	> 1000 metros	Cumple
3	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	>3000 metros	Cumple
4	Vida útil del terreno	> 5 años	Cumple
5	Fallas geológicas, áreas inestables	Inexistencia de fallas geológicas o área inestable	Cumple

Fuente: *Elaboración propia.*

6.3.2. Análisis de criterios de selección

Además, en la **tabla46**, se analizan también los criterios de selección para verificar la idoneidad del terreno según presente características favorables para el proyecto.

Tabla46: Análisis de criterios de selección del terreno

Ítem	Criterio	Detalle
1	Uso actual del suelo y del área de influencia	Una parte es usada como botadero municipal y la otra es terreno eriazo forestal de sierra
2	Propiedad del terreno	Público y privado
3	Accesibilidad al sitio	Trocha carrozable que conecta en 10 minutos a la carretera "Buenos Aires - Canchaque"
4	Pendiente del terreno	Mayormente plano con pendientes moderadas
5	Material de cobertura	Suficiente para el horizonte del proyecto
6	Opinión pública	A favor
7	Área natural protegida	No
8	Área arqueológica	No
9	Barrera sanitaria	Lomas que cercan un lado del perímetro
10	Vulnerabilidad	Es poco vulnerable ante desastres naturales
11	Planes de expansión urbana	No se encuentra dentro de los planes distritales ni provinciales de extensión del casco urbano ni acondicionamiento territorial
12	Pasivos ambientales	No existen

Fuente: *Elaboración propia.*

En la **figura40**, se muestra una foto donde se puede apreciar las características favorables del terreno como la barrera sanitaria natural y la disponibilidad del material de cobertura.

Figura 40
Terreno para el Complejo de Disposición Final



Fuente: *Elaboración propia.*

6.4. Disposición en planta

Para diseñar la disposición óptima del Complejo de Tratamiento y Disposición Final utilizaremos el método relacional de actividades y el método relacional de espacios.

6.4.1. Método relacional de actividades

Este método presenta las relaciones entre las diferentes instalaciones y su nivel de importancia. Primero listaremos las instalaciones recomendadas para un correcto funcionamiento del proceso de disposición final.

De tipo administrativas:

1. Oficinas
2. Estacionamientos
3. Garita de control
4. Zona de pesaje
5. Almacén
6. Baños y vestuario
7. Vías de acceso exterior e interior
8. Zona libre de seguridad
9. Zona de reaprovechamiento

De tipo operativas:

10. Celdas para disposición de residuos
11. Zona de material de cobertura
12. Tratamiento de lixiviados y aguas residuales

Ahora utilizaremos la leyenda de la **tabla 47** que nos dirá las relaciones que pueden existir entre cada instalación y las razones de la relación; estas últimas se muestran en la **tabla 48**.

Tabla47: Relaciones entre instalaciones

Letra	Descripción
A	Es absolutamente esencial que las 2 áreas se coloquen juntas
E	Es esencial que las 2 áreas se coloquen juntas
I	Es importante que las 2 áreas se coloquen juntas
O	Si es posible se colocan esas 2 áreas juntas
U	No es importante que se coloquen juntas
X	No es deseable que se coloquen juntas

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla48: Razones de las relaciones entre instalaciones

Código	Razón
1	Flujo de materiales
2	Conveniente
3	Fácil manejo
4	Contacto necesario
5	Ahorro de tiempo en el traslado del producto
6	No es necesario que estén cerca

Fuente: *Elaboración propia.*

En la **figura 41** se observa el diagrama relacional de actividades, indicando el tipo de relaciones y sus razones que permitirá diseñar una adecuada disposición de todas las instalaciones necesarias.

6.4.2. Método relacional de espacios

Registra los niveles de importancia o de proximidad de las actividades realizadas en cada instalación en un bosquejo de la distribución. En la **tabla 49** se explica la simbología necesaria para representar cada actividad.

Tabla49: Tipos de actividad

Símbolo	Significado
	Operación
	Desplazamiento
	Almacenamiento
	Demora o espera
	Oficinas
	Servicios
	Control

Fuente: *Elaboración propia.*

Según sea la relación entre las actividades, los símbolos van unidos por líneas de diferentes colores cuya leyenda se muestra en la **tabla 50**.

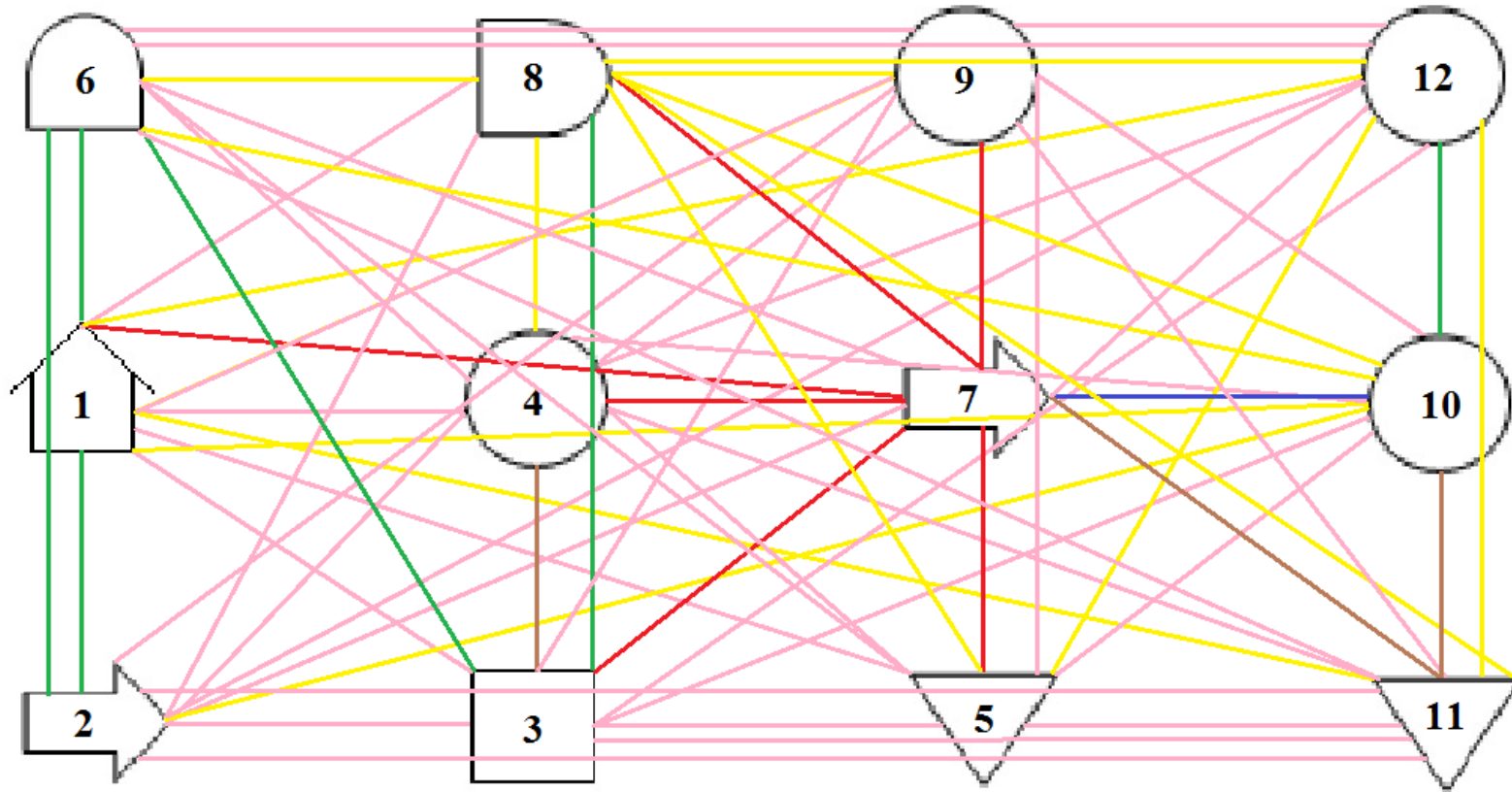
Tabla50: Leyenda de las líneas de relación

Letra	A	E	I	O	U	X
Color	Azul	Marrón	Rojo	Verde	Rosado	Amarillo

Fuente: *Elaboración propia.*

En la **figura 42** se puede observar el resultado del proceso mencionado. Se muestra la distribución física de cada una de las actividades dentro del área destinada para la planta de tal manera que se obtengan mayores beneficios.

Figura 42
Diagrama relacional de espacios

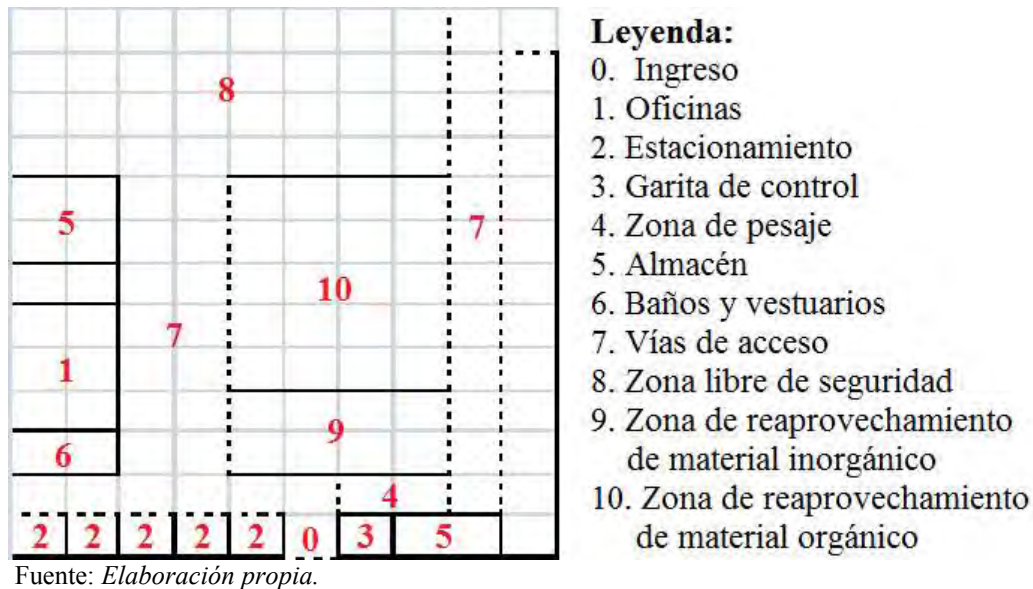


Fuente: *Elaboración propia*

6.4.3. Mapa de disposición en planta

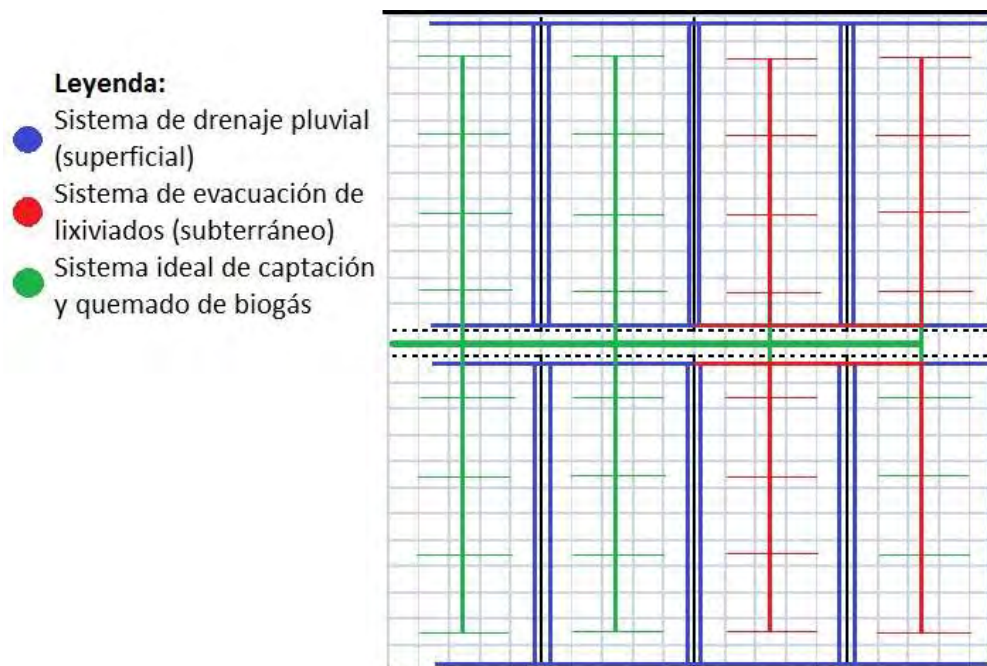
En la **figura 43** se detalla la distribución de las instalaciones de tipo administrativo y las futuras instalaciones para el proceso de reaprovechamiento.

Figura 43
Zona administrativa y del proceso de reaprovechamiento



En la **figura 44** se muestra la distribución de las instalaciones para el correcto funcionamiento de las celdas de disposición.

Figura 44
Instalaciones en las celdas de disposición



Para la disposición de los residuos, las celdas se irán construyendo según sean necesarias; utilizando, mientras tanto, su espacio para depositar, como material de cobertura, la tierra excavada de las celdas en operación. Cada celda tendrá una capacidad de 1100 m² (20 m de ancho y 55 m de largo). Además, a su alrededor, se contará con espacio suficiente para implementar:

- a. **El sistema de drenaje pluvial:** canales superficiales que rodean la celda que permiten la evacuación de las precipitaciones, llevando el agua hasta un reservorio o a la planta de tratamiento de aguas residuales.
- b. **El sistema de evacuación de lixiviados:** red de tuberías ubicadas en el fondo de cada celda que captarán los lixiviados y los evacuarán a su planta de tratamiento. Además se llevará a cabo, a través de bombas eléctricas, la recirculación de los líquidos percolados hacia las celdas, especialmente en épocas de precipitaciones.

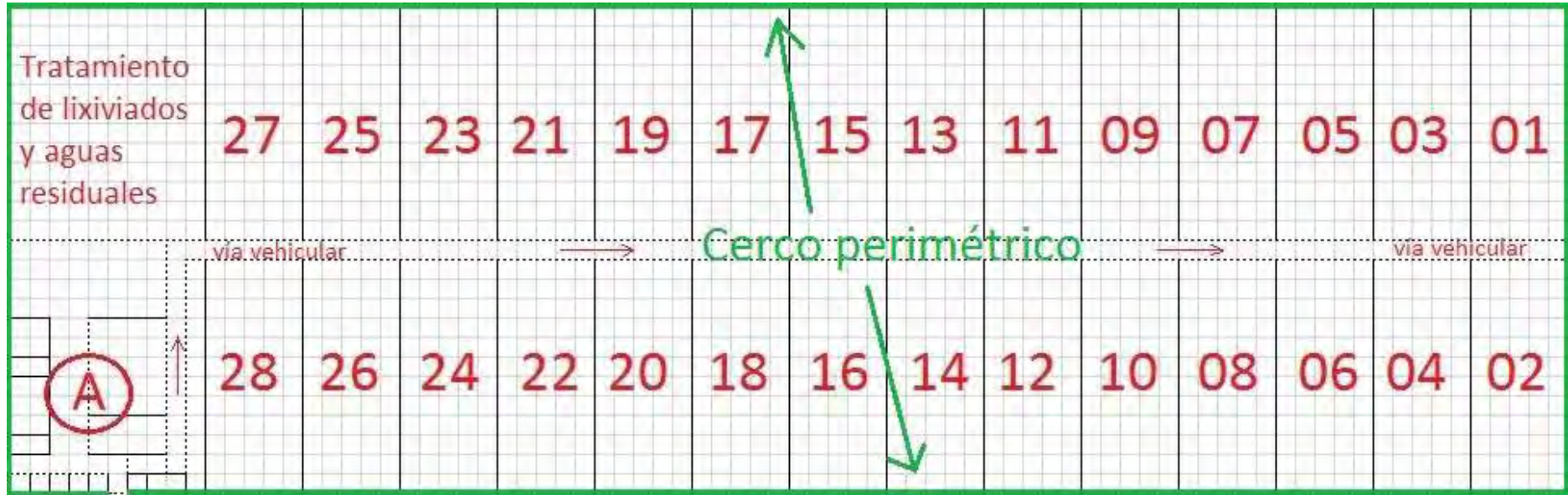
Para el tratamiento de lixiviados y aguas residuales se sugiere la construcción de las siguientes 6 lagunas de tratamiento:

- 1 laguna de sedimentación y homogeneización.
 - 1 laguna de tratamiento biológico anaeróbico.
 - 1 laguna de tratamiento biológico aeróbico.
 - 1 laguna de sedimentación y clarificación.
 - 2 lagunas de filtros de postratamiento con vegetación palustre.
- c. **El sistema ideal de captación y quemado biogás:** se basa en un gaseoducto que cuenta con una troncal principal, troncales secundarias en cada celda y sus ramificaciones correspondientes terminadas en pozos de captación con sistemas de monitoreo de biogás.

En las celdas iniciales se deberán implementar chimeneas pequeñas para desarrollar la función de quemado del biogás. Cuando el volumen de biogás generado sea considerable y se cuente con el financiamiento necesario, será conveniente implementar el sistema ideal de captación y quemado de biogás utilizando un "Flare" para el quemado centralizado del gas.

En la **figura 45** se muestra el mapa sugerido de disposición en planta para todo el complejo. La zona "A" concierne a donde se ubican las instalaciones de tipo administrativo y las futuras instalaciones para el proceso de reaprovechamiento.

Figura 45
Mapa de disposición en planta



Legenda:

Cada cuadrado mide 25 m^2 . El área total del complejo es de 5 has (400 m de ancho y 125 m largo).

Fuente: *Elaboración propia.*

6.5. Especificación de maquinaria, equipos y herramientas

Como se indicó, para las operaciones diarias de disposición final se requerirá de:

- Rastrillos para esparcir la basura y escarbar el material de cobertura.
- Palas para llenar las carretillas con el material de cobertura.
- Carretillas para transportar el material de cobertura y los residuos esparcidos por el viento.
- Pisones y rodillos manuales para compactar en las celdas.

También se requerirá de los siguientes equipos de protección personal: respiradores con filtro para polvo y gases, lentes de protección, guantes de cuero, casco de protección, pantalones, camisaco, botas de jebe y ponchos impermeables con capucha para la lluvia

6.6. Requerimientos de personal y determinación de sueldos

El complejo requiere en primer lugar de una persona para ocupar la posición de vigilante, quien además llevará el control del ingreso de los vehículos y personas; este vigilante recibirá un sueldo de S/. 750.00 mensuales y trabajará dentro del complejo de lunes a las sábado desde las 7:00 hasta las 15:00 horas.

Además el actual operario que está 100% dedicado en el complejo, ahora supervisará el buen funcionamiento de todas las instalaciones y realizará las labores de disposición de los residuos. Se le subirá el sueldo a S/. 800.00 mensuales y trabajará dentro del complejo de lunes a las sábado desde las 7:00 hasta las 15:00 horas.

Como trabajadores en las labores de disposición se tendrá además de lunes a sábado al ayudante de recolección de la zona II quién laborará en el complejo de 8:00 a 14:15 y al chofer del moto furgón de la zona I quién laborará en el complejo de 10:30 a 15:00. Sus sueldos fueron indicados en el capítulo anterior.

6.7. Mantenimiento

Para una correcta operación se deberá reponer: las carretillas, los cascos y los ponchos impermeables anualmente; las palas, rastrillos, pisones, rodillos, lentes, pantalones y botas semestralmente; los guantes cada dos meses y el respirador quincenalmente.

Capítulo 7

Análisis económico y financiero

7.1. Supuestos

Para la evaluación económica y financiera del proyecto también tomaremos un horizonte de tiempo de 10 años y se asumirá lo siguiente:

- Se asumen los costos sugeridos por el MINAM¹, las cotizaciones realizadas en el sitio de web de consulta de Sodimac² y las que se muestran en el anexo A.
- Se asume que los trabajadores requeridos, a excepción del director del área, serán contratados a través de una "service", evitando brindar directamente los beneficios sociales.
- Se asume que la Municipalidad otorgará la infraestructura de la oficina donde funcionará la Dirección de Limpieza Pública en la ciudad, la cual deberá ser equipada para operar. En ella trabajarán los coordinadores de barrido y almacenamiento y de recolección y transporte.
- Se asume que todos los equipos y herramientas actuales de la labor de limpieza pública se encuentran obsoletos, a excepción del camión baranda de la ciudad. Por ello el proyecto considerará el nuevo equipamiento de ellos para el año 0
- Se asume que al contratar los servicios de los jinetes que recolectarán los residuos en las zonas III y V, estos poseerán su propia acémila con alforja.
- Se asume que los moto furgón transitarán a una velocidad promedio de 40 km/h y los camiones baranda a 60 km/h. Además tomaremos un rendimiento promedio de los moto furgones de 12 km/galón de gasolina³, del camión baranda Hino de 7.32 km/litro o 27.6 km/galón de petróleo⁴ y del camión baranda Kia de 46 km/galón de petróleo⁵. Así tenemos el siguiente requerimiento diario de combustible:

¹(Ambiente & USAID, 2013)

²<http://www.sodimac.com.pe/buscar/consulta-de-producto>

³Anexo 2

⁴Anexo 3

⁵<http://tecnoautos.com/automoviles/fichas-tecnicas/ficha-tecnica-del-kia-k2700-workhorse-tipper-ensamblado-en-2007/>

- Requerimiento de combustible: $\text{velocidad} \times \text{tiempo} / \text{rendimiento}$
- Moto zona I: $40 \text{ km/h} \times 3.5 \text{ h} / 12 \text{ km/gal} = 10 \text{ galones.}$
- Motos zona II: $2 \times 40 \text{ km} \times 3.75 \text{ h} / 12 \text{ km/gal} = 25 \text{ galones.}$
- Motos zona III: $2 \times 40 \text{ km} \times 5.5 \text{ h} / 12 \text{ km/gal} = 36.7 \text{ galones.}$
- Camión zona II: $60 \text{ km} \times 8 \text{ h} / 27.6 \text{ km/gal} = 17.4 \text{ galones.}$
- Camión zona IV: $60 \text{ km} \times 7.5 \text{ h} / 46 \text{ km/gal} = 9.78 \text{ galones.}$
- Camión zona IV: $60 \text{ km} \times 10 \text{ h} / 46 \text{ km/gal} = 13.04 \text{ galones.}$
- Se asume que el combustible será comprado en cantidad a un mejor precio en el establecimiento Tranquilino Carrasco Silva a S/. 14.00 el gasohol y S/. 13.45 el petróleo como se muestra en el anexo D.
- Se asume que todas las instalaciones, maquinaria o equipos que no tengan un plan de mantenimiento definido durarán para todo el horizonte de tiempo.
- Para calcular los ingresos por concepto de prestación del servicio de disposición final de los residuos sólidos generados en las poblaciones urbanas de Canchaque, Palambla, Salitral y San Juan de Bigote asumiremos los siguientes datos:
 - GPC: $0.58 \text{ kg/día/habitante}^6$
 - Población urbana de Canchaque y Palambla: 1684 habitantes⁷
 - Población urbana de Salitral: 5,607 habitantes⁸
 - Población urbana de San Juan de Bigote: 3,627 habitantes⁹
 - Costo de residuos dispuestos: S/. 100.00 por tonelada¹⁰
 - Proyección de recaudación:
 - Año 1: 50%
 - Año 2: 60%
 - Año 3: 70%
 - Año 4 - 10: 80%
- Para calcular los ingresos por concepto de venta de materiales se asumirá que los trabajadores encargados de la disposición llegarán a separar, de forma manual, el 60% de la fracción de material inorgánico aprovechable para su próxima comercialización, tomando como base la misma proporción hallada para San Miguel de El Faique. Además tomaremos los siguientes datos revisados en el curso dictado por el MINAM¹¹:
 - Precio del papel: S/. 0.5 por kilo
 - Precio del cartón: S/. 0.175 por kilo
 - Precio del plástico: S/. 0.9 por kilo
 - Precio del metal: S/. 0.9 por kilo
 - Celulosa: Papel + cartón (50-50)
- Se asume que gracias a los programas de sensibilización se logrará una recaudación tributaria de S/. 10.00 mensuales por familia por concepto de limpieza pública, tomando cada familia compuesta por 5 personas.
- Se asume que el municipio podrá asumir el presupuesto necesario que no sea cubierto por los ingresos propios del proyecto.
- Se asume un cambio de moneda a un equivalente de S/. 2.80 por dólar.

⁶Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA - Cifras Ambientales 2012

⁷ Instituto Nacional de Estadística e Información INEI - Censo nacional 2007

⁸ Ídem

⁹ Ídem

¹⁰ Precio que cobra el botadero controlado de la Municipalidad Provincial de Piura

¹¹ (Ambiente & USAID, 2013)

7.2. Inversión

7.2.1. Proceso administrativo

En la **tabla 51** se aprecia el monto y los conceptos de inversión para la mejora y ampliación según proceso.

Tabla 51: Inversión en la mejora y ampliación del servicio

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Proceso administrativo				S/. 58550.00	
1	Capacitación al personal ejecutivo para la elaboración del Plan de Manejo de Residuos Sólidos y el Plan Operativo Anual	Consultoría	1	15 000	15 000.00
2	Capacitación al personal obrero	Módulo	1	10 000	10 000.00
3	Diseño e implementación de un plan piloto para la sensibilización en manejo de residuos sólidos locales comerciales y educativos	Consultoría	1	3500	3500.00
4	Elaboración y colocación de paneles de sensibilización	Unidad	10	1000	10 000.00
5	Diseño de boletines para el fomento de buenas prácticas ambientales	Millar	10	700	7000.00
6	Equipos de cómputo	Computadoras	4	2000	8000.00
7	Puntos de red	Unidad	10	50	500.00
8	Ventiladores de piso	Unidad	5	200	1000.00
9	Ventiladores de techo	Unidad	3	300	900.00
10	Muebles archivadores	Unidad	2	600	1200.00
11	Impresora multifuncional	Unidad	1	450	450.00
12	Obrero para instalación	Obrero	1	500	500.00
13	Papelería	Unidad	1	500	500.00

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Procesos de barrido y almacenamiento				S/. 134485.44	
1	Conos de seguridad 18"	Unidad	92	15.90	1462.80
2	Escoba baja policía	Unidad	1104	11.90	13137.60
3	Recogedor de basura	Unidad	552	5.90	3256.80
4	Contenedor móvil 120 litros	Unidad	92	285.90	26302.80
5	Camisaco 100% algodón	Unidad	92	55.00	5060.00
6	Gorro taslan tejido	Unidad	92	9.90	910.80
7	Chaleco malla reflectante	Unidad	92	6.50	598.00
8	Botas gladiador cuero	Par	92	79.90	7350.80
9	Guantes respirables de KPG	Par	552	13.00	7176.00
10	Pantalones drill	Par	92	44.00	4048.00
11	Mascarilla antipolvo	Unidad	14352	1.42	20379.84
12	Trinches	Unidad	80	22.90	1832.00
13	Pinzas	Par	480	12.00	5760.00
14	Contenedor 1100 litros	Unidad	5	1390.00	6950.00
15	Contenedor 660 litros	Unidad	34	890.00	30260.00
Procesos de recolección y transporte				S/. 251 598.02	
1	Moto furgones	Unidad	5	8990.00	44950.00
2	Camión baranda 1.295 t	Unidad	2	53 452.00	106 904.00
3	Camión baranda 3.6 t	Unidad	1	64 120.00	64 120.00
4	Construcción ET	Obra	1	25000.00	25000.00
5	Botas gladiador cuero	Par	26	79.90	2077.40
6	Guantes de cuero	Par	26	14.15	367.90
7	Mascarilla antipolvo	Unidad	4056	1.42	5759.52

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
8	Pantalones drill	Par	26	44.00	1144.00
9	Gorro taslan tejido	Unidad	32	9.90	316.80
10	Polo blanco con logo	Unidad	32	8.50	272.00
11	Chaleco malla reflectante	Unidad	26	6.50	169.00
12	Lentes Landscaper	Par	26	19.90	517.40
Procesos de disposición final				S/. 2 377 302.90	
1	Oficinas	Obra	1	37077.82	37077.82
2	Estacionamientos	Obra	1	2500.00	2500.00
3	Garita de control	Obra	1	7141.15	7141.15
4	Zona de pesaje	Obra	1	45000.00	45000.00
5	Almacén	Obra	2	7945.25	15890.50
6	Baños y vestuario	Obra	1	29822.22	29822.22
7	Vías de acceso exterior e interior	Obra	1	39275.38	39275.38
8	Cerco perimétrico	Obra	1	29934.22	29934.22
9	Celdas para disposición	Unidad	28	73769.75	2065553.00
10	Drenaje pluvial y reservorio de agua	Obra	1	4798.91	4798.91
11	Lagunas para lixiviados y aguas residuales	Obra	1	64865.36	64865.36
12	Sistema de chimeneas	Obra	28	1173.73	32864.44
13	Rastrillo	Unidad	3	24.90	74.70
14	Pala	Unidad	3	19.90	59.70
15	Carretilla	Unidad	2	134.90	269.80
16	Pisón	Unidad	6	17.00	102.00

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
17	Rodillo	Unidad	6	23.00	138.00
18	Respirador dos vías	Unidad	72	14.90	1072.80
19	Casco de protección	Unidad	3	4.40	13.20
20	Guantes de cuero	Par	6	14.15	84.90
21	Pantalones drill	Par	4	44.00	176.00
22	Botas gladiator cuero	Par	4	79.90	319.60
23	Poncho impermeable	Unidad	4	38.90	155.60
24	Lentes Landscaper	Par	4	19.90	79.60
25	Polo blanco con logo	Unidad	4	8.50	34.00
Total				S/. 2 821 936.36	

Fuente: *Elaboración propia.*

7.3. Egresos

7.3.1. Gasto de operación

En la **tabla52** se aprecia el monto y los conceptos del gasto de operación del servicio de limpieza pública mejorado y ampliado según proceso.

Tabla 52: Gasto de operación del servicio mejorado y ampliado

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Proceso administrativo				S/. 136631.25	
1	Director	Sueldo	12	2500.00	30 000.00
2	Director	CTS (17%)	1	2925.00	2925.00
3	Director	ESSALUD y AFP (9 - 10 %)	12	475.00	5700.00
4	Director	Vacaciones	1	2500.00	2500.00
5	Coordinadores	Sueldo	24	2000.00	48 000.00

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
6	Secretaria	Sueldo	12	750.00	9000.00
7	Papelería y útiles de escritorio	Unidad	12	500.00	6000.00
8	Servicios (Luz, agua, internet)	Servicio	12	500.00	6000.00
9	Campaña de sensibilización	Campaña	2	10 000.00	20000.00
10	Imprevistos (5%)	Unidad	1	6506.25	6506.25
Proceso de barrido y almacenamiento				S/. 414000.00	
1	Barredor	Sueldo	552	750.00	414 000
Proceso de recolección y transporte				S/. 646 079.40	
1	Chofer moto furgón zona I	Sueldo	12	1000.00	12 000.00
2	Chofer moto furgón zona II	Sueldo	24	500.00	12000.00
3	Chofer camión zona II	Sueldo	12	1800.00	21 600.00
4	Ayudante zona II	Sueldo	24	800.00	19 200.00
5	Chofer moto furgón zona III	Sueldo	24	687.50	16 500.00
6	Jinete Lúcumo Huasimal	Sueldo	12	500.00	6000.00
7	Jinete Ñangay	Sueldo	12	200.00	2400.00
8	Chofer camión zona IV	Sueldo	12	1687.50	20 250.00
9	Ayudante zona IV	Sueldo	12	450.00	5400.00

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
10	Chofer camión zona V	Sueldo	12	2000.00	24 000.00
11	Ayudante zona V	Sueldo	12	750.00	9000.00
12	Jinete zona V	Sueldo	24	375.00	9000.00
13	Aceites	Galón	60	50.00	3000.00
14	Petróleo	Galón	12548.64	13.75	172543.80
15	Gasohol	Galón	22370.4	14.00	313185.60
Proceso de disposición final				S/.18600.00	
1	Ayudante del complejo	Sueldo	12	800.00	9600.00
2	Vigilante	Sueldo	12	750.00	9000.00
Total				S/. 1 215 310.65	

Fuente: *Elaboración propia.*

7.3.2. Gasto de mantenimiento

En la **tabla53** se aprecia el monto y los conceptos del gasto de mantenimiento del servicio de limpieza pública mejorado y ampliado según proceso.

Tabla 53: Gasto de mantenimiento del servicio mejorado y ampliado

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Proceso de barrido y almacenamiento				S/. 115 880.44	
1	Conos de seguridad 18"	Unidad	92	15.90	1462.80
2	Escoba baja policía	Unidad	1104	11.90	13 137.60

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
3	Recogedor de basura	Unidad	552	5.90	3256.80
4	Contenedor 120 litros	Unidad	92	285.90	26 302.80
5	Camisaco 100% algodón	Unidad	92	55.00	5060.00
6	Gorro taslan tejido	Unidad	92	9.90	910.80
7	Chaleco malla reflectante	Unidad	92	6.50	598.00
8	Botas gladiator cuero	Par	92	79.90	7350.80
9	Guantes respirables de KPG	Par	552	13.00	7176.00
10	Pantalones drill	Unidad	92	44.00	4048.00
11	Mascarilla antipolvo	Unidad	14352	1.42	20 379.84
12	Trinches	Unidad	80	22.90	1832.00
13	Pinzas	Par	480	12.00	5760.00
14	Contenedor 1100 litros (anual)	Unidad	5	695.00	3475.00
15	Contenedor 660 litros (anual)	Unidad	34	445.00	15 130.00
Proceso de recolección y transporte				S/. 22643.82	
1	Mantenimiento de vehículos	Servicio	12	1000.00	12000.00
2	Botas gladiator cuero	Par	26	79.90	2 077.40
3	Guantes de cuero	Par	26	14.15	367.90
4	Mascarilla antipolvo	Unidad	4 056	1.42	5759.52
5	Pantalones drill	Par	26	44.00	1144.00

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
6	Gorro taslan tejido	Unidad	34	9.90	336.60
7	Polo blanco con logo	Unidad	32	8.50	272.00
8	Chaleco malla reflectante	Unidad	26	6.50	169.00
9	Lentes Landscaper	Par	26	19.90	517.40
Proceso de disposición final				S/. 2579.90	
1	Rastrillo	Unidad	3	24.90	74.70
2	Pala	Unidad	3	19.90	59.70
3	Carretilla	Unidad	2	134.90	269.80
4	Pisón	Unidad	6	17.00	102.00
5	Rodillo	Unidad	6	23.00	138.00
6	Respirador dos vías	Unidad	72	14.90	1072.80
7	Casco de protección	Unidad	3	4.40	13.20
8	Guantes de cuero	Par	6	14.15	84.90
9	Pantalones drill	Par	4	44.00	176.00
10	Botas gladiador cuero	Par	4	79.90	319.60
11	Poncho impermeable	Unidad	4	38.90	155.60
12	Lentes Landscaper	Par	4	19.90	79.60
13	Polo blanco con logo	Unidad	4	8.50	34.00
Total				S/. 141104.16	

Fuente: *Elaboración propia.*

7.4. Ingresos

7.4.1. Por prestación del servicio de disposición final

En la **tabla54** se muestran la proyección de ingresos por concepto de prestación del servicio de disposición final de los residuos generados por las poblaciones urbanas de Canchaque, Palambla, Salitral y San Juan de Bigote.

Tabla 54:Proyección de ingresos por prestación del servicio de disposición final

Año	Población (hab)	GPC (t/día×hab)	Generación (t/año)	Proyección de recaudación (%)	Residuos dispuestos (t/año)	Ingresos (S/. / año)
1	10918	0.580	2311.34	50	1155.67	115567.03
2	11355	0.586	2427.89	60	1456.74	145673.52
3	11810	0.592	2550.43	70	1785.30	178530.14
4	12283	0.598	2679.10	80	2143.28	214328.25
5	12775	0.604	2814.28	80	2251.42	225142.38
6	13286	0.610	2956.12	80	2364.90	236489.55
7	13818	0.616	3105.23	80	2484.19	248418.70
8	14371	0.622	3261.80	80	2609.44	260944.08
9	14946	0.628	3426.23	80	2740.99	274098.60
10	15544	0.634	3598.95	80	2879.16	287916.13

Fuente: *Elaboración propia.*

7.4.2. Por venta de materiales inorgánicos

En la **tabla55** se muestran la proyección de ingresos por concepto de venta de materiales inorgánicos.

Tabla 55: Proyección de ingresos por venta de materiales inorgánicos

Año	RSM totales (t/año)	Fracción inorgánica generada (t/año)	Fracción inorgánica segregada (t/año)	Celulosa (t/año)	Plástico (t/año)	Metal (t/año)	Total de ingresos anuales (S/.)
1	6025.87	497.133887	298.28	98.16	100.87	99.25	213 236.54
2	6386.79	526.910193	316.15	104.04	106.91	105.19	226 008.55
3	6775.95	559.015577	335.41	110.38	113.43	111.60	239 779.57
4	7195.25	593.607919	356.16	117.21	120.45	118.51	254 617.32
5	7365.80	607.678812	364.61	119.99	123.30	121.31	260 652.78
6	7542.42	622.249694	373.35	122.87	126.26	124.22	266 902.69
7	7725.59	637.360923	382.42	125.85	129.33	127.24	273 384.38
8	7915.08	652.994167	391.80	128.94	132.50	130.36	280 089.98
9	8112.33	669.266893	401.56	132.15	135.80	133.61	287 069.87
10	8316.93	686.146833	411.69	135.48	139.23	136.98	294 310.21

Fuente: *Elaboración propia.*

7.5. Flujo de caja proyectado

En la **tabla56** se muestra el flujo de caja proyectado para todo el horizonte de tiempo del proyecto.

Tabla 56: Flujo de caja proyectado

Mejoramiento y ampliación del servicio de limpieza de la Municipalidad Distrital de San Miguel de El Faique		Año											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ingresos	Prestación del servicio de disposición final		S/. 115,567.03	S/. 145,673.52	S/. 178,530.14	S/. 214,328.25	S/. 225,142.38	S/. 236,489.55	S/. 248,418.70	S/. 260,944.08	S/. 274,098.60	S/. 287,916.13	
	Venta de materiales inorgánicos		S/. 213,236.54	S/. 226,008.55	S/. 239,779.57	S/. 254,617.32	S/. 260,652.78	S/. 266,902.69	S/. 273,384.38	S/. 280,089.98	S/. 287,069.87	S/. 294,310.21	
	Recaudación tributaria		S/. 236,640.00	S/. 236,760.00	S/. 236,880.00	S/. 237,000.00	S/. 237,000.00	S/. 237,120.00	S/. 237,240.00	S/. 237,360.00	S/. 237,480.00	S/. 237,480.00	
	Total de ingresos		S/. 565,443.57	S/. 608,442.07	S/. 655,189.71	S/. 705,945.57	S/. 722,795.16	S/. 740,512.25	S/. 759,043.07	S/. 778,394.06	S/. 798,648.46	S/. 819,706.34	
Egresos	<i>Gasto de operación</i>		S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	S/. 1,215,310.65	
	Proceso administrativo		S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	S/. 136,631.25	
	Procesos de barrido y almacenamiento		S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	S/. 414,000.00	
	Procesos de recolección y transporte		S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	S/. 646,079.40	
	Proceso de disposición final		S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	S/. 18,600.00	
	<i>Gasto de mantenimiento</i>		S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	S/. 141,104.16	
	Procesos de barrido y almacenamiento		S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	S/. 115,880.44	
	Procesos de recolección y transporte		S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	S/. 22,643.82	
	Proceso de disposición final		S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	S/. 2,579.90	
	Total de egresos		S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	S/. 1,356,414.81	
	Inversión	Proceso administrativo	S/. 58,550.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
		Procesos de barrido y almacenamiento	S/. 134,485.44	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
		Procesos de recolección y transporte	S/. 187,478.02	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 215,974.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 215,974.00
Proceso de disposición final		S/. 2,377,302.90	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	
Total de inversión		S/. 2,757,816.36	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 215,974.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 215,974.00	
Saldo	-S/. 2,757,816.36	-S/. 790,971.24	-S/. 747,972.74	-S/. 701,225.10	-S/. 650,469.24	-S/. 849,593.65	-S/. 615,902.56	-S/. 597,371.74	-S/. 578,020.75	-S/. 557,766.35	-S/. 752,682.47		

Fuente: *Elaboración propia.*

Conclusiones

A continuación, se enumeran las principales conclusiones del proyecto.

1. La tesis presenta una propuesta de mejora del servicio de limpieza pública actual, observando también el incremento en los rendimientos de los procesos:
 - **Proceso de barrido:** de 4.52% de cobertura en el distrito a 100% durante los primeros 5 años del horizonte de tiempo y más de 96% durante el resto; y de 36.53% de cobertura en la ciudad a 100%.
 - **Proceso de almacenamiento:** de 20.92% de cobertura en el distrito a 100% durante todo el horizonte de tiempo.
 - **Proceso de recolección:** de 11.70% de cobertura en el distrito a más del 80% durante los primeros 8 años del horizonte de tiempo y más del 78% durante el resto; y de 51.12% de cobertura en la ciudad a 100%.
 - **Proceso de transporte:** diseño de una estación de transferencia.
2. La tesis presenta también una propuesta de ampliación al incluir los nuevos procesos formales y adecuados de reaprovechamiento y disposición final.
3. La propuesta propicia una estrategia de desarrollo económico y social para las familias del distrito, pues proporcionaría la apertura de 58 nuevos puestos de trabajo estables, formales y con adecuadas condiciones laborales. En total se estarían ofreciendo 68 puestos de trabajo para mano de obra calificada y no calificada. También propicia la mejora de la calidad de vida de la población del distrito a través de la promoción de un medio ambiente más saludable, tomando en cuenta tanto la gestión pública como la participación ciudadana.
4. La propuesta contempla la protección y cuidado del medio ambiente y de los servicios ecosistémicos, eliminando los puntos críticos contaminados, control de los gases de efecto invernadero y promoción de la reutilización de materiales reciclables.

5. El proyecto una vez implementado sería económicamente sostenible siempre y cuando se den los mecanismos necesarios para generar ingresos como la venta de material inorgánico, prestación del servicio de disposición final, recaudación tributaria y otros, o el municipio acepte cubrir el déficit del nuevo presupuesto.
6. La propuesta elaborada cumple con la normativa peruana vigente y cuenta con la aprobación del Ministerio del Ambiente al haber ganado el Premio Nacional Ecoeficiencia Empresarial 2013 en la categoría de Proyectos de Ecoeficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos otorgado por dicha autoridad.
7. Las características económicas y sociales del distrito de San Miguel de El Faique permiten que este tipo de proyectos sean un mecanismo alternativo para el desarrollo local, pudiéndose replicar el proyecto en otras localidades peruanas o extranjeras con características similares, ajustando la propuesta de acuerdo a sus características geográficas y sociales.

Recomendaciones

A continuación, se enumeran las principales recomendaciones al proyecto.

1. Para la elaboración de futuros proyectos de la misma índole, se recomienda planificar las actividades dándoles tiempo de holgura que permita cubrir potenciales accidentes naturales o demoras burocráticas. Algunos incidentes ocurridos se muestran en el anexo E.
2. Para garantizar la aceptación de las condiciones descritas para el funcionamiento del proyecto, se recomienda llevar a cabo un taller de involucrados, donde se podrá tomar en cuenta las opiniones de diversos grupos de interés como la población.
3. Para garantizar una verdadera sensibilización y desarrollo de una cultura ambiental en la población, lo que permitirá su contribución en la búsqueda de un desarrollo sostenible para el distrito y que se faciliten las labores a los trabajadores municipales, se recomienda iniciar también el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva. El Ministerio del Ambiente promueve como buena práctica iniciar el programa con una cobertura mínima del 7% de casas de cada localidad.
4. Se recomienda complementar el estudio de localización del terreno para el complejo de tratamiento y disposición final con un estudio de suelos y un sondaje eléctrico vertical, que determinarán, entre otros, el tipo de permeabilización necesario para las celdas; además de asegurar que la idoneidad del terreno.
5. Debido a la cantidad de residuos sólidos que se llevarán al complejo de tratamiento y disposición final, se recomienda implementar una planta de segregación manual y poner en marcha un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva. Así se mejoraría la cantidad y calidad de la fracción inorgánica segregada permitiendo mejorar los ingresos por concepto de su venta. En el largo plazo, y cuando el volumen lo amerite, podría también implementarse una planta procesadora de material

inorgánico, que ayudará a conseguir mejores precios por la venta de material inorgánico con valor agregado. Las tecnologías de procesamiento de material reciclable llevan ya más de 20 años en el Perú, por lo que será fácil encontrar e implementar la maquinaria necesaria.

6. Debido al gran tamaño de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales, sumada además con los residuos generados por la Asociación de ganaderos Juan Velasco Alvarado, asociación que cuenta con aproximadamente 650 cabezas de ganado que generan alrededor de 450 toneladas de estiércoles al año, se recomienda implementar una planta de tratamiento para compostaje. En caso se cuente con las condiciones técnicas y financieras adecuadas, se recomienda utilizar biodigestores, que permitirán obtener además biogás y biol; el primero para usarlo como combustible ecológico y el segundo como agua de riego para la agricultura. Con el ingreso percibido de la venta de compost podría cubrirse todo el presupuesto del servicio de limpieza pública.
7. Para poder cumplir con los requisitos exigidos por el Ministerio del Ambiente para elaborar el proyecto de inversión pública a nivel perfil, se recomienda completar este proyecto de tesis elaborando los puntos faltantes de gestión pública como el árbol de problemas, el marco lógico, el análisis de riesgos, la evaluación social respectiva, entre otros.

Bibliografía

Bibliografía consultada e incorporada al documento

- Chávez Vélchez, R. (2013). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos para el distrito de San Miguel de El Faique*. San Miguel de El Faique.
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (2012). *Ingeniería de valorización y tratamiento de residuos sólidos*. Lima: FUNIBER.
- Guaman Poma de Ayala, C. (2009). *Guía de manejo de relleno sanitario manual*. Cusco: Centro Guaman Poma de Ayala.
- Guaman Poma de Ayala, C. (2009). *Manejo de residuos sólidos domiciliarios*. Cusco: Centro Guaman Poma de Ayala.
- Lituma Torres, P., & Romero Torres, J. (31 de Mayo de 2011). Repositorio Digital de la Universidad Politécnica Salesiana - Cuenca, Ecuador. Recuperado el 27 de Agosto de 2012, de http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/923/9/Capitulo_5.pdf
- MINAM. (2011). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. Lima.
- Ministerio del Ambiente, & USAID. (2013). *Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel Perfil*. Lima.
- Congreso Constituyente Democrático (1993). *Constitución Política del Perú*. Lima.
- Congreso de la República (2005). *Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente*. Lima.
- Congreso de la República (2008). *Ley N° 29263 - Modificatoria del Código Penal y la Ley N° 28611*. Lima
- Congreso de la República (1997). *Ley N°26821 - Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos*. Lima
- Congreso de la República (1997). *Ley N°26842 - Ley General de Salud*. Lima
- Congreso de la República (2000). *Ley N°27314 - Ley General de Residuos Sólidos*. Lima

- Presidencia del Consejo de Ministros (2004). Decreto Supremo N° 057-2004-PCM - Reglamento de la Ley N° 27314. Lima
- Congreso de la República (2008). Decreto Legislativo N° 1065 - Modificatoria de la Ley N° 27314. Lima
- Congreso de la República (2008). Decreto Legislativo N° 1065 - Modificatoria de la Ley N° 27314. Lima
- Congreso de la República (2009). Ley 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores. Lima.
- Presidencia del Consejo de Ministros (2010). Decreto Supremo N° 006-2004-MINAM- Reglamento de la Ley N° 29419. Lima
- Congreso de la República (2001). Ley 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Lima.
- Presidencia del Consejo de Ministros (1964). Decreto Supremo N° 06-STN - Reglamento para la Disposición de Basuras Mediante el Empleo del Método de Relleno Sanitario. Lima.
- Presidencia del Consejo de Ministros (2009). Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM - Política Nacional del Ambiente. Lima.
- Presidencia del Consejo de Ministros (2012). Decreto Supremo N° 017-2012-ED - Política Nacional de Educación Ambiental. Lima.
- Ministerio del Ambiente (2011). Decreto Supremo N°014-2011-MINAM - Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA - Perú: 2011- 2021. Lima.
- Consejo Nacional del Ambiente (2004). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Lima.
- Gobierno Regional de Piura (2007). Plan de Desarrollo Regional Concertado: Piura 2007 - 2021. Piura.
- Municipalidad Provincial de Huancabamba (2004). Plan de Desarrollo Local Concertado: Huancabamba 2004 - 2013. Piura.
- Municipalidad Distrital de San Miguel de El Faique (2011). Plan de Desarrollo Local Concertado de San Miguel de El Faique al 2021. Piura.
- Organización de las Naciones Unidas (1992). Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro.
- Organización de las Naciones Unidas (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Kyoto.
- Organización de las Naciones Unidas (2000). Declaración de la Cumbre del Milenio. Monterrey.
- V Cumbre América Latina y Caribe - Unión Europea (2008). Declaración de Lima. Lima.
- Organización Panamericana de la Salud (1995). Carta Panamericana de Salud y Ambiente en el Desarrollo Humano Sostenible. Washington.
- Organización Mundial del Comercio (1994). Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Marrakech.

Otros documentos consultados

- Ruíz Ríos, A., Zela, C., Pajuelo, M., Roldán Ruíz, P., & Rodríguez, J. C. (2012). Desde la basura, cambiando mentes y corazones. Lima: Ciudad Saludable.
- Sistema Nacional de Información Ambiental (2012). Cifras Ambientales 2012. Lima.
- Cobeña José, Pingo Pedro & Tomapasca Alicia (2010). Diagnóstico actual del servicio de limpieza pública del distrito de Piura. Piura: Municipalidad de Piura
- Ministerio del Ambiente (2009). Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos - Guía PIGARS.
- Ruiz Ríos Albina (2006). Guía Técnica para la Formulación e Implementación de Planes de Minimización y Reaprovechamiento de Residuos Sólidos en el Nivel Municipal. Lima.
- Buendía Rojas José (2008). Informe de la situación actual de la gestión de residuos sólidos municipales. Lima.
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. T. (2007). Disposición de planta. Lima: Universidad de Lima.

Lincografía

- <http://www.petramas.com/limpieza-y-barrido-de-calles/>
- <http://compactadordebasura.blogspot.com/2011/06/blog-post.html>.
- <http://www.emusssa.com/>
- <http://www.un.org/es/millenniumgoals/bkgd.shtml>
- <http://www.sodimac.com.pe/productos/detalle/ver/id/1881>
- <http://www.sodimac.com.pe/productos/detalle/ver/id/172>
- <http://www.kia.com.pe/k2700.php>
- <http://www.sodimac.com.pe/buscar/consulta-de-producto>
- <http://tecnoautos.com/automoviles/fichas-tecnicas/ficha-tecnica-del-kia-k2700-workhorse-tipper-ensamblado-en-2007/>
- <http://www.ingenierosinc.com/2008/07/31/mas-sobre-los-rellenos-sanitarios/>

ANEXOS

ANEXO A- COTIZACIONES Y FICHAS TÉCNICAS

A-1 Cotización del moto furgón



Piura, 18 de Febrero de 2013
Cotización N° 015-02-2013

Señores
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCABAMBA

Presente.-

At.: Sr. Pierre Gutierrez

Estimado Cliente:

Por la presente le saludo y en atención a lo solicitado, ponemos a vuestra disposición la presente cotización:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOS (S/.)	
				UNITARIO	TOTAL
01	VEHICULO MENOR TRIMOTO Marca: MAVILA Modelo: CARGO 200 Tolva alta : Recolector de basura Cap. de Carga: 500 kg. IGV 18 %	UNIDAD	02	7,618.64	15,237.28
				1,371.36	2,742.72
				S/. 8,990	S/. 17,980

ACREDITACIÓN

- Razón Social: **MAVILA HNOS S.A.**
- RUC: 2010013278
- Dirección: Av. Grau 801- Piura

PROPUESTA TÉCNICA

- Validez de la Oferta: 15 Días
- Tiempo de Entrega: 10 días hábiles a partir de la Orden de Compra
- Lugar de entrega: A domicilio.
- Forma de Pago: Contado
- Tolva pintada con el color solicitado por la Municipalidad.

NUESTRA OFERTA INCLUYE

- Garantía MAVILA: 20,000 Km. o 2 años, lo que ocurra primero.
- Trámites de Tarjeta de Propiedad y Placa de Rodaje.
- Tres Servicios de Mantenimiento Gratuito.
- Kit de Herramientas, llave de ruedas y llanta de repuesto.
- Manual de Propietario y Garantía.
- Charla informativa.

CARACTERÍSTICAS Y FORTALEZAS DEL CARGO 200 : PARA RECOLECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS

- **MOTOR**: Monocilindrico de 4 tiempos.
- **CILINDRADA**: 193 cc.
- **POTENCIA**: 14.75 HP
- **MARCHAS**: 5 velocidades + reversa
- **DOBLE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**: Enfriamiento por aire natural y enfriamiento por agua. La serie de motores con enfriamiento por termosifón se ajusta a las características de carga pesada y baja velocidad de los Cargos y reemplaza a los motores enfriados por aire.
- **CARBURADOR CON INYECTOR**: Efectivo ante una aceleración brusca, debido a que no permite que el motor se apague.
- **FILTRO DE AIRE**: De esponja poliuretano, permite ser lavado en repetidas ocasiones, al ser de gran tamaño, ayuda a una aspiración mayor de aire.

- **SUSPENSION DELANTERA TELESCOPICA REFORZADA:** Permitiendo absorber todas las irregularidades del terreno y con resortes de mayor espesor soportando mayor carga.
- **SUSPENSION POSTERIOR REFORZADA:** Triple suspensión, con 6 hojas de muelles, resorte y amortiguador hidráulico, para soportar una mayor capacidad de carga.
- **FRENO POSTERIOR DE TAMBOR:** Regulado por varilla, de mayor diámetro generando un mejor frenado a la hora de la conducción, y con la ventaja de proteger la unidad del barro y del polvo.
- **LLANTAS DELANTERA Y POSTERIORES DE 4.50 – 12:** Todas iguales, las cuales brindan una mayor seguridad en todo terreno.
- **SISTEMA DE DOBLE ARRANQUE:** Eléctrico y con pedal.
- **TRANSMISION FINAL:** Corona y cardán (Tipo carro).
- **PLATAFORMA DEL PISO:** En plancha de acero estriada de 2.5mm de espesor.
- **TOLVA DE PLANCHA PLEGADA 1.5mm:** acanalado con parantes de tubos rectangulares.
- **MEDIDA DE TOLVA (L-A-H):** 2.00 X 1.30 X 1.10 mts.
- **PUERTA POSTERIOR:** De doble hoja.

Para cualquier consulta adicional, nuestra División Comercial se encuentra a sus órdenes por intermedio de nuestro Asesor de Ventas institucionales, el Sr. MIGUEL AGURTO TUESTA, y que podrán ubicarlo al teléfono 952254875, Rpm # 952254875
Agradeciendo su preferencia, quedamos a la espera de su pronta comunicación

REYNALDO MOGOLLON RAMIREZ


Administrador

MAVILA HNOS S.A.

Cel. 968874671 - Rpm # 793010

A-2 Ficha técnica del camión Hino 300

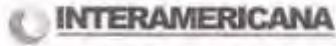
NUEVA SERIE 300 Plus
OTRO NIVEL EN TECNOLOGIA.



MODELO	CITY / CITY RD	XZU 5.9
CAPACIDADES		
Peso bruto vehicular	4,700 Kg. / 4,700 Kg.	5,900 Kg.
Peso de chasis total aproximado	1,965 Kg. / 2,120 Kg.	2,200 Kg.
Capacidad de carga	2,735 Kg. / 2,580 Kg.	3,700 Kg.
Cap. estanque de combustible (con llave)	80 Litros	100 Litros
Neumáticos	7.00 R16 10PR/12PR	7.00 R16 10PR
Rodado	Simple/Doble	Doble
Velocidad máxima	118 Km/Hr	112 Km/Hr
Capacidad de ascensión	60%	57.4%

A-3 Cotización del camión Kía 2700

 INTERAMERICANA		
<p>Plaza, 27 de August de 2013</p>		
<p>Señores,</p>		
<p>Presente.-</p>		
<p>Atención:</p>		
<p>Referencia:</p>	<p>PROFORMA . KIA K2700 PICK UP 4x4</p>	
<p>De nuestra consideración:</p>		
<p>La presente tiene por objeto saludarlo y a la vez informarle el detalle de la propuesta:</p>		
<p>K2700 II</p>		
		
<p><u>CAMIONETA KIA MODELO K2700 PICK UP 4x4</u></p>		
<p><u>CAPACIDAD DE CARGA 1.5 TONELADAS CON TOLVA ORIGINAL</u></p>		
<p><u>Características técnicas:</u></p>		
<p><u>Motor</u></p>		
<p>Tipo</p>	<p>Diesel 4 cilindros en linea.</p>	
<p>Cilindrada</p>	<p>cc</p>	<p>2.665</p>
<p>Potencia máx.</p>	<p>HP/rpm</p>	<p>79/ 4,000</p>
<p>Torque máx.</p>	<p>Kgm/rpm</p>	<p>17.5 / 2,400</p>
<p><u>Transmisión</u></p>		
<p>Tipo</p>	<p>Mecánica</p>	
<p>Número de Velocidades</p>	<p>5 + retroceso</p>	
<p>Embrague</p>	<p>Monódico seco con control hidráulico</p>	



Suspensión	Delantera		Doble brazo, barra de torsión y estabilizador
	Posterior		Paquete de muelles dobles con amortiguadores
Dimensiones	Totales	m	4.82 (largo) 2.09 (alto) x 1.74 (ancho) x
Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dirección hidráulica ✓ Tacómetro ✓ Tapa de combustible con llave ✓ Toma de aire tipo snorkel ✓ Tapasoles delanteros ✓ Faros delanteros halógenos ✓ Frenos posteriores de tambor autoajustables ✓ Consola en asiento delantero central ✓ Llantas delanteras 195 R14 8PR ✓ Llantas traseras 195 R14 8PR ✓ Juego de herramientas, incluyendo gata hidráulica 		

Precio Especial Tolva Baja: US\$ 19,090.00 Inc. IGV

Garantía 05 años o 100,000 kms. Lo que ocurra primero.

Sin otro particular y con la seguridad de contar con su preferencia nos despedimos.

Atentamente,

JAIME A. REYES SARMIENTO
INTERAMERICANA NORTE SAC
RPM #976824356
jreyes@interamericananorte.com

INTERAMERICANA NORTE SAC
JAIME A. REYES SARMIENTO
Asesor de Ventas
jreyes@interamericananorte.com
#976824356

A-4 Capacidad de carga real del camión Kía 2700

VERSIONES

	K2700			K2500	
	2.7 MT - 4X2 CHASIS CABINA	2.7 MT - 4X2 DOBLE CABINA	2.7 MT - 4X4 CABINA SIMPLE	2.5 MT CRDI TC 4X2 CHASIS C/S	2.5 MT CRDI TC 4X2 D/C
Precio de lista	US\$ 16,990	US\$ 18,990	US\$ 19,790	US\$ 19,990	US\$ 21,990
Bono de descuento	US\$ 1,000	US\$ 1,000	US\$ 1,000	US\$ 1,000	US\$ 1,000
PRECIO FINAL INCLUIDO BONO	US\$ 15,990 S/. 45,572	US\$ 17,990 S/. 51,272	US\$ 18,790 S/. 53,552	US\$ 18,990 S/. 54,122	US\$ 20,990 S/. 59,822
	2.7 MT - 4X2 CHASIS CABINA	2.7 MT - 4X2 DOBLE CABINA	2.7 MT - 4X4 CABINA SIMPLE	2.5 MT CRDI TC 4X2 CHASIS C/S	2.5 MT CRDI TC 4X2 D/C
EXTERIOR					
Tolva integrada a la carrocería	-	S	S	-	S
Vasos cobertores	-	-	-	S	S
INTERIOR					
Controles de audio en el volante	-	-	-	S	S
Radio CD MP3 con conexión para iPod/USB/AUX	-	-	-	S	S
Tacómetro electrónico	S	S	S	S	S
Encendedor y cenicero	-	-	-	S	S
MOTOR					
Tipo / Válvulas / Cilindrada (lt)	DHV / 8 Válvulas / 2.7	DHV / 8 Válvulas / 2.7	DHV / 8 Válvulas / 2.7	CRDI DOHC / 16 / 2.5	CRDI DOHC / 16 / 2.5
Alimentación	Normalmente Aspirado (NA)	Normalmente Aspirado (NA)	Normalmente Aspirado (NA)	Turbo Cargador Intercooler (TCI)	Turbo Cargador Intercooler (TCI)
Potencia (HP/RPM)	79 / 4,000	78 / 4,000	78 / 4,000	128 / 3,800	128 / 3,800
Torque (Nm/RPM)	165 / 2,400	165 / 2,400	165 / 2,400	255 / 1,500-3,500	255 / 1,500-3,500
Combustible	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
SUSPENSIÓN Y TRANSMISIÓN					
Traacción	2WD	2WD	4WD	2WD	2WD
Tipo / N° de velocidades	MT / 5 + retroceso	MT / 5 + retroceso	MT / 5 + retroceso	MT / 6 + retroceso	MT / 6 + retroceso
Sistema de frenos	Hidráulicos	Hidráulicos	Hidráulicos	Hidráulicos	Hidráulicos
Delanteros / Posteriores	Discos Ventilados / Tambor	Discos Ventilados / Tambor	Discos Ventilados / Tambor	Discos Ventilados / Tambor	Discos Ventilados / Tambor
Suspensión delantera	Barra de Torsión	Barra de Torsión	Barra de Torsión	Barra de Torsión	Barra de Torsión
Suspensión posterior	Muelle Ballesta	Muelle Ballesta	Muelle Ballesta	Muelle Ballesta	Muelle Ballesta
Dirección	Hidráulica	Hidráulica	Hidráulica	Hidráulica	Hidráulica
DIMENSIONES Y CAPACIDADES					
Largo / Ancho / Alto (mm)	4,825 / 1,740 / 1,975	4,810 / 1,740 / 1,975	4,825 / 1,740 / 1,970	5,125 / 1,740 / 1,995	5,125 / 1,740 / 1,995
Distancia entre ejes (mm)	2,415	2,415	2,415	2,615	2,615
Altura sobre el suelo (mm)	145	145	203	135	135
Cantidad de pasajeros	3	6	3	3	6
Número de ejes	2	2	2	2	2
Número de ruedas	6	6	4	6	6
Peso Bruto (Kg)	2,950	3,130	2,980	3,240	3,360
Peso neto (Kg) (Min. - Máx.)	1,555 / 1,600	1,675 / 1,720	1,690 / 1,735	1,680 / 1,725	1,800 / 1,845
Capacidad de carga (Kg)	1,295 / 1,250	1,455 / 1,410 (Incl. Tolva)	1,290 / 1,245 (Incl. Tolva)	1,560 / 1,515	1,560 / 1,515 (Incl. Tolva)
Peso máximo en eje delantero (Kg)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Peso máximo en eje posterior (Kg)	1,850	1,950	1,650	1,950	1,950
Tanque de combustible (Litros)	60	60	60	65	60
Caja de carga - Largo interior (mm)	-	1,870	2,810	-	2,185
Caja de carga - Ancho interior (mm)	-	1,630	1,630	-	1,630
Caja de carga - Altura interior (mm)	-	355	355	-	355
Neumáticos delanteros	195R14-6PR	195R14-6PR	195R14-8PR	195/R15-8PR	195/R15-8PR
Neumáticos posteriores	5.00R12-8PR EJE DUAL	145R13-8PR EJE DUAL	195R14-8PR	5.00R12-8PR EJE DUAL	145R13-8PR EJE DUAL
FSC del modelo	HDH17A555SB381	HDH37A555SC920	HDH77A556SC920	HDH4688573SAV9	HDH6688573SAVB

ANEXO B - RENDIMIENTO DEL MOTO FURGÓN



"TUMBES TIERRA BENDECIDA Y VICTORIOSA"

Municipalidad Provincial de Tumbes

ACUERDO DE CONCEJO N° 068-2012-MPT-SG

TUMBES, 20 JUN 2012

VISTOS: En Sesión Ordinaria de Concejo de fecha 13 de Junio del 2012, Oficio N°0100-2012/MCPVPP-ALC- Convenio Especifico de Cooperación Interinstitucional entre la Municipalidad Provincial de Tumbes y la Municipalidad de Centro Poblado Villa Puerto Pizarro, informe N°033-2012/MPT-GDELYMA-JWSG-CPSF, informe N°149-2012/MPT-GDELYMA-JASCH-S, Informe N°168-2012-MPT-GAL, Informe N°191-2012/MPT-GPP-JCGR-G, Dictamen emitido por la Comisión de Económica y Administración, y,

CONSIDERANDO:

Que, las Municipalidades son órganos de gobierno local que gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia tal como lo establece la Constitución Política del Estado en su artículo 194º, concordante con la Ley Orgánica de Municipalidades, artículo II de su Título Preliminar.

Que la Ley Orgánica de Municipalidades en su artículo 41 señala que " los acuerdos son decisiones, que toma el concejo referidas asuntos específicos de interés público, vecinal o institucional, que expresan la voluntad del órgano de gobierno para practicar un determinado acto o sujetarse a una determinada conducta o norma institucional y estas tiene sustento en el artículo 9 del mismo cuerpo legal que contiene las atribuciones del concejo municipal

Que, mediante Oficio N°0100-2012/MCPVPP-ALC, el Alcalde de la Municipalidad de Centro Poblado Villa Puerto Pizarro solicita el apoyo con dieciocho galones de combustible semanales, asimismo también con el mantenimiento y operatividad de la moto furgoneta para con ello cumplir con el recojo diario de los residuos sólidos, remitiendo la propuesta de convenio.

Que, con informe N°033-2012/MPT-GDELYMA-JWSG-CPSF, el Coordinador del Programa de Segregación en la Fuente alcanza el informe técnico sobre la donación de combustible a la Municipalidad de Centro Poblado de Villa Puerto Pizarro, debido a que cuenta con una moto furgoneta con la cual realiza la recolección de los residuos sólidos que se generan en su jurisdicción, donde el carro recolector de la Municipalidad Provincial de Tumbes no puede ingresar y los días donde el compactador no va a Puerto Pizarro, la moto se encargara de la recolección total y deposito en un punto para su posterior evacuación al botadero a cielo abierto. El recorrido es de 36 km aproximadamente en tres turnos (12 km por turno) y a la semana realizara un recorrido total de 216 km el rendimiento de la moto furgón nominal es de 50km/h y su rendimiento real es de **12km/gal**, N° de galones = $216\text{km}/12\text{km/gal}=18\text{gal}$.

Que, con informe N°149-2012/MPT-GDELYMA-JASCH-S, el Gerente de Desarrollo Económico Local y Medio Ambiente alcanza el proyecto con el cual la Municipalidad Provincial de Tumbes donara 18 galones de combustible semanal para la moto furgón que utilizan para el recojo de residuos domiciliarios y de puntos criticos donde el vehiculo recolector no puede ingresar.

Que, con Informe N°168-2012-MPT-GAL, el Gerente de Asesoría Legal indica que dicho convenio tiene por objeto beneficiar a un sector importante de la población tumbesina y



ANEXO C - RENDIMIENTO DEL CAMIÓN BARANDA HINO 300

Prueba de Consumo de Combustible

Resultados Consumo de Combustible Hino Serie 300-816

➤ El resultado de combustible consumido esta expresado en kilogramos

Vehículo	Recorrido	Peso Inicial	Peso Final	Diferencia	Promedio	Tiempo Total
Hino Serie 300-816	1	71.84	65.39	6.45	6.45	02:20
	2	65.39	59.05	6.34		02:19
	3	59.05	52.48	6.57		02:19

➤ Rendimiento de Combustible



Vehículo	Combustible Consumido (Kg)	Densidad Diesel (Kg/Lt)	Combustible Consumido (Lt)	Kilómetros Recorridos	Rendimiento de Combustible (Km/Lt)
Hino Serie 300-816	6.45	0.85	7.592	55.6	7.32

La variación en los consumo de combustible de cada vehículo está dentro del rango de aceptación.




ANEXO D - PRECIOS DEL COMBUSTIBLE

D-1 Precio del Diesel B5

Precio de Gasolina y Diesel en Estaciones de Servicio y Grifos formales Fecha y Hora de Actualización : 12/07/2013 - 9:00



Departamento

Provincia

Distrito

Producto

Para ubicar geográficamente, hacer click sobre el NOMBRE del Establecimiento. Ver Mapa

Distrito	Establecimiento	Dirección	Teléfono	Precio de Venta Anterior (S/.)	Ultimo Precio de Venta Reportado	
					Precio (S/.)	Fecha
CHULUCANAS	GRIFO SAN MARTÍN DE PORRAS S.R.L.	PROLONGACIÓN AV. RAMÓN CASTILLA KM. 2	73 378669 / 969626378	13.95	13.40	07/05/2013
SALITRAL	TRANQUILINO CARRASCO SILVA	AV. GUGLIEVAN S/N CARRETERA PIURA HUANCABAMBA KM. 37 CASERIO MALACAS		14.35	13.75	01/05/2013
CHULUCANAS	SEGISMUNDO ALVARADO CALLE	KM. 50 CARRETERA CHULUCANAS	073-830077 / 73-969683946	14.00	13.80	01/07/2013

D-2 Precio del Gasohol 90



Precio de Gasolina y Diesel en Estaciones de Servicio y Grifos formales

Fecha y Hora de Actualización : 12/07/2013 - 9:00



Departamento
PIURA

Provincia
MORROPON

Distrito
-Seleccione Distrito-

Producto
Gasohol 90 Plus

Para ubicar geográficamente, hacer click sobre el NOMBRE del Establecimiento.

Ver Mapa

Distrito	Establecimiento	Dirección	Teléfono	Precio de Venta Anterior (S/.)	Ultimo Precio de Venta Reportado	
					Precio (S/.)	Fecha
CHULUCANAS	GRIFO SAN MARTÍN DE PORRAS S.R.L.	PROLONGACIÓN AV. RAMÓN CASTILLA KM. 2	73 378589 / 969825378	13.50	14.00	23/06/2013
CHULUCANAS	SEGISMUNDO ALVARADO CALLE	KM. 50 CARRETERA CHULUCANAS	073-830077 / 73-969683946	14.05	14.00	01/07/2013
SALITRAL	TRANQUILINO CARRASCO SILVA	AV. CUGLIEVAN SIN CARRETERA PIURA HUANCABAMBA KM. 37 GASERIO MALACAS		13.90	14.00	18/06/2013

ANEXO E - ALGUNAS FOTOS DEL TRABAJO DE CAMPO

E-1 Primera visita a San Miguel de El Faique



E-2 Aceptación del proyecto de tesis por parte de las autoridades sociales y gubernamentales de San Miguel de El Faique



E-3 Reconocimiento de las zonas críticas contaminadas



E-4 Reconocimiento del terreno donado por la asociación de ganaderos Juan Velasco Alvarado



E-5 Incidente 1: Obstaculización en la carretera auxiliar producto de las intensas lluvias



E-6 Incidente 2 : Obstaculización de la carretera Canchaque - Huancabamba debido a derrumbe



E-7 Visita al relleno sanitario del Huaycoloro operado por Petramas



E-8 Visita al botadero controlado de la Municipalidad Provincial de Piura



E-9 En el curso ofrecido por el Ministerio del Ambiente



E-10 Entrevista a William Tocto, oriundo de San Miguel de El Faique y gerente de la empresa Destinos, especializada en turismo en el distrito.



ANEXO F - RECONOCIMIENTOS

F-1 Premio Ecoeficiencia Empresarial 2013



F-2 Entrevista para RPP - Ventana Económica



F-3 Publicación en el Suplemento Mi Empresa del Comercio

6. MI EMPRESA • EL COMERCIO domingo 14 de abril del 2013

IDEA DE NEGOCIO RSA CONSULTORES

Tres egresados de la Universidad de Piura prepararon un proyecto para el manejo y la gestión de residuos sólidos en el distrito San Miguel de El Faique. La iniciativa, que beneficiará a sus 32 caseríos, ha sido aprobada por la municipalidad local y contará con el apoyo financiero de la constructora Camargo Correa.

Una apuesta por la limpieza

El proyecto
El plan de residuos sólidos en el distrito de **San Miguel de El Faique**, que presenta un adecuado sistema de recolección de basura.



Misión empresarial
Convertirse en un sistema autosostenible que ofrezca los servicios de basura, recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos; así como la venta de material reciclable, fertilizantes orgánicos y botes de carbón.



Población beneficiada
10 mil habitantes.



Puestos de trabajo
100, entre personal de limpieza, operarios de jeringa, sanitaria, vecinales y personal administrativo.





Procesos por seguir



ANÁLISIS FINANCIERO
(Proyectado a 10 años)

Rentabilidad exigida por el mercado según el endeudamiento elegido por la empresa
22%

Tasa interna de retorno
94%

Valor actual neto
\$1 37 621 000

1. Recolección y barrido de calles: Se ejecutará en los caseríos del distrito, ya que el momento más adecuado para la recolección de basura es temprano en la mañana. El objetivo es diseñar un sistema de rutas, además de hacer campañas de limpieza y la recuperación de áreas.

EFTE: RSA Consultores

2. Segregación: Se preparará a los pobladores a separar la basura en bolsas. Todas las comisiones vecinales se comprometen a realizarlo.

3. Aprovechamiento: En un principio, los residuos como cartón, papel y plástico, se venderán en Lima y Ecuador. En cuanto a los residuos orgánicos se transformarán en biogás, agua de riego o compost.

4. Disposición final: Toda la basura que no se puede gestionar, se dirigirá a un relleno sanitario que tenga las medidas y procesos adecuados.

EL COMERCIO

LAS CLAVES

RECONOCIMIENTO: El proyecto de RSA Consultores quedó entre los primeros lugares de Piura durante el Seminario 2012, concurso organizado por la Fundación Pórcari.

CRECIMIENTO: Los jóvenes tienen la intención de presentar su idea en otros distritos de la región Piura. Su visión es expandirse a tres provincias.

Gutiérrez, ha sido estimado en \$1,35 millones, que incluirá la construcción de un nuevo relleno sanitario (con presupuesto del MEF), adquisición de unidades para el recojo de residuos, la campaña de sensibilización, la contratación de personal y la implementación del biogás. Además del apoyo económico que proveerá la constructora brasileña, se buscarán fondos de la cooperación internacional y las ONG. La idea es que el proyecto esté operativo al 100% en junio del 2014.