

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Propuesta de implementación de una planta de valorización de
residuos sólidos orgánicos y aprovechables para el distrito de
Lambayeque**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Luz Yanet Siesquen Diaz

ASESOR

Hector Augusto Gamarra Uceda

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Chiclayo, 2023

**Propuesta de implementación de una planta de valorización de
residuos sólidos orgánicos y aprovechables para el distrito de
Lambayeque**

PRESENTADA POR

Luz Yanet Siesquen Diaz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Pedraza Franco Justo David

PRESIDENTE

Anibal Teodoro Diaz Orrego

SECRETARIO

Hector Augusto Gamarra Uceda

VOCAL

Dedicatoria

A Dios por darme vida, salud y la capacidad de seguir luchando por cumplir mis metas, este es un factor importante para lograr realizar la tesis que me ha permitido llegar a esta etapa de mi vida.

Asimismo, está dedicado a mi familia, cuyo apoyo y confianza incondicional ha estado presente en cada fase de este proceso, así como cada una de las personas que estuvieron a mi lado ofreciéndome su apoyo.

Agradecimientos

Siempre a Dios por permitirme haber llegado a donde estoy ahora ya que sin ÉL nada hubiera sido posible.

A mi madre porque me formó con los valores y el carácter que tengo hoy y por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación superior.

A mi mentor, el Ing. Héctor Augusto Gamarra Uceda por brindarme el conocimiento oportuno para desarrollar un buen proyecto.

A la universidad y docentes, por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de toda mi experiencia académica.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

14%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%

Índice

Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Revisión de literatura.....	15
Antecedentes del problema.....	15
Bases Teórico Científicas	18
Definiciones de términos básicos	27
Materiales y métodos.....	28
Tipo y nivel de investigación.....	28
Diseño de investigación.....	28
Población, muestra, muestreo	28
Criterios de selección.....	30
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
Plan de proceso y análisis de datos.....	31
Procedimiento.....	32
Selección de área	32
Estudio Demográfico	32
Estudio de Caracterización	33
Estudio Topográfico	33
Estudio de Mecánica de suelos.....	33
Estudio Hidrológico.....	34
Diseño de la Infraestructura.....	34
Estudio de Impacto ambiental	34
Estudio de viabilidad del Proyecto (costo y beneficio)	34
Resultados.....	35
Estudio Demográfico	35
Estudio de Caracterización	35
Estudio Topográfico	36
Estudio de Mecánica de suelos.....	37
Tipos de suelos encontrados.....	37
Estudio Hidrológico.....	38
Precipitaciones.....	38
Caudal de diseño.....	40

Diseño Estructural	41
Estructuras de Concreto Armado.....	42
Estudio de Impacto ambiental.....	44
Estudio de viabilidad del Proyecto (costo y beneficio)	44
Presupuesto del Proyecto.....	44
Discusión	49
Conclusiones.....	51
Recomendaciones	53
Lista de referencias	54
Anexos	57

Lista de figuras

Figura 1:Clasificación de Residuos	18
Figura 2:Procedimiento de la elaboración del Bokashi	22
Figura 3:Mapa de ubicación del Distrito de Lambayeque.....	28
Figura 4:Delimitación de la subcuenca Hidrográfica	38
Figura 5:Sección Transversal típica para el proyecto.....	43

Lista de tablas

Tabla 1:Códigos de colores para residuos del ámbito no municipal	20
Tabla 2:Pequeño presupuesto para la elaboración del Bokashi.....	24
Tabla 3:Muestra domiciliaria.....	29
Tabla 4:Distribución de las muestras domiciliarias.....	30
Tabla 5:Ensayos de Mecánica de Suelos a realizar.....	34
Tabla 6:Determinación de la población de diseño.....	35
Tabla 7:Determinación de los aportes de residuos para su tratamient.....	36
Tabla 8:Cuadro Técnico del Poligonal en Coordenadas U.T.M DATUM WGS 84.....	36
Tabla 9:Ubicación de calicatas realizadas.....	37
Tabla 10:Tipos de suelo.....	37
Tabla 11:Parámetros morfométricos de la subcuenca delimitada.....	38
Tabla 12:Estación Lambayeque.....	39
Tabla 13:Estación Reque.....	40
Tabla 14:Caudal de diseño	40
Tabla 15:Requerimiento para el diseño de Vías de acces.....	43
Tabla 16:Presupuesto general de obra.....	44
Tabla 17:Precio de productos terminados	45
Tabla 18:Costos de materiales indirectos	46
Tabla 19:Gastos de mano de obra.....	47
Tabla 20:Gastos de consumo eléctrico.....	47
Tabla 21:Gastos de consumo de agua potable.....	48

Resumen

En la actualidad los moradores del distrito de Lambayeque arrojan residuos en zonas inadecuadas para su deposición. Por lo que en la presente investigación se propone la una infraestructura que permita la valorización de residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos facilitando la reutilización de los mismos. En este sentido, se realizará el análisis de caracterización de los residuos sólidos, así como el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos del área seleccionada. Esto permitirá una correcta implementación del proyecto en cuestión el cual comprende una zona de funcionamiento mecánico (para residuos orgánicos e inorgánicos) aplicando métodos de compostaje, bokashi y reciclaje (residuos inorgánicos), obteniendo un beneficio tanto social como económico. Además, se buscará mitigar el impacto al ambiente, buscar la viabilidad del proyecto y proporcionar toda la información necesaria de la planta de manera integral.

Palabras Clave: Implementación, planta de valorización, residuos sólidos, orgánicos, reutilización.

Abstract

Currently, the residents of the Lambayeque district throw waste in areas that are unsuitable for disposal. Therefore, in this research, an infrastructure is proposed that allows the recovery of both organic and inorganic solid waste, facilitating their reuse. In this sense, the characterization analysis of the solid waste will be carried out, as well as the topographic survey and the soil mechanics study of the selected area. This will allow a correct implementation of the project in question which includes a mechanical operation area (for organic and inorganic waste) applying composting, bokashi and recycling methods (inorganic waste), obtaining both social and economic benefits. In addition, we will seek to mitigate the impact on the environment, seek the viability of the project and provide all the necessary information about the plant in a comprehensive manner.

Keywords: Implementation, recovery plant, solid waste, organic waste, reuse.

Introducción

En los últimos años el incremento de los desechos en el mundo no ha tenido ninguna respuesta adecuada, teniéndose que solo el 16% de 2,1 mil millones de toneladas son recicladas, mientras que casi el 50% se disponen de manera descuidada. Estados Unidos viene a ser la principal aportadora de residuos por persona (3 veces más del promedio global) y la que tiene solo una pequeña capacidad de reciclaje [1]. Por otro lado, México encabeza a países en América Latina y el Caribe en generación de basura, con un aporte per cápita de 1.16 kg por persona al día (promedio mundial 0.74 y 0.87. Latinoamérica es el continente donde hay menor reciclaje, tan solo un 4.5% a comparación del promedio de 13.5% [2].

Un ejemplo de esta situación es el Perú, quien a pesar de ocupar el quinto lugar entre los países que menos basura generan en la región, con 0.75 kg/día [2], tiene mucho que hacer en cuanto a la toma de conciencia sobre la importancia de tratar los desechos de forma adecuada, reaprovechando aquellos que pueden ser convertidos en nuevos productos. Y es que para el año 2016, del total de 7'005,576 toneladas de RSU urbanos generados a nivel nacional, solo se logró reciclar el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables [3].

En contraste a lo mencionado, a nivel departamental se tiene que para el año 2018 Lambayeque ya contaba con la mayor extensión de áreas afectadas por botaderos (438 hectáreas); seguida de las regiones de Ica (276 has.) y Piura (201 has.). Del mismo modo, en este departamento se reconocieron 30 áreas degradadas por residuos sólidos; es decir, lugares donde se han acumulado RSU sin las consideraciones técnicas ni los permisos de las autoridades correspondientes, generando así daños en el suelo [4].

Incluso, a nivel Provincial, Lambayeque generó en el 2019 el 14.0% de los RSU producidos en todo el departamento [5].

Encontramos que en el distrito de Lambayeque se encuentra fuentes de generación de residuos sólidos que son: aprovechables (orgánicos e inorgánicos) y no reaprovechables (bolsas plásticas, tecknopor, residuos inertes, etc.). En los orgánicos e inorgánicos: están los domiciliarios (69.61%), establecimientos comerciales (78.69%), restaurantes (92.95%), hospedajes (41.07%), PP (72.69%), I.EE (83.16%), mercados (85.72%), barrido de calles (61.37%) y especiales (70.15%) y en los no reaprovechables: están los domiciliarios (30.39%), establecimientos comerciales (21.32%), restaurantes (7.05%),

hospedajes (598.93%), PP (27.31%), I.EE (16.84%), mercados (14.28%), barrido de calles (38.63%) y especiales (29.85%) con su total de porcentajes respectivos.

A nivel distrital la Municipalidad de Lambayeque evalúa la caracterización de residuos según los estratos económicos A=ALTO: Urbanizaciones y Cercado de la ciudad=MEDIO: Pueblos jóvenes; C=BAJO: Asentamientos Humanos, su generación promedio por persona es de 0.533 kg/día, generación total domiciliaria de 39.22 tn/día; generación total no domiciliaria 27.73 tn/día, generación total especial 0.014 tn/día, GPC Municipal 0.91 kg/hab/día y una generación anual de 14 315.40 tn solo para el año 2019. Para el año 2020 su generación promedio por persona domiciliaria es de 0.543 kg/día, generación total domiciliaria de 39.96 tn/día y una generación anual de 14 583.98 tn.

También se hizo una proyección de la generación por habitante al año 2021 donde su generación promedio es de 0.549 kg/hab/día, generando un total de 40.39 tn/día y una generación anual de 14 745.13 tn/año. Con esta generación por persona se utilizará para el diseño de la planta , ya que esto nos ayudará que magnitud alcanzará dicha propuesta.

Durante la etapa crítica del brote de COVID-19, el sector de residuos ha hecho demostrar lo esencial que es el servicio de recolección, esta esencial acción permite impactos hacia la salud y el ambiente durante el periodo de emergencia. No obstante, también salieron a luz las deficiencias y debilidades del sistema, lo cual es un aspecto por general en todo América Latina y el Caribe. El MINAM informó que según estimaciones cada paciente generaría 2 kg de residuos biocontaminados, por lo que en tan solo 14 días se generaron más de 8 mil 400 toneladas con un promedio de 300 mil personas contagiadas. Estos residuos incrementaron de manera inevitable ya que se incentivó a la población en general asumir los cuidados adecuados para salvaguardar su salud. Esta etapa también supuso el incremento de restos inorgánicos de origen plástico, debido a la compra de envasados y otros restos para los cuales debemos considerar una adecuada gestión [6].

Y si bien, la Gerencia de servicios públicos y gestión ambiental de la Municipalidad distrital de Lambayeque ha logrado implementar un sistema para segregar, recoger y movilizar los desechos, es el limitado, lo que no permite su adecuada reutilización. Por lo que, de mantenerse esta situación, el colapso de estos procedimientos que favorecen la mejora de las condiciones de las áreas del distrito de Lambayeque, afectadas por este problema, sería inminente, sumándose todo esto a un impacto mayor y contraproducente para el medio ambiente.

Por lo cual, lo principal a tratar en la investigación se delimita cuestionándose de manera general si la propuesta sobre la implementación de la planta de valorización facilitaría la reutilización de los residuos generados por la población de Lambayeque (distrito). Por lo que, en términos generales se ambiciona la realización de lo mencionado, proponiéndose acciones y estrategias para proteger el medio, reducir el riesgo de impacto y proteger la salud. Para lo cual, se plantea determinar, en primera instancia, el diagnóstico situacional de la disposición de estos desechos en dicho distrito; la elaboración de las fases de la propuesta en mención; así como la determinación de su costo-beneficio.

El desarrollo de esta idea reduciría la mala gestión económica, el costo de oportunidad de su carencia de reaprovechamiento, así como el costo externo que implicaría coexistir con este problema a toda la población del distrito de Lambayeque. En el análisis realizado, esta propuesta permitiría su óptima reutilización, y por ende evitaría el colapso de los procedimientos de separación, recolección y transporte de estos residuos, lo cual ayuda a mejorar las condiciones de las áreas del distrito de Lambayeque, y de su medio ambiente en general.

En cuanto a lo social-ambiental, el desarrollo de esta idea sobre la construcción del espacio de valorización mejoraría la calidad de vida de los moradores del distrito de Lambayeque, además de quienes realizan alguna actividad de turismo en este distrito, en términos de la mejora de las condiciones de las áreas por donde transitan. Ayudará a la contribución minimizar el riesgo hacia el ambiente evitando la contaminación de los principales recursos naturales de la zona.

Un proyecto de ingeniería debe ser sostenible en margen a las nuevas leyes de ambiente, por ello se realizará este proyecto en miras a la problemática que están causando los residuos sólidos en nuestro país y la ineficiencia para el aprovechamiento de estos. Es momento de tomar las riendas del asunto, pensar en el futuro y poner mano firme en cuanto a gestión de desechos, nos compete a todos y todas.

El objetivo principal: Proponer la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos y aprovechables para el distrito de Lambayeque. Como objetivos específicos: Analizar la caracterización de residuos del distrito, estudio realizado por la Municipalidad (2019), evaluar la propuesta del diseño de la planta de valorización, teniendo investigaciones realizadas por especialistas en el tema, evaluar las características y volúmenes de residuos sólidos orgánicos para la elaboración del bokashi, realizar el estudio topográfico del área selecciona y los estudios de suelos, diseñar la Planta de valorización y estructuras a fines

tanto como instalaciones eléctricas y sanitarias, identificar posibles impactos ambientales y realizar el presupuesto y por ultimo determinar el costo y beneficio(viabilidad del proyecto).

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Se realizó investigaciones, estudios y bibliografías respecto a diseños o implementaciones, tanto a nivel internacional como nacional.

- **Carlos Amutio Máñez. 2018-2019. “Diseño de una planta de valorización de residuos urbanos para el área de gestión A6 de la comunitat valenciana – Valencia”. Tesis de Máster: Universidad Politécnica de Valencia.**

En esta planta de valorización se empleó triaje y compostaje, puesto que el mismo fue una buena alternativa debido a la demanda que se presenta en esta comunitat. Se iniciaron los trabajos con la selección de lugar, según las condiciones del plan integral de los residuos. Se establecieron las fases de acogida y despacho, pretatamiento y compost. También se complementó con procesos auxiliares como control de hedores y lixiviados. Se determinó el presupuesto de dicho proyecto, la memoria de cálculo y planos [8].

- **Juan Diego Castiblanco Quintero – Eduardo Rodríguez Mejía. 2017. “Análisis del manejo de los residuos sólidos orgánicos y reciclables, generados en la galería de Mercado Leopold Rhoter del Municipio de Girardot – Cundinamarca - Colombia”. Tesis de pregrado: Universidad Piloto de Colombia.**

Como fin principal se tuvo analizar la gestión de los desechos, tanto orgánicos como inorgánicos que proporcionaban la galería de mercado Leopold Rhoter del Municipio Girardot. Este mercado es un referente en la estructura urbana de la ciudad de Cundinamarca, por lo que se determina la importancia histórica, se clasificaron los residuos y se proponen alternativas de manejo de los mismos.

Se determinó que la galería sufre un colapso de saneamiento básico debido justamente a la mala gestión de desechos, los que poco a poco deterioran la infraestructura y hacen de este lugar un foco de enfermedades debido a los vectores presentes, además de estar afectando la calidad paisajística. También se llegó a la conclusión de crear un plan que contenga: salud-higiene,

administración de alimentos, mercadeo de frutas y verduras y el buen manejo de residuos [8].

- **Cindy Vanesa Ballardo.2016.” Valorización de residuos sólidos orgánicos como sustrato para el crecimiento de bacillus thuringiensis mediante fermentación en estado sólido: Aplicación a la fracción orgánica de residuos municipales para la producción de compost con efecto biopesticida - Barcelona. Tesis doctoral: Universidad Autónoma de Barcelona.**

El objetivo principal fue establecer la posibilidad de la utilización de residuos sin tratamiento en escala piloto. Se abarcaron 4 fases en las que el producto final fue el compostaje. En la última fase se evaluó la toxicidad del compost para su utilización en el enriquecimiento del suelo. Se determinó la viabilidad en condiciones estériles y en FES de Bt. El Bt en residuo de soja en FES a temperatura no controlada sobrevive. Aplicando todo esto a un compostador doméstico, se consigue un producto final conteniendo Bt sin efectos tóxicos para el suelo. Esta investigación da apertura al estudio y desarrollo de un compost con propiedades biopesticidas [9].

- **Esteban Llave Chacca.2018.” Determinación del potencial de generación de compost a partir de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yauri, provincia de espinar – Arequipa”. Tesis de pregrado: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.**

Se evaluó la capacidad de uso de los residuos sólidos generados en el distrito de Yauri, para desarrollar compostaje. El punto de partida fue el desarrollo de la caracterización de los residuos sólidos del distrito, a partir de los cuales se determinó la cantidad residuos compostables y a partir de ello proyectar dimensiones de infraestructuras de compostaje. Hay una generación de 0.67 kg/hab/día. Con la población hacia el año 2018 (36,420 pobladores), se tiene un total de 24,401.4 kg de desechos, de los cuales un 50.22% corresponde residuos orgánicos, para los cuales se dispuso luego de haber realizado el proceso de dimensionamiento una cancha de 6 ha. [10].

- **Ortega Landeo Yesica Natali - Torres Romero Sherly Wenddy.2016. “Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos Municipales para poblaciones pequeñas en el distrito Huacrapuquio, provincia de Huancayo – Junín”. 2016.Tesis de pregrado: Universidad Nacional del Centro del Perú.**

Se estableció el boceto de una planta de tratamiento RSM y se selecciona un sitio adecuado en la localidad de Huacrapuquio-Huancayo-Junín. También se analizaron las dimensiones de las áreas de reciclaje y compostaje en base al estudio de caracterización del distrito, del cual se obtuvo 0,364 kg/habitante/día, con una densidad de 157, 304 kg/m³, un volumen de 0.107 m³ /día y una humedad de residuos orgánicos de 65,25%. La composición física es la siguiente 25,77, 23,18 y 51,06% los cuales corresponden a orgánicos, inorgánicos reutilizables y inorgánicos no reutilizables respectivamente.

Hay 6 superficies bien diferenciadas, se cuenta con 8.40 m² para los papeles, periódicos y cartones, 6.90 m² para el tetra pack, cuero, residuos electrónicos, tecknopor, 6.90 m² para las telas, 7.50 m² para el vidrios, 6.30 m² para el PET (1) y PEAD (2) , 7.50 m² para el metales no ferrosos, metales ferrosos y latas, todos con una altura de 2,5 m con un 10% de contingencia con respecto al almacenado mensual y en el caso de los residuos compostificables en parcelas con un área de 26 m x 1 m y una altura de 0,5 m por parcela. Para el sitio se evaluaron las 3 alternativas, de las cuales el Sector Pucutana tenía las mejores condiciones respecto a las demás alternativas en cuanto a amplitud, accesibilidad, ubicación, distancias a ríos, poblaciones, dirección de vientos, etc. [11].

Bases Teórico Científicas

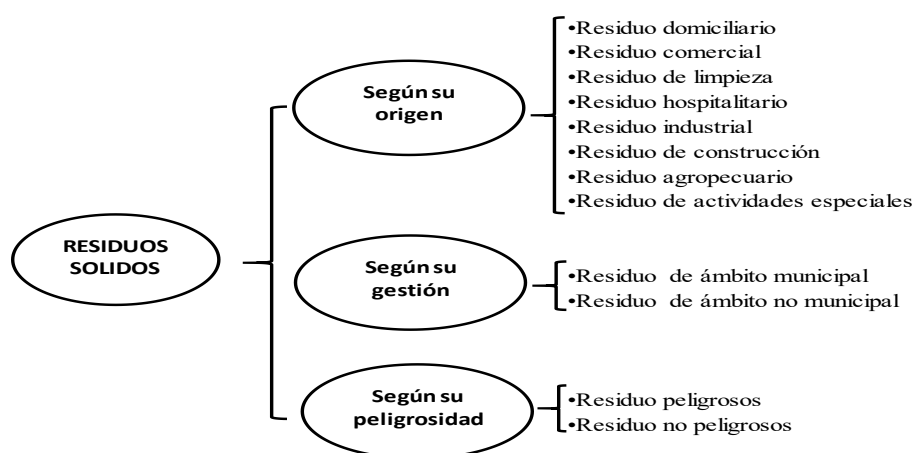
Bases teóricas

Residuos sólidos

Es el material sin costo directo y descartado por su propietario, cuyo propietario ya no quiere poseer y que debe tener una disposición final adecuada. [12]. (hace referencia a aquellas sustancias que ya no necesitamos, pero pueden ser aprovechados a veces [13].

Clasificación de residuos (Ley n.º 27314):

Figura 1: Clasificación de Residuos



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

A. Residuos sólidos según su origen

- Residuo domiciliario: Son generados por actividades domésticas, de procedencia no comercial [14].
- Residuo comercial: Son generados solo por lugares comerciales de bienes y servicios.
- Residuo de limpieza: Son generados del servicio de barrido de pistas y lugares públicos en general [14].
- Residuo hospitalitario: Generados por procesos de investigación médica [14].
- Residuo industrial: Son generados en la industria y se encuentran mezclados con sustancias peligrosas [14].

- Residuo de construcción: Son generados por acciones de construcción y demolición de obras [14].
- Residuo agropecuario: Son generados por actividades agrícolas y pecuarias [14].
- Residuo de actividades especiales: Derivan de prestaciones de servicio como PTAR, entre otros [14].

B. Residuos sólidos según su gestión

- Residuo de gestión municipal: Son de origen doméstico, comercial, especial, aseo y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos [15].
- Residuo de gestión no municipal: Son aquellos que, debido al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo para la salud o ambiente. Deben ser dispuestos en los rellenos de seguridad [15].

Sistema de manejo de residuos

Tiene que ver con toda aquella actividad técnica que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación del residuo hasta su disposición final [16].

El MINAM establece algunas etapas de manejo de residuos sólidos:

1. Minimización: Para reducir a los más mínimo el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos (práctica de las 3R) [16].
 - **REDUCIR**
 - **REUSAR**
 - **RECICLAR**
2. Segregación: Agrupación de determinados componentes físicos de los residuos sólidos.

Tabla 1: Códigos de colores para residuos del ámbito no municipal

Tipo de residuo	Color	
Papel y cartón	Azul	
Plástico	Blanco	
Metales	Amarillo	
Orgánicos	Marrón	
Vidrio	Plomo	
Peligrosos	Rojo	
No aprovechables	Negro	

Véase en la tabla de Residuos sólidos de ámbito municipal

Fuente: Norma Técnica Peruano-NTP 900.058(2019).

3. Almacenamiento: Acumulación temporal de residuos bajo ciertas condiciones técnicas [16].
4. Recolección: Etapa de recolección para luego transferirlos y continuar su manejo en forma sanitaria [16].
5. Reaprovechamiento: Reutilización para poder así obtener un beneficio del bien [16].
6. Comercialización: Se refiere a la compra y/o venta de los residuos sólidos recuperables [16].
7. Transporte: Actividad que traslada a los residuos sólidos desde la fuente hasta una infraestructura adecuada [16].
8. Transferencia: Es la acción en donde los desechos se almacenan por un tiempo hasta ser dispuestos en un mejor y más grande espacio [16].
9. Tratamiento: El residuo se somete a cambios de sus características físicas, químicas y biológicas [16].
10. Disposición final: Última etapa de su manejo donde se dispone de forma indefinida [16].

Valorización de residuos

Se define a la valorización como la “operación cuyo resultado principal es que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que, de otro modo, se habrían utilizado para cumplir una función particular” [17].

Un recurso usado no siempre debe considerarse inútil o desechable, pues dependiendo del tipo tiene un potencial a ser transformados hacia una nueva utilidad [17].

Beneficios de la valorización de residuos

1. Reducción de la cantidad de residuos

Puesto que una gran parte de residuos se tratará habrá una gran diferencia en cuanto a cantidad de los mismo respecto a no tratarlos, lo cual implica una disminución importante de la contaminación. Un aspecto que pasa por desapercibido es el riesgo que representan los colectores de basura debido a se generan líquidos y gases con efectos nocivos para el suelo, el aire y el agua dentro de él [18].

2. Ventajas económicas para empresas

Al generar su propia materia prima, se reducirían gastos en la adquisición de la misma, es preferible pagar el precio de recolección.[18].

3. Nuevas plazas de trabajo

El proceso desde la recolección en fuente no se hará de manera automatizada, por lo que en cada etapa se necesita inevitablemente mano de obra. Esta apuesta ha generado un aumento en puestos de trabajo, favoreciendo así la actividad económica de los países [18].

Abono orgánico bokashi

¿Qué es el Bokashi?

Es un abono orgánico que se alcanza con la fermentación de materiales secos favorablemente mezclados. Es superior a los fertilizantes químicos puesto que contiene elementos en mayor o menor proporción [19].

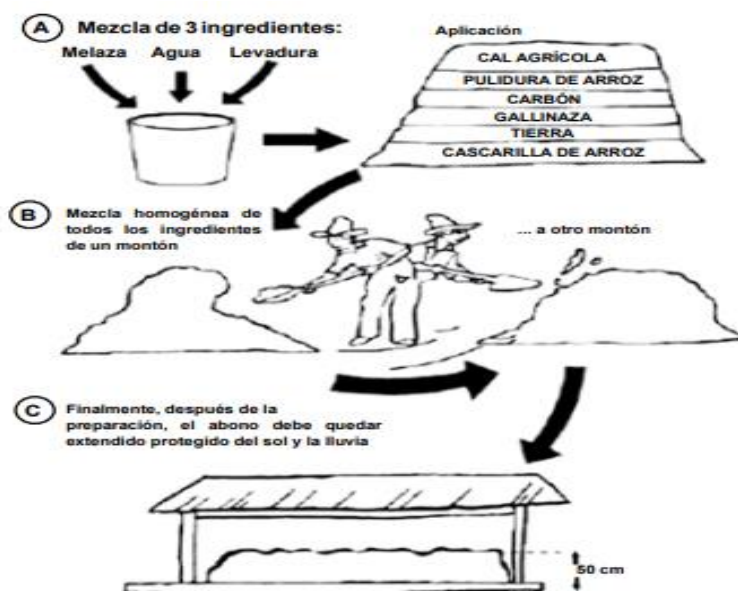
¿Para qué se usa?

Para enriquecer el suelo de nutrientes, los cuales a su vez alimentaras las raíces de cultivos para un buen desarrollo. Mientras mayor diversidad tengan sus insumos, mayor será el equilibrio nutricional del abono [19].

Ingredientes básicos para elaborar bokashi [19].

- Gallinaza / estiércoles
- Carbón (cisco de carbón)
- Salvado de arroz
- Cascarilla de arroz / café / rastrojo
- Cal agrícola / ceniza de fogón
- Melaza o miel de caña
- Levadura para pan
- Tierra arcillosa bien cernida
- Agua

Figura 2: Procedimiento de la elaboración del Bokashi



Fuente: Guía para la elaboración del bokashi

Proceso de elaboración

Se deben usar materiales ricos en fibra, lo cual favorecerá una mejor infiltración de las aguas y del aire y también que sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno. Su elaboración dependerá del lugar y tipo de terreno, materiales disponibles y los cultivos que serán fertilizados. [19].

Materiales elaborar 10 quintales de Bokashi

- 3 quintales de rastrojos verdes

- 4 quintales de rastrojos secos
- 1 quintal de estiércol fresco de ganado
- 1 quintal de gallinaza (seca)
- 10 libras de cal o ceniza
- 1 galón de miel de purga o melaza
- 1 quintal de pulimento de arroz ya seco
- 100 gramos de levadura de pan
- De 5 a 6 cantaradas de agua (cántaro de 25 botellas)

Recomendaciones

a) Evitar el sol y lluvia, de preferencia bajo techo y con piso de cemento para facilitar el volteo de los materiales.

b) El volteo se realiza 2 ó 3 veces al día para regular la temperatura (45° C máx.) [19].

c) Hay que tener sumo cuidado cuando inicia la fase de fermentación, ya que entrará en un periodo de almacenamiento lejos de la humedad y el sol de hasta 6 meses [19].

d) Durante la mezcla del abono con la tierra se debe tener en cuenta que podría quemar la raíz de las plantas si entran en contacto directo con ellas. (10 ó 15 centímetros del tallo es suficiente) [19].

COSTO ESTIMADO

El costo varía dependiendo de los insumos que se encuentren disponibles en el lugar donde se implementará este abono y de la distancia.

Tabla 2: Pequeño presupuesto para la elaboración del Bokashi

Material/actividad	Cantidad	Unidad	Costo por unidad(S/)	Costo Total (S/)
Gallinaza	1	Quintal	5.95	5.95
Cal	10	Libras	5.95	5.95
Miel de Purga o Melaza	1	Galón	7.21	7.21
Tierra de bosque (tierra negra)	1	Quintal	3.61	3.61
Levadura	100	Gramos		1.80
Recolección de materiales	1	½ Jornal	14.42	7.22
Elaboración y volteo	1	½ Jornal	14.42	7.22
Plástico	1			7.22
TOTAL				46.18

Fuente: Elaboración propia

Beneficios del uso del bokashi [19].

- Costos de producción bajos
- Insumos en su mayoría orgánicos, evitando la contaminación de suelos, agua y aire por productos sintéticos.
- Se contribuye a la conservación del suelo y del medio ambiente.
- Disminución de la acidez de los suelos.
- Conservación de la salud al no ingerir productos de origen químico y mejores precios por un producto de calidad.

Bases legales

A partir de la reglamentación vigente en el país respecto el desarrollo de una infraestructura de residuos sólidos se ha considerado que:

- **Sistema Nacional de información Ambiental (SINIA).**

Comprende una red tecnológica, institucional y humana que permite la sistematización, acceso y distribución de la información utilizada en los procesos de toma de decisiones [20].

- **Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental (OEFA).**

Se encuentra adscrito al MINAM y se encarga de la fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de los incentivos [20].

- **Sistema de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA).**

Tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del Estado [20].

- **Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, aprobado el 21 de julio del 2000.**

Presenta las recomendaciones y establece alineamientos generales a tomar a consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de residuo, así mismo establece la obligatoriedad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental [21].

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

En el Artículo 36: En la valorización de residuos sólidos municipales, pueden ejecutar las operaciones de valorización a través de organizaciones de recicladores debidamente formalizados o las EO-RS.

En el Artículo 37: La municipalidad pueden implementar plantas de valorización energética o material.

En el Artículo 105: El diseño de las plantas de valorización debe disponer de áreas que no alteren sus actividades operativas; donde las áreas de manejo de residuos, administrativa y de los laboratorios sean independientes entre sí; contando, a su vez, con sistemas de alumbrado, ventilación y contra incendios; así como infraestructura (paredes y pisos) impermeable y lavable [22].

- **Decreto Supremo Nro. 014-2017, Reglamento de la ley de Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

En el Artículo 38: Las metas nacionales de valorización de residuos sólidos municipales están determinadas por el MINAM, en el PLANAA y PLANRES. El acatamiento de estas metas se sustenta en el historial de los residuos sólidos municipales sometidos a valorización que es reportada por las municipales en el SIGERSOL [22].

- **Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, aprobado el 22 de julio del 2004.**

Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, establece los criterios mínimos para la selección de sitio, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras de disposición final. En la actualidad el presente Reglamento se encuentra en modificación [21].

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

La creación del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión [23].

- **Suelo y Cimentaciones: Norma E050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.2019**

Se toma como referencia para analizar de manera adecuada los suelos de acuerdo al fin que se necesite. Sus estudios deben hacer para asegurar la estabilidad de las obras, nos proporcionan información básica de diseño y prever su comportamiento de los mismos ante determinadas circunstancias [24].

- **Concreto Armado: Norma E060 de Reglamento Nacional de Edificaciones. 2019.**

Esta norma garantizará la seguridad de las estructuras y de las personas que las habitan, puesto que establece los requisitos mínimos de diseño para todos sus

elementos. También nos proporciona información de un correcto dibujo de planos [25].

- **Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempos de COVID – 19.**

Recomendaciones para salvaguardar el medio y a las personas en tiempos de COVID 19 [6].

Definiciones de térmicos básicos

- **Residuos sólidos:** Son residuos sólidos que se definen vagamente como desechos, es decir, aquellos materiales resultantes de la producción, uso, consumo o limpieza, cuando son utilizados por la fábrica o fabricante para su disposición. [26].
- **Residuos orgánicos:** Son residuos biodegradables, que se forma de forma natural y tiene la propiedad de poder descomponerse o descomponerse rápidamente, convirtiéndose en otra materia orgánica. Incluye sobras y restos de vegetales de fuentes domésticas. [26].
- **residuos aprovechables:** Son aquellos que tienen el potencial de reincorporarse en el proceso económico productivo [26].
- **Residuos reutilizables:** Estos residuos, aunque desechados, pueden ser reutilizados, dándoles un nuevo propósito o uso [26].
- **Planta de valorización:** Elemento que tiene el propósito de re valorizar los desechos [17].
- **Valorización energética:** Es la conversión de estos residuos no reciclables en energía, ya sea en forma de electricidad, vapor o agua caliente para uso doméstico o industrial [18].
- **Valorización de materiales sólidos:** Es la obtención de una materia prima mediante el reciclaje para su uso posterior. [18].
- **Bokashi:** Como abono orgánico rico en nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas; Obtenido de la fermentación de materia seca debidamente mezclada [19].

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Puesto que surgió como respuesta a una necesidad, la investigación es de tipo aplicada. Es inherente a su naturaleza por lo que se requiere una propuesta como solución específica. El problema que se presenta es la gestión de residuos sólidos en el distrito de Lambayeque y se propone una planta de valorización.

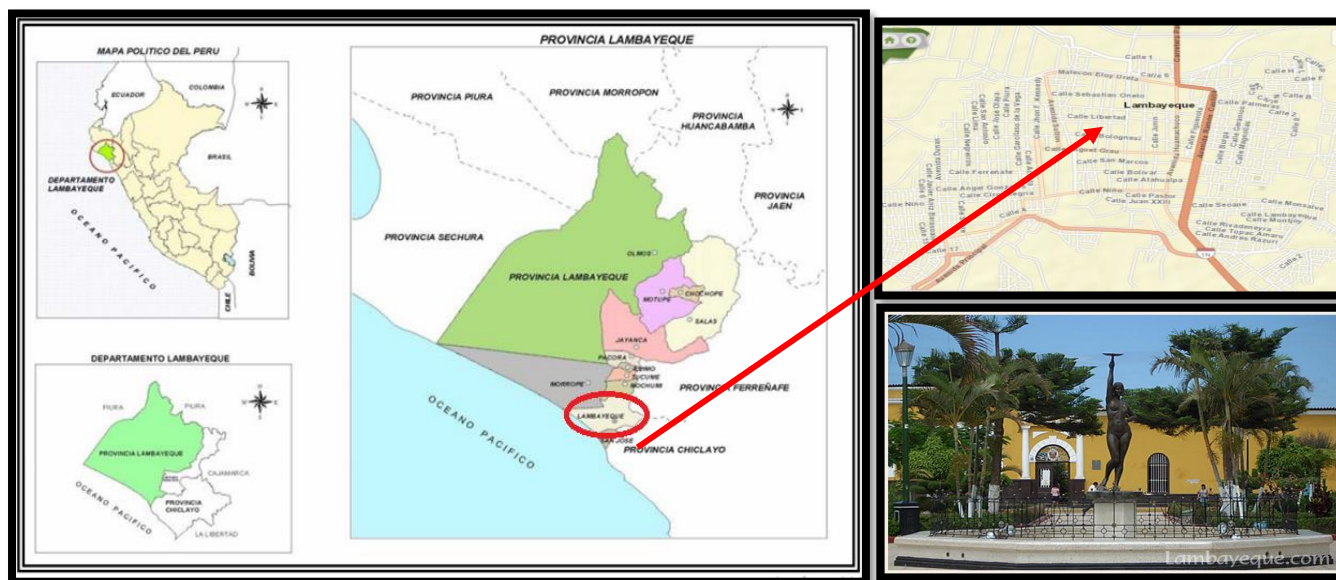
Diseño de investigación

Para lograr los objetivos, se utilizará un enfoque de experimento observacional. Primero, se realizan visitas de estudio para recopilar información básica para poder construir una propuesta real. Estos estudios son la caracterización, estudio de suelos, topografía, etc. (pertenecen a una fase de experimentación).

Población, muestra, muestreo

El área de influencia del proyecto está ubicado en el distrito de Lambayeque es uno de los doce distritos que conforman la Provincia de Lambayeque, en el Perú [27].

Figura 3: Mapa de ubicación del Distrito de Lambayeque



Fuente: Creación Propia

Según evaluación de la realidad socio - económica de la ciudad de Lambayeque se establecen tres zonas a razón de los diversos niveles socioeconómicos de la ciudad.

A= ALTO: Urbanizaciones y Cercado de la ciudad;

B= MEDIO: Pueblos Jóvenes;

C= BAJO: Asentamientos Humanos.

Para el proyecto actual, se planeó calcular la distribución de muestras necesarias para realizar el estudio, cada una de las cuales se analizó de forma independiente. Con datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población de la ciudad de Lambayeque según el censo nacional del 2017 es de 71,425 personas, muestra una tasa de crecimiento anual de 1.00%

Para determinar la población actual (2021), se aplicará conociendo el número de habitantes tomados por el INEI en Lambayeque, considerando un promedio de densidad habitacional de 04 personas/vivienda y según la base de datos del Censo Nacional 2017 se concluye que existen 17 952 viviendas urbanas en la ciudad de Lambayeque, con estos datos se determina el número de muestras necesarias para realizar el estudio de caracterización, dando como resultado un total de 96 muestras domiciliarias.

Tabla 3: Muestra domiciliaria.

Nº viviendas Urbanas	Muestras domiciliarias	Muestras de contingencia (20%)	Total, de muestras domiciliarias
17952	96	19	115

Fuente: Estudio de caracterización.

Las muestras se distribuyeron tomando los siguientes criterios: estratos económicos identificados (alto, medio y bajo), habitantes residentes y sectorización, el número de muestras de las viviendas en cada estrato es proporcional al porcentaje de viviendas encada zona identificada, lo que se indica a continuación en la tabla 4.

Tabla 4: Distribución de las muestras domiciliarias.

Zona	Nivel Socioeconómico	Sector	Nº viviendas	% Representatividad	Nº de muestras
A	ALTO	Urbanizaciones; Cercado	3949	22%	25
B	MEDIO	Pueblos Jóvenes	9515	53%	61
C	BAJO	AA. HH; Unidades vecinales	4488	25%	29
TOTAL			17952	100%	115

Fuente: Estudio de caracterización.

Criterios de selección

Los criterios de muestreo se basaron principalmente en el nivel de comercio, el mayor número de la población y el mayor riesgo para la salud de la población. Por lo tanto, las muestras se toman de la población urbana con una población de 75.792 personas. Según el Censo 2017-INEI, estos datos son proporcionados por el Distrito de Lambayeque. Cabe señalar que el distrito de Lambayeque, y quienes se encuentran en camino al sitio donde se ubicará el proyecto, son los beneficiarios de este proyecto.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Se considera la observación directa, mediante visitas al área de estudio, para poder recopilar datos e información precisa para la elaboración del proyecto.

Analizar y evaluar información obtenida de diversas fuentes (bibliografía, planes, programas, artículos, etc.)

Se realizarán varios estudios adicionales necesarios para desarrollar y analizar esta tesis teniendo en cuenta las técnicas mencionadas anteriormente:

- Estudio demográfico.
- Análisis de Caracterización.
- Estudio Topográfico.
- Estudio de Mecánica de Suelos.
- Estudio Hidrológico.
- Diseño de Infraestructuras.

- Evaluación de Impacto Ambiental.
- Estudio de análisis de Viabilidad del Proyecto.

Instrumentos de recolección

- Equipos Topográficos
- Laboratorio para ensayos correspondientes (Estudio de Mecánica de Suelos).
- Utilización de softwares ingenieriles como el AUTOCAD, CIVIL 3D, REVIT, ARCGIS, GOOGLE EARTH, SAP 2000, entre otros.
- Programas académicos como el Microsoft Word, Excel, Power Point, entre otros

Plan de proceso y análisis de datos

❖ Etapa I

- Coordinación con las autoridades del distrito, a través de solicitudes.
- Visita al sitio del proyecto para conocer los estudios preliminares a realizar.
- Se ha iniciado la recopilación de información, así como la normativa nacional o normativa vigente al respecto.

❖ Etapa II

- Analizar la caracterización de los residuos sólidos del distrito de Lambayeque mediante el estudio elaborado por la municipalidad y datos de SIGERSOL.
- Se iniciará el levantamiento topográfico en el área del proyecto, así como la elaboración de planos topográficas. Este estudio se llevará a cabo en el terreno más favorable para poder ubicar dicha propuesta.

❖ Etapa III

- Para el estudio de la mecánica de suelos se tomarán muestras y ensayos correspondientes.
- Diseño de la Planta de Valorización (compost y bokashi).

❖ Etapa IV

- Se realizará la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales como: área de separación, área de reciclaje, área de acopio, zona de pesaje y empaquetado de compost y bokashi, zona de compostaje, oficinas y estacionamiento, etc.
- Se elaborará los planos de todas las infraestructuras para el proyecto.

- Realizar un estudio para ver su viabilidad del proyecto(costo-beneficio)
- Elaborar el informe del proyecto
- Realizar las conclusiones y recomendaciones para mi proyecto.

Procedimiento

Selección de área

La Municipalidad de Lambayeque es propietaria del terreno para el proyecto y se han realizado estudios preliminares de selección de sitios para determinar los mejores terrenos previstos para este tipo de proyecto para cumplir con los requisitos básicos para la construcción de la Planta de Valorización., mediante tecnologías favorables y opinión sobre la elección del área de investigación para la infraestructura.

Estudio Demográfico

Este estudio ayudó a identificar la población de diseño cuyas prioridades estarán determinadas por la existencia del proyecto; así, las proyecciones de población para el año (2019) han sido tomadas en cuenta por la información proporcionada por la Municipalidad distrital de Lambayeque; teniendo expectativas hacia 20 años en el futuro.

Estos datos se utilizarán para diseñar la infraestructura de una Planta de Reciclaje y una Planta de Valorización (bokashi y compost) de residuos sólidos orgánicos.

Para determinar la población proyectada de diseño se aplicará la siguiente fórmula:

$$PF = Pi * (1 + r)^n$$

Donde:

Pi=Población inicial

r=Tasa de crecimiento anual intercensal (1.00%)

n=Número de años que se desea proyectar a la población

PF=Población final proyectada

Estudio de Caracterización

Este estudio es el resultado de mediciones de campo o muestreo estadístico, calcula, entre otras cosas, la producción de residuos para cada habitante de la población de estudio dada (GPC), la generación actual, la composición relativa de los diferentes tipos de residuos generados y la densidad de residuos recogidos.

Este estudio se realizó con base en el análisis de la caracterización de residuos sólidos municipales del distrito, realizado por el mismo municipio, y más precisamente por el área de Gestión de residuos sólidos de la misma municipalidad. Realizado dicho análisis, se revisaron los resultados obtenidos; estos ayudaran a determinar volúmenes de residuos generados en el entorno (el volumen se determina de acuerdo con el nivel de reutilización que se les pueda brindar), incluidos los residuos reaprovechables a disponer en la planta (de Reciclaje y de Valorización).

Estudio Topográfico

Este estudio topográfico permite la caracterización de diferentes tipos de suelos, clasificarlos según su pendiente, e identificar áreas aptas para el reciclaje y valorización. Permite el uso racional del suelo y destinar cada área de acuerdo con la infraestructura a construir. Con el terreno implementado en este proyecto se ha determinado el área real del sitio el cual tiene un área aproximada de 27.41 ha y un perímetro de 2932.87 ml.

Estudio de Mecánica de suelos

Este estudio permite conocer las propiedades del suelo de los terrenos seleccionados para la construcción de la Planta, se realizarón los siguientes ensayos.

Tabla 5: Ensayos de Mecánica de Suelos a realizar

Norma	Denominación
ASTM – D-422 - NTP 339.128	Análisis Mecánico por Tamizado
ASTM – D-423 - NTP 339.129	Límite Líquido
ASTM – D-424 - NTP 339.129	Límite Plástico
ASTM – D-425 - NTP 339.129	Índice Plasticidad
ASTM – D-2216- NTP 339.127	Humedad Natural
ASTM – D-3080- NTP 339.171	Corte Directo
BS – 1377 - NTP-339-152	Contenido de Sales
ASHTO T 180	Proctor modificado
(CBR) ASTM–D1883, MTC E132	California Bearing Ratio

Fuente: elaboración propia.

Estudio Hidrológico

Este estudio nos permite conocer las características físicas del área del proyecto donde se quiere realizar el proyecto, para diseñar las instalaciones de drenaje. Se utilizó el software “ArcGis” para delimitar la subcuenca que abarca el área y el "Hydroesta 2" para las precipitaciones y cálculos de caudal de diseño.

Diseño de la Infraestructura

Para realizar el diseño de los ambientes correspondientes del proyecto, tales como la Planta de Valorización (compost y bokashi), Planta de reciclaje se tuvo en cuenta el análisis de caracterización para así obtener su generación per cápita de cada residuo, para luego hacer un estudio de Macro y Micro Ruteo, obtenido los datos se pudo obtener las áreas con la finalidad de realizar el diseño estructural de estas.

Estudio de Impacto ambiental

Este estudio se realiza en cada etapa del proyecto, concernientes a construcción, operación y cierre; con la finalidad de identificar los impactos ambientales potenciales como resultado de las actividades; y para plantear un control y manejo de los mismos.

Estudio de viabilidad del Proyecto (costo y beneficio)

Este estudio permite conocer la factibilidad del proyecto, es decir, determinar si el proyecto propuesto beneficiará a la población. Para ello, se considerarán

ingresos específicos los productos terminados, que además de la inversión, se considerará el presupuesto total del proyecto.

Resultados

Estudio Demográfico

Los datos se obtienen del Instituto Nacional de estadística e informática:

Tabla 6: Determinación de la población de diseño

Año	Habitantes
2020	74319.84
2021	75063.04
2022	75813.67
2023	76571.81
2024	77337.52
2025	78110.90
2026	78892.01
2027	79680.93
2028	80477.74
2029	81282.51
2030	82095.34
2031	82916.29
2032	83745.46
2033	84582.91
2034	85428.74
2035	86283.03
2036	87145.86
2037	88017.32
2038	88897.49
2039	89786.46
2040	90684.33

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Caracterización

Para obtener la composición de los residuos sólidos recolectados en distrito de Lambayeque se analizó el estudio de caracterización realizado por el distrito de la Municipalidad de Lambayeque obteniendo los siguientes datos:

Tabla 7: Determinación de los aportes de residuos para su tratamiento

Residuo		Composición Porcentual	Producto Final
Residuos Orgánicos	Compost	31.57%	Compost
	Bokachi	8.53%	Bokachi
Residuos Inorgánicos	Papel	7.35%	Sacos de Papel
	Cartón	8.65%	Sacos de Cartón
	Vidrio	3.60%	Sacos de Vidrio
	Plástico	10.32%	Sacos de Plástico
	TetraBrick	0.67%	Sacos de TetraBrick
	Metales	2.17%	Sacos de Metales
	Textiles	9.58%	Sacos de Textiles
	Caucho	0.33%	Sacos de Caucho
Desechos	Material No Reaprovechable	17.32%	Disposición Final

Fuente: Estudio de Caracterización.

Orgánicos con un 39.59%, seguido de un 30.02% correspondiente a residuos inorgánicos y un 17.32% de menor aspecto con material no reaprovechable. (Ver anexo N° 03)

Estudio Topográfico

Se realizó con una estación Total (Ver Anexo 06), usando un polígono (perímetro del área seleccionada) y un método de radiación simple, marcando los puntos necesarios a lo largo del terreno.

Además, el polígono de apoyo tiene un total de doce (12) vértices, tomando la medida entre los vértices y las coordenadas (UTM en el sistema WGS - 84)

Tabla 8: Cuadro Técnico del Poligonal en Coordenadas U.T.M DATUM WGS 84

POLIGONAL DE APOYO(PENZD)				
NºPunto	Este(m)	Norte(m)	Cota(m)	Desc.
1743	611712.1645	9258809.105	8.752	Punto Geodesico 3
1744	612036.8879	9258581.282	5.815	Punto Geodesico 2
1745	612445.2803	925828.5160	5.056	Punto Geodesico 1

Fuente: Elaboración Propia

Estudio de Mecánica de suelos

Para realizar el estudio de mecánica de suelos (**Ver Anexo 07**), se realizaron nueve (09) calicatas, cuya ubicación es la siguiente:

Tabla 9: Ubicación de calicatas realizadas

Calicata	Profundidad	Coordenadas	
		Norte	Este
C1	1.50 m	9259035.5048	611552.4295
C2	1.50 m	9258924.5864	611546.2748
C3	1.50 m	9258757.9387	611548.1213
C4	1.50 m	9258735.1825	611736.3747
C5	1.50 m	9258485.5803	611824.3229
C6	1.50 m	9258624.7405	611923.7929
C7	1.50 m	9258278.1332	611753.9397
C8	1.50 m	9285867.8545	6116564724
C9	1.50 m	9258867.8545	611521.7893

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Tipos de suelos encontrados

Los tipos de suelos encontrados son:

Tabla 10: Tipos de suelo

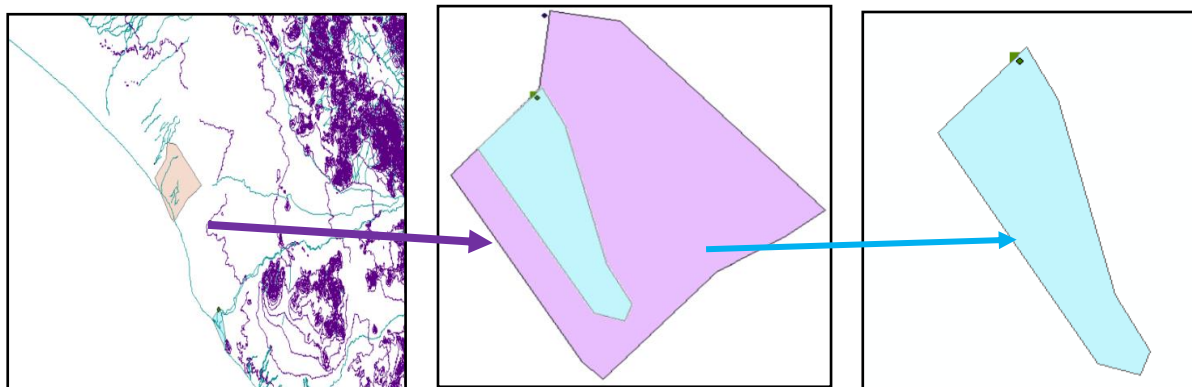
Calicata	Tipo de suelo
C1	CL-ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD
C2	ML-ARENAS Y LIMOS MUY FINOS
C3	SC-ARENAS ARCILLOSAS
C4	SC- ARENAS ARCILLOSAS
C5	SC- ARENAS ARCILLOSAS
C6	SC-SM-ARENAS LIMOARCILLOSAS
C7	SC- ARENAS ARCILLOSAS
C8	SC-SM-ARENAS LIMOARCILLOSAS
C9	SC- ARENAS ARCILLOSAS

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Estudio Hidrológico

El estudio se realizó para un periodo de diseño de 20 años, para lo cual se procesaron datos hidrológicos del SENHAMI, utilizando Arcgis para delimitar la cuenca o sub cuenca (**Ver Anexo N° 08**), llevándose a los siguientes resultados:

Figura 4: Delimitación de la subcuenca Hidrográfica



Fuente: ArcGis

Luego de la ubicación y delimitación de la sub subcuenca se procede hallar sus parámetros morfométricos.

Tabla 11: Parámetros morfométricos de la subcuenca delimitada

GEOMORFOLOGÍA DE LA SUB CUENCA		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
ÁREA	Km2	8.31
PERIMETRO	Km	14.65
COTA MAX	msnm	39.21
COTA MIN	msnm	25.00
X CENTROIDE	km	624.33
Y CENTROIDE	km	9234.98

Fuente: Estudio Hidrológico.

Precipitaciones

Las precipitaciones obtenidas fueron por las estaciones de Lambayeque y Reque, donde apreciara en los siguientes cuadros:

Tabla 12: Estación Lambayeque

DATOS DE PRECIPITACIÓN		
1	1979	1.8
2	1980	1.6
3	1981	9.9
4	1982	1.3
5	1983	63.6
6	1984	6.2
7	1985	4.6
8	1986	8.5
9	1987	3.8
10	1988	2.1
11	1989	3.4
12	1990	2.2
13	1991	0.9
14	1992	14.2
15	1993	6.6
16	1994	16.1
17	1995	5.7
18	1996	2
19	1997	10.5
20	1998	71.3
21	1999	20.1
22	2000	5.7
23	2001	40.8
24	2002	15.2
25	2003	14.7
26	2004	3.6
27	2005	2.4
28	2007	2.4
29	2008	11.7
30	2009	5.7
31	2010	19.7
32	2011	7.1
33	2012	22.1
34	2013	8.5
35	2014	3.7

Fuente: Senamhi

Tabla 13: Estación Reque

DATOS DE PRECIPITACIÓN		
1	1984	4
2	1986	7
3	1987	4
4	1988	2.3
5	1989	2.4
6	1990	1.6
7	1991	2.4
8	1993	5.3
9	1994	8.4
10	1995	1.5
11	1996	2
12	1997	17.5
13	1998	60.4
14	1999	10.2
15	2000	9.2
16	2001	6
17	2002	7.3
18	2003	3
19	2004	7
20	2005	2.5
21	2006	4.3
22	2007	7.5
23	2008	11
24	2009	4.4
25	2010	10.6
26	2011	8.2
27	2012	15.4
28	2013	9.7
29	2014	7.6
30	2015	13.5

Fuente: Senamhi

Caudal de diseño

Para el cálculo del caudal de diseño se tendrán en cuenta los siguientes factores, resultando el caudal de diseño como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14: Caudal de diseño

Descripción	Valor	Und
Tiempo de concentración(T_c)	15.79	h
Coefficiente de Uniformidad(k)	1.69	
Coefficiente Reductor(k_a)	0.94	
Precipitación diaria final(P)	38.43	mm
Intensidad de Precipitación(I)	2.25	
Coefficiente de Escorrentia(c)	0.35	
Caudal(Q)	0.65	m ³ /s

Fuente: Elaboración propia

Diseño de la Infraestructura

Para la distribución de las áreas (**Ver anexo N°10**).

Planta de reciclaje

El área correspondiente para la Planta de Reciclaje comprenderá el área de acopio, área de segregación, área de embalaje, área de almacenamiento, con un área total de 1537.5 m²,

Planta de valorización

Planta de bokashi

El área correspondiente para la Planta de Valorización de Bokashi comprenderá el área de acopio, área de mezclado, área de apilado y estabilizado, área de control y almacenado, con un área total de 1300.50 m².

Planta de compost

El área correspondiente para la Planta de Valorización de Bokashi comprenderá el área de recepción, área de maquinaria, área de almacenado, con un área total de 768 m².

Área de zona administrativa y cocina-comedor

Área administrativa

Comprenderá un total de 93.635 m² y contará con zonas como ambientes para reuniones, servicios higiénicos y oficinas.

Área cocina – comedor

El área que comprenderá la cocina/comedor será de 88.145 m², comprendiendo una zona de cocina y zona de comensales.

Diseño Estructural

Se desarrollaron 2 tipos de sistemas estructurales, concreto armado y estructuras metálicas (para la planta de reciclaje y de valorización) (**Ver Anexo N°10**).

Estructuras de acero

Para las estructuras de acero, se utilizarán tres tipos de elementos estructurales; los cuales serán los siguientes:

✓ **Tijeral**

Para el tijeral de la Planta de Reciclaje se utilizarán y la Planta de Valorización de Bokashi se utilizarán perfiles de doble ángulo (2L 2

½"x2 ½"x3/8") tanto para las bridas superiores e inferiores y montantes y diagonales

Para el tijeral de la Planta de Valorización de Compost se utilizarán perfiles de doble ángulo (2L 2"x2"x3/8") tanto para las bridas superiores e inferiores; montantes y diagonales.

Columnas

Para las columnas se utilizarán perfiles metálicos tipo W, siendo el perfil 10x160, tanto para la Planta de Reciclaje y la Planta de Valorización (bokashi y compost),

✓ **Viguetas**

Para las viguetas se utilizarán perfiles de (C5x1/2)

Estructuras de Concreto Armado

Se realización de acuerdo a la normativa vigente, cumpliendo con todos los requisitos de diseño y la aplicación de parámetros de sismo resistencia (derivadas menores o iguales a 0.007).

✓ **Vigas**

Las vigas de las zonas que comprende el proyecto fueron definidas en función a un predimensionamiento; teniendo dos tipos de secciones de vigas V1 0.25x0.25 m y V2 0.25x0.35 m.

✓ **Columnas**

Las columnas presentan secciones de 0.30x0.30 m.

✓ **Losa aligerada**

La losa aligerada consta de un peralte de 20 cm.

✓ **Zapatatas**

Las zapatas comprenderán las siguientes 1.80x1.20m y una altura de 0.50m.

Instalaciones internas

Instalaciones Sanitarias

Para la instalación de agua potable, se tendrá en cuenta el suministro de terrenos aledaños al proyecto.

Instalaciones Eléctricas

Para la instalación de energía eléctrica, se tendrá en cuenta el suministro de terrenos aledaños al proyecto.

Vías de Acceso

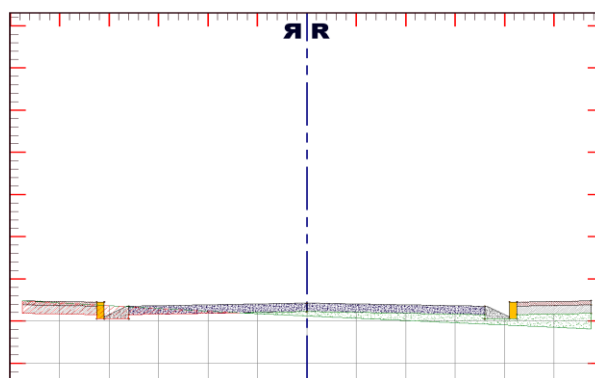
Se modelaron los elementos del mejoramiento de la vía en Civil 3D usando la norma de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, obteniéndose los siguientes resultados para vías principales:

Tabla 15: Requerimiento para el diseño de Vías de acceso

Diseño de Vías de Acceso		
Requerimientos	Valor	Unidad
Velocidad	30.00	Km/h
Ancho de calzada	6.00	m
Ancho de berma	0.60	m
Peralte	2.00	%
Bombeo	2.00	%
Espesor afirmado	0.20	m

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5: Sección Transversal típica para el proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, para determinar el volumen total de afirmado a utilizar, dependerá de los lineamientos considerados para las vías de acceso del proyecto

Estudio de Impacto ambiental

Para realizar investigaciones sobre la evaluación del impacto ambiental, se han tenido en cuenta tres (03) etapas para reconocer posibles efectos ambientales; los cuales son: habilitación, operación y cierre (**Ver Anexo No. 09**).

Con la aplicación del método de la matriz de Leopold se analizaron un total de 136 acciones en la primera fase, 6 en la segunda y 3 en la tercera y final. Se analizaron 21 componentes ambientales con 8 factores ambientales.

En la primera fase el componente ambiental más frágil es la calidad del suelo en el factor ambiental suelo. En la fase de operación el componente ambiental más frágil es el de emisión de gases en el factor ambiental aire y la última etapa la acción más positiva, a lo largo del desarrollo del proyecto, son los monitores de agua, aire y ruido.

Presupuesto del Proyecto

Para determinar el presupuesto, se atribuye las siguientes consideraciones (**Ver Anexo N°13**):

Tabla 16: Presupuesto general de obra

COSTO DIRECTO	3,841,562.10
GASTOS GENERALES (10%C.D)	384,156.21
UTILIDAD (8%C.D)	307,324.97

SUB TOTAL	4,533,043.28
IGV(18%)	815,947.79

MONTO REFERENCIAL DE OBRA	5,348,991.07
GASTOS DE SUPERVISIÓN (5%V.R)	267,449.55

TOTAL PRESUPUESTO	5,616,440.62

Fuente: Elaboración Propia

Estudio de viabilidad del Proyecto (costo y beneficio) (Ver Anexo N°15).

Obtención de Ingresos

Para los ingresos del proyecto se tendrá en cuenta los tipos de residuos sólidos a utilizar, y se prevé la reutilización de los residuos sólidos orgánicos a través de la compra de compost; y reutilización de residuos sólidos inorgánicos.

Tabla 17: Precio de productos terminados

Producto Final	Precio de Venta (S./ x Kg)	Presentación	Precio de Venta (S./ x Und)
Compost	-		20
Bokashi	-		15
Sacos de Papel	0.7		35
Sacos de Cartón	0.43		21.5
Sacos de Vidrio	0.5	Sacos de 50kg	25
Sacos de Plástico	0.43		21.5
Sacos de TetraBrick	0.38		19
Sacos de Metales	0.5		25
Sacos de Textiles	0.1		5
Sacos de Caucho	0.12		6

Fuente: Elaboración Propia

Obtención de Costos Totales

Costos de producción

- Materiales directos

Los materiales directos serán los residuos sólidos generados por el proyecto; Por lo tanto, no habrá inversión por esta parte, con el aporte de S/. 0,00 por año considerado.

- **Materiales indirectos**

Se consideran materiales indirectos los insumos necesarios para la obtención del producto final, considerando los siguientes ingresos:

Tabla 18: Costos de materiales indirectos

AÑO	COMPOST	BOKASHI	PAPEL	CARTÓN	VIDRIO	PLÁSTICO	TETRABRICK	METALES	TEXTILES	CAUCHO
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	103712.499	28034.60011	27259.8018	27510.14695	9523.711135	43726.94743	2495.675336	6906.34629	25385.5249	881.889583
2024	105797.1202	28598.09557	27807.7238	28063.1009	9715.137729	44605.85907	2545.66756	7045.16386	25895.7739	899.444714
2025	107923.6423	29172.91729	28366.6591	28627.16923	9910.411998	45502.43684	2596.664628	7186.77165	26416.279	917.352702
2026	110092.9075	29759.29293	28936.8289	29202.57533	10109.61128	46417.03582	2648.686737	7331.22576	26947.2462	935.620642
2027	112305.775	30357.45471	29518.4592	29789.5471	10312.81447	47350.01824	2701.75449	7478.5834	27488.8858	954.255767
2028	114563.1211	30967.63955	30111.7802	30388.31699	10520.10204	48301.7536	2755.888905	7628.90292	28041.4125	973.265458
2029	116865.8398	31590.08911	30717.027	30999.12217	10731.55609	49272.61885	2811.111422	7782.24387	28605.0448	992.657243
2030	119214.8432	32225.0499	31334.4393	31622.20452	10947.26036	50262.99849	2867.443912	7938.66697	29180.0062	1012.4388
2031	121611.0615	32872.7734	31964.2615	32257.81083	11167.3003	51273.28476	2924.908685	8098.23418	29766.5244	1032.61797
2032	124055.4439	33533.51615	32606.7431	32906.19283	11391.76303	52303.87778	2983.528499	8261.00869	30364.8315	1053.20275
2033	126548.9583	34207.53982	33262.1387	33567.60731	11620.73747	53355.18573	3043.326572	8427.05496	30975.1646	1074.20127
2034	129092.5924	34895.11137	33930.7077	34242.31621	11854.31429	54427.62496	3104.326586	8596.43877	31597.7654	1095.62187
2035	131687.3535	35596.50311	34612.7149	34930.58677	12092.58601	55521.62022	3166.5527	8769.22719	32232.8805	1117.47302
2036	134334.2693	36311.99282	35308.4305	35632.69156	12335.64699	56637.60479	3230.02956	8945.48865	32880.7614	1139.76337
2037	137034.3881	37041.86388	36018.1299	36348.90866	12583.59349	57776.02065	3294.782304	9125.29297	33541.6647	1162.50177
2038	139788.7793	37786.40534	36742.0943	37079.52173	12836.52372	58937.31866	3360.836578	9308.71136	34215.8522	1185.6972
2039	142598.5337	38545.91209	37480.6104	37824.82011	13094.53785	60121.95877	3428.218543	9495.81646	34903.5908	1209.35887
2040	145464.7643	39320.68492	38233.9707	38585.099	13357.73806	61330.41014	3496.954886	9686.68237	35605.153	1233.49613

Fuente: Elaboración Propia

- **Mano de Obra Directa**

La mano de obra directa se considera el gasto generado por los empleados del proyecto.

Tabla 19: Gastos de mano de obra

ÁREA	CARGO	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO ANUAL (S/)	SUELDO ANUAL TOTAL
ZONA ADMINISTRATIVA	GERENTE GENERAL	1	3500	42000	56280
	ADMINISTRADOR/ CONTADOR	1	2500	30000	40200
	ASISTENTE DE ADMINISTRADOR	1	1025	12300	16482
ZONA DE PRODUCCIÓN	JEFE DE PRODUCCIÓN	1	2000	24000	32160
	OPERARIO DE MINICARGADOR	1	1200	14400	19296
	PEONES	16	1200	230400	308736
ZONA DE ALMACÉN DE PT,PV	ALMACENERO PT	1	1500	18000	24120
	OPERARIO	1	1200	14400	19296
ZONA DE MANTENIMIENTO	MECÁNICO	3	1200	43200	57888
ZONA DE VIGILANCIA	VIGILANTE	2	1100	26400	35376
			TOTAL	455100	609834

Fuente: Elaboración Propia

- **Gastos Generales de Fabricación**

Se consideran como estos gastos al mantenimiento del proyecto, es decir, el uso de energía eléctrica y agua potable.

Tabla 20: Gastos de consumo eléctrico

Área	Consumo (kWh)	Tarifa (S//kW)	Costo anual (S/)
Planta	17.2	0.7305	31461.7584
Administración	0.55	0.7305	1006.0446
Total			32467.803

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Gastos de consumo de agua potable

Área	Consumo Mensual (m3)	Tarifa (S//m3)	Costo anual (S/)
Planta	6.57	7.21	568.4364
Administración	0.45	7.21	843.57
Total			1412.0064

Fuente: Elaboración Propia

Discusión

- Para la Caracterización de RRSS del proyecto, se toman en cuenta 2 grupos: residuos reutilizables y no reutilizables. Los cuales se dividen en 39.395% y 33.7625% de orgánicos e inorgánicos respectivamente. Como resultado de los residuos no valorizables se obtuvo una contribución del 26.84375%. Considerando el proyecto citado [11], se obtienen el 51.06% de residuos no reaprovechables y 48.942% de residuos sólidos reaprovechables. Los residuos que se pueden reaprovechar son puestos a tratar para convertirse en un producto final con valor en el mercado y así poder aplicarse en una determinada situación.
- Para la obtención de las áreas de las estructuras, se optó por el uso de la Caracterización de los residuos, luego hacer un estudio de macro y micro ruteo ya que nos da la obtención de áreas a utilizar; en comparación del proyecto citado [10], analizado da un área de 60,000 m² no indicando áreas correspondientes para su propuesta. No existen parámetros reglamentados para áreas mínimas en este tipo de proyectos.
- En este proyecto se realizaron la excavación de 9 calicatas en toda la zona de estudio, los ensayos realizados fueron los mínimos que se deben realizar para este tipo de proyecto, obteniendo un valor máximo de 1.09 kg/cm² y un mínimo de 0.90 kg/cm². En cuanto a asentamientos del terreno, se obtuvo el valor de 1.50 cm.
- Se realizará un procedimiento semi mecanizado de tal manera que sea lo más eficiente posible para el compost eligiendo en función a la capacidad, un parte es tratada mediante un reactor (compostador industrial “BIOCOMP”) y el bokashi usando el tratamiento de pilas. Tomando el estudio citado [10] se realiza un proceos manual mediante pilas lo cual permite una eficiencia para la obtención de compost, minimizando los impactos ambientales negativos.
- El presupuesto general para este proyectp es de S/. 5, 616, 440.62, considerando el proyecto citado [7], se obtuvo un presupuesto de S/. 43,988695.94, el cual es mucho mayor que este planteamiento debido a que se trata de una infraestructura donde utilizaran solo maquinaria industrializada (proyectando un relleno sanitario).
- Para la Segregación y Producción se optó por una infraestructura de tipo nave industrial (acero), por las dimensiones obtenidas del cálculo y por la envergadura del mismo. En el proyecto citado [10], se hace la misma elección. Esto también se da por un tema de tener espacios ventilados que permitan la aireación del producto.

- La factibilidad/viabilidad en cuanto a términos monetarios o de rentabilidad se obtuvo a partir de la TIR, obteniéndose un 29%, calculo que no se encontró en otro estudio analizado [9]. Dicho proyecto puede incluso hacerse mediante vías privadas, con este estudio se demuestra que el retorno de la inversión es segura.

Conclusiones

- Después de haber analizado el Estudio de Caracterización los residuos sólidos Municipales para el distrito de Lambayeque y comparando con normativas el estudio se encuentra correctamente hecho, también se determinó la producción anual de estos residuos, donde se pudo determinar los ingresos generados por el proyecto. Donde se han identificado residuos “reaprovechables”, en particular son los residuos sólidos orgánicos que representan el 39.395% y los residuos sólidos inorgánicos que representan el 33.7625%; y "no reutilizables", con una aportación del 26.84375%.
- Se realizó una topografía al área que define el sitio del proyecto donde resultó una topografía completamente plana, ya que hay un área llana donde se ubicará la mayor parte de estructuras del proyecto. La topografía realizada en el terreno ayudó a determinar la ubicación ideal para las estructuras del proyecto. Con base en el levantamiento topográfico realizado para el proyecto, el área de levantamiento topográfico es de 27,41 ha y su perímetro es de 2932,87 ml.
- Con el Estudio de Mecánica de suelos se pudo determinar las peculiaridades del suelo en el área designada. De igual forma se puede determinar la capacidad portante del área, obteniendo un valor máximo de 1.09 kg/cm² y un mínimo de 0.90 kg/cm². De igual manera, se determinaron los asentamientos del terreno, con un valor de 1.50 cm.
- Para el diseño de la Planta y estructuras afines, como guía para obtener las áreas se optó la Caracterización de los residuos, luego hacer un estudio de macro y micro ruteo ya que nos da la obtención de áreas a utilizar. Asimismo, para la especialidad de estructuras, se pretende el tipo de dos sistemas estructurales (Concreto y acero). Para el área de reciclaje hay un total de 1537.5 m², para la de Bokashi de 1300.5 m² y para el de Compost 768 m². Para el tratamiento de residuos sólidos, se realizará el tratamiento de residuos semimecanizado y mecanizado. El diseño de las estructuras principales y secundarias en base al RNE y el Manual del AISC para el diseño de las estructuras de acero.
- Para el mejoramiento de vías de acceso se aplicó la DG – 2018, tomando en cuenta criterios básicos como índices vehiculares, velocidad de diseño, longitudes mínimas y máximas. Se toma una rodadura tipo afirmado con un espesor de 20 cm (se aplica en total 719.65 m³ de afirmado).

- Para las oficinas y para las naves, en cuanto a aguas servidas, se dispone un tanque séptico, donde se propone un sistema wetlands. Se instalará además un sistema de aspersores como medida de reaprovechamiento de estas aguas.
- En cuanto a la EIA, los impactos se determinan en tres fases del proyecto, a saber: fase de habilitación/construcción, operación y cierre. Tanto en el proceso de adquisición como en la fase de operación, los recursos ambientales más afectados son el aire, con el aumento de partículas en suspensión en el factor ambiental; y en la etapa de cierre se logran impactos ambientales positivos.
- El monto total del proyecto hace S/. 5, 616, 440.62 en el presupuesto.
- El VAN después del análisis es de S/. 37,185,639.28; y una tasa de retorno del 29%, demostrándose así la rentabilidad del mismo. El periodo de recuperación de la inversión del proyecto (S/. 5, 616, 440.62) de 3 años y 10 meses, con un costo beneficio de S/. 3.42.

Recomendaciones

- Complementar el proyecto con un plan de segregación.
- Agregar un sistema de recolección de desechos sólidos en las inmediaciones para evitar la acumulación de desechos. Asimismo, la propuesta de construcción de una planta de transferencia.
- Realizar un circuito (planta de transferencia, planta de tratamiento, planta de valorización y para la disposición final un relleno sanitario) adecuado, con tecnología para el tratamiento de los residuos sólidos.
- Implementación de un relleno sanitario adecuado para la disposición final de los desechos generados por la población.
- Se recomienda que la Municipalidad distrital de Lambayeque, sea el responsable de los servicios de limpieza, recolección y transporte de los desechos del distrito. Asimismo, que sea el encargado de la operación, funcionamiento y mantenimiento de la planta de reciclaje y la planta de valorización (compost y bokashi), ya que proporcionara más puestos de trabajos para la población.

Lista de referencias

- [1] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, and F. Van Woerden, «What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050», 20 de septiembre del 2018. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- [2] Banco Mundial, «Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes», 20 de septiembre del 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report-2018>
- [3] Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), «Reporte: Lambayeque: estadísticas ambientales», 1 de mayo del 2018. [En línea]. Disponible: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/lambayeque-estadisticas-ambientales-diciembre-2019>
- [4] «Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), del Ministerio del Ambiente (MINAM)», 2018. [En línea]. Disponible: <http://www.minam.gob.pe/el-ministerio/organismos-adscritos/oefa/>
- [5] «Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (DGGRS), del MINAM», diciembre del 2019. [En línea]. Disponible: <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/>
- [6] «Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempo de COVID - 19» 2019. [En línea]. Disponible: http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf
- [7] C. Amatio Máñez, «Diseño de una Planta de Valorización de Residuos Urbanos para el área de gestión A6 de la comunitat valenciana», Tesis de Master, Esc. Ind., Univ. Politécnica de Valencia, 2018-2019. [En línea]. Disponible: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/113904/29208027M_TFM_15421307256838040049755654912993.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- [8] J. D. Castiblanco Quintero – E. Rodríguez Mejía, «Análisis del Manejo de los residuos sólidos orgánicos y reciclables, generados en la galería del Mercado Leopold Rhoter del Municipio de Girardot - Cundinamarca.», Tesis de Licenciatura, Esc. Civil., Univ. Piloto de Colombia, 2017. [En línea]. Disponible:<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5781/TRABAJO%20FINAL%20ANALISIS%20DEL%20MANEJO%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] C.V. Ballardo Matos, «Valorización de residuos sólidos orgánicos como sustrato para el crecimiento de bacillus thuringiensis mediante fermentación en estado sólido: aplicación a la fracción orgánica de residuos municipales para la producción de compost con efecto biopesticida.», Tesis de Licenciatura, Esc. Quím., Univ. Autónoma de Barcelona, 2016. [En línea]. Disponible:
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/399721/cvbm1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [10] Esteban Llave Chaca, «Determinación del potencial de generación de compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el distrito de Yauri, provincia de Espinar», Tesis de Licenciatura, Esc. Civil., Univ. Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. [En línea]. Disponible:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6149/AMllche.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [11] Ortega Landeo Yesica Natali – Torres Romero Sherly Wendy, «Diseño de una planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Municipales para Poblaciones Pequeñas», Tesis de Licenciatura, Esc. Quím., Univ. Nacional del Centro del Perú de Huancayo, 2016. [En línea]. Disponible:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3756/Ortega%20Landeo%20-%20Torres%20Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [12] «ONU, Medio ambiente», 2019. [En línea]. Disponible:
<https://www.unenvironment.org/es>
- [13] «MINAM», 2016. [En línea]. Disponible:
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/78307-plataforma-sigersol-se-actualiza-para-brindar-informacion-sobre-la-gestion-de-residuos-solidos->

de-municipalidades-a-nivel-nacional

- [14] «Ministerio del Ambiente», 2010. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/en/minam>
- [15] «OEFA: Organismo de evaluación y Fiscalización Ambiental», 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/oeфа>
- [16] «Ministerio del Ambiente», 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/en/minam>
- [17] EUR-Lex, «Directiva 2008/98/ce del parlamento europeo y consejo, del 19 de noviembre del 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas». Texto pertinente a efectos del EEE. OJ L 312, 22.11.2008, p. 3–30 (BG, ES, CS, DA, DE, ET, EL, EN, FR, IT, LV, LT, HU, MT, NL, PL, PT, RO, SK, SL, FI, SV) [En línea]. Disponible: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- [18] «Servicios medioambientales de Valencia, S.L.», 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.smv.es/la-valorizacion-residuos-tipos-beneficios/>
- [19] «Ministerio de Agricultura y Ganadería», 2011. [En línea]. Disponible: <http://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>
- [20] MINAM, «Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016-2024)» Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, Lima 2016 [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2634-plan-nacional-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-2016-2024>
- [21] MINAM «Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual» Lima, 2008. [En línea]. Disponible: <https://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/2643.pdf>
- [22] MINAM «Decreto Legislativo que Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos» 2017. [En línea]. Disponible: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-decreto-legislativo-ndeg-1278-decreto-legislativo-que-aprueba>
- [23] MINAM «Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental –

- Ley N° 27446» [En línea]. Disponible: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>
- [24] «Suelo y Cimentaciones: Norma E050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.» 2019
- [25] «Concreto Armado: Norma E060 de Reglamento Nacional de Edificaciones.» 2019
- [26] M. Campins Eritja, «La Gestión de los Residuos Peligrosos en la Comunidad Europea», Barcelona, J. M. Bosch Editor, 318 pp.1994. [En línea]. Disponible:<https://revistas.unav.edu/index.php/anuario-esp-dcho-internacional/article/view/29181/24658>
- [27] «Municipalidad de Lambayeque», 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.districto.pe/districto-lambayeque.html>

Anexos

Link de Acceso a los Anexos

https://drive.google.com/drive/folders/1D-p7FF8wpkLIgf5TTUCZRZKFfuK3IrvZ?usp=share_link