

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



**Diseño de una infraestructura para la valorización y disposición final de
residuos sólidos en el distrito de Yauyucan, provincia de Santa Cruz-
Cajamarca, 2021**

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

AUTOR

Jean Marco Cruzado Cubas

ASESOR

Anibal Teodoro Diaz Orrego

<https://orcid.org/0000-0003-2861-4015>

Chiclayo, 2023

Diseño de una infraestructura para la valorización y disposición final de residuos sólidos en el distrito de Yauyucan, provincia de Santa Cruz-Cajamarca, 2021

PRESENTADA POR

Jean Marco Cruzado Cubas

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

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Roberto Bruno Reyes Aspiros

PRESIDENTE

Gian Franco Pérez Garavito

SECRETARIO

Anibal Teodoro Diaz Orrego

VOCAL

Diseño de una infraestructura para la valorización y disposición final de residuos sólidos en el distrito de Yauyucan, provincia de Santa Cruz-Cajamarca, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	12%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	1library.co Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	www.sitiobeta.curridabat.go.cr Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	7
Abstract	8
I. Introducción	9
II. Revisión de literatura	11
2.1 Antecedentes del problema	11
2.2 Bases teórico-Científicas	12
2.3 Fundamentación teórica	13
2.3.1 Residuos Sólidos	13
2.3.2 Residuos Sólidos Municipales	13
2.3.3 Clasificación de los residuos sólidos.....	13
2.3.4 Valorización de Residuos.....	15
2.3.5 Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales	15
2.3.6 Gestión integral de los residuos sólidos municipales.....	15
2.3.7 Relleno sanitario.....	17
2.4 Definición de términos básicos	18
3.1 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.1.1 Tipo y nivel de investigación	19
3.1.2 Diseño de investigación	19
3.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.2 Procedimientos.....	19
3.2.1 Estudio de caracterización.....	19
3.2.2 Evaluación y designación de área de terreno	20
3.2.3 Estudio topográfico y geotécnico.....	21
3.2.4 Estudio de mecánica de mecánica de suelos	21
3.2.5 Estudio hidrológico	21
3.2.6 Determinación de las áreas de reciclaje, compostaje y relleno sanitario	22
3.2.7 Diseño de vías de acceso y oficinas en el área seleccionada	25
3.2.8 Diseño de los planos del proyecto.....	25

3.2.9	Estudio de impacto ambiental	26
3.2.10	Costos, presupuesto y cronograma de ejecución del estudio	26
IV.	Resultados y discusión	27
	Nave industrial.....	33
V.	Conclusiones	35
VI.	Recomendaciones	36
VII.	Referencias bibliográficas	37
	Bibliografía	37
VIII.	Anexos.....	39

Lista de fotografías

Fotografía 1 Ubicación del distrito de Yauyucan.....	40
Fotografía 2 Residuos arrojados a la quebrada	40
Fotografía 3 Residuos arrojados a la quebrada	40
Fotografía 4 Residuos sólidos arrojados a la quebrada	40
Fotografía 5 Mal estado de los contenedores	40
Fotografía 6 Basura arrojada	40
Fotografía 7 Basura arrojada	40

Resumen

La tesis, se enfoca en el diseño de una Infraestructura para una adecuada valorización y disposición final de los RS en el distrito de Yauyucan. Yauyucan es un lugar que se dedica al comercio siendo uno de los distritos más comerciantes de la provincia de Santa Cruz, que según el estudio de caracterización que se realizó generan un índice de 0,78 kg/hab/día de generación per cápita de RS municipales. Ante estos datos, el tratamiento de estos RS es inadecuado, esto genera áreas inadecuadas donde se depositan los residuos municipales sin ningún tipo de higiene, lo cual es perjudicial para la población. El área estudiada y evaluada tiene una pendiente entre 8-15%, con suelos areno-limosos, por consiguiente, por su forma y relieve y clasificación de suelos se ha elegido el método de área. El diseño contempla un área de 3 hectáreas, distribuidas en: zona de reciclaje con un área de 300 m², zona de compostaje con 720 m², relleno sanitario de 2250 m² y módulos administrativos de 101,25 y 108. El objetivo de esta investigación es dar una solución de tipo ingenieril para dicha infraestructura, utilizando la instalación de plantas de compostaje, reciclaje y el relleno sanitario. De esta manera, será posible reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente que ha tenido el distrito de Yauyucan a lo largo de los años.

Palabras clave: Residuos sólidos, disposición final, caracterización, generación per cápita, relleno sanitario, compostaje.

Abstract

The thesis focuses on the design of an Infrastructure for an adequate valuation and final disposal of the RS in the district of Yauyucan. Yauyucan is a place that is dedicated to commerce, being one of the most commercial districts in the province of Santa Cruz, which according to the characterization study that was carried out generates an index of 0.78 kg/inhabitant/day of per capita generation of RS. municipal. Given these data, the treatment of these RS is inadequate, this generates inadequate areas where municipal waste is deposited without any type of hygiene, which is harmful to the population. The area studied and evaluated has a slope between 8-15%, with sandy-silty soils, therefore, due to its shape and relief and soil classification, the area method has been chosen. The design contemplates an area of 3 hectares, distributed in: recycling area with an area of 300 m², composting area with 720 m², sanitary landfill of 2250 m² and administrative modules of 101,25 and 108. The objective of this research is provide an engineering-type solution for said infrastructure, using the installation of composting, recycling and landfill plants. In this way, it will be possible to reduce the negative impact on the environment that the Yauyucan district has had over the years. Keywords: Solid waste, final disposal, characterization, generation per capita, landfill, composting.

I. Introducción

La generación excesiva de residuos sólidos es uno de los problemas más frecuentes que existe en los diferentes lugares del mundo, la carencia de entendimiento sobre el impacto ambiental que esta provoca, poco avance institucional y la ausencia de educación son componentes que empeoran el medio ambiente causada por el mal funcionamiento de los RS.

Actualmente, la población del mundo ha superado los 7 mil millones de pobladores. Atender esta fuerte demanda ha provocado que se vaya evolucionando la explotación y uso de recursos naturales, generando el crecimiento de residuos sólidos que impactan el medio ambiente, si no son correctamente gestionados. El inconveniente de estos residuos es que cuentan con sistemas de recolección y manejo, así como además los sitios destinados para depositarla, pero no se desarrollan en la misma proporción y capacidad y ubicación. Por ello todos los días la basura se desborda y contamina el medio ambiente.

En el Perú, según el MINAM, nos dice, la cantidad de RSU que se generaron entre los años 2014 y el 2018 es de 35'305,971 toneladas, lo que equivale a 19,346 toneladas al día. De igual manera, se presentó un aumento de residuos sólidos del 7 % al término de los cinco años, generando 6'904,950 toneladas en las 2014 y 7'374,821 toneladas en el 2018; dentro de estos muchos residuos peligrosos, lo que se requiere de métodos de tratamiento para no generar problemas al ambiente. [1]

Por otro lado, en el año 2017, de 1872 municipalidades, 1836 dieron servicio de recolección de desechos, los cuales el 80.8% depositaron en un vertedero, 28.6% lo utilizo en reciclaje, 22.7% lo depositó a un relleno sanitario y el 14.8% los incineró o quemó; se puede ver que, a pesar de estar prohibido la disposición final de RS en sitios no aptos, el 80.8% de municipalidades lo hacen. [1].

Ahora bien, según el ministerio de ambiente, en la región de la Costa se generan 55.76% de residuos orgánicos, 19.6% de residuos inorgánicos que son reciclables, 15.50% residuos no aprovechables, 9.13% residuos peligrosos. En la región de la Sierra se generan 57.08% de residuos orgánicos, 18.3% de residuos inorgánicos que son reciclables, 15.50% residuos no aprovechables, 9.11% residuos peligrosos y en la región de la Selva se generan 59.13% de residuos orgánicos, 9.4% de residuos inorgánicos que son reciclables, 8.53% residuos no aprovechables, 2.98% residuos peligrosos. [2]

Yauyucan es un distrito que pertenece a la provincia de Santa cruz, departamento de Cajamarca, limita al norte con el distrito de La Esperanza, al este con los distritos de Ninabamba y

Andabamba, al Sur con el distrito de Pulán y al Oeste con el distrito de Saucepampa. Según INEI, tiene un aproximado de 35.37 Km², con una población total según de 3059 habitantes.

El distrito de Yauyucan cuenta con una plaza pecuaria, esta plaza es la más visitada de esta provincia, y las más importantes en la región Cajamarca, por su gran venta de ganado a todos los lugares del Perú; así como también existen otras actividades como productos agrícolas y pan para llevar. Todo esto genera que las personas de distintos lugares del Perú lleguen al distrito, teniendo como resultado la generación de RS que son botados y arrojados en lugares no aptos, como quebradas y calles.

La Municipalidad distrital de Yauyucan cuenta por un problema grave referido al manejo, gestión y disposición final de RS, porque no cuenta con una infraestructura para estos RS por lo que se tiene que llevar estos desechos a la provincia de Santa cruz, por consiguiente, muchas veces son arrojados en sitios no adecuados, sin conocer que estos RS podían valorizarse para generar ingresos económicos o mejoras. Además, la población está muy insatisfecha ya que el recojo no es continuo y se hace cada tres días, ante ello las personas buscan maneras de deshacerse de sus residuos, tirarlos en lugares inadecuados como barrancos y dejarlos dentro. El riesgo para la población está relacionado principalmente con animales e insectos vectores (por ejemplo, moscas, mosquitos, ratas, cucarachas), etc. propagarse, lo que puede provocar diarrea, parásitos y enfermedades respiratorias.

En cuanto al almacenamiento público del distrito de Yauyucan, se cuenta con solo 6 papeleras de 30 litros de capacidad, estos ubicados en el parque de la localidad, dichos contenedores son insuficientes y están en mal estado, además el barrido en las vías es provisto directamente por la municipalidad distrital, esta función se realiza a diario en horario de la tarde con 6 personas, y la recolección a través de una moto furgón, sin embargo, existe escases en el tema de limpieza. Ante tal situación, se propone diseñar una infraestructura para la valorización y disposición final de RS, la cual está distribuida en: Valorización de los RS orgánicos; con procesos: Generación, Segregación en la fuente, Recolección, transporte, tratamiento, producción de abono orgánico (compost), almacenamiento, producción. Valorización de RS inorgánicos; con procesos: Generación, Segregación en la fuente, Recolección, transporte, almacenamiento, comercialización. Es importante recalcar que los residuos inorgánicos no aprovechables serán destinados al relleno sanitario. Todo esto para minimizar el impacto ambiental, y así proteger la salud pública, el medio ambiente y los recursos naturales.

El análisis realizado (Justificación técnica), la investigación permite conocer la gran necesidad de construir una infraestructura para la valorización y de disposición final en el distrito de

Yauyucan, para asegurar un incremento en el uso racional de materiales, el adecuado tratamiento y manejo de los RS; y adecuada disposición final.

En el ámbito económica (Justificación económico), al determinar el diseño de la infraestructura, se garantiza el valor de los residuos orgánicos e inorgánicos, y es posible obtener ingresos económicos ya sean directos o indirectos a través de la comercialización. De igual forma, este proyecto ofrecerá empleo a los residentes en diversas áreas de la infraestructura.

El análisis realizado (Justificación social), da a conocer algunas enfermedades respiratorias, parasitarias; etc. producidas principalmente por la basura, es por esta razón que se busca disminuir significativamente las amenazas de contagio a través de una infraestructura para la valorización y disposición final de RSM y con ello reducir los agentes vectores, así como también otorgar beneficios y dar una buena condición de vida a la población.

En el ámbito ambiental (Justificación ambiental), para disminuir el impacto ambiental, la cantidad de residuos y para poder reintegrar estos a la cadena de valor, es crucial gestionar y manejar bien los residuos sólidos y llevar estos al aprovechamiento y valorización de los mismos, por consiguiente, se busca promover la protección del medio ambiente, y evitar el desarrollo de vectores que tengan un impacto ambiental en la flora y fauna.

Por consiguiente, la presente tesis tiene como objeto principal: diseñar una infraestructura para la valorización y disposición final de residuos sólidos en el distrito de Yauyucan y como objetivos específicos tenemos : Realizar el estudio de caracterización de los RS, evaluar y designar la mejor alternativa de terreno para la planta de valorización y de disposición final, realizar estudios topográficos y geotécnicos requeridos, realizar estudio de mecánica de suelos e hidrológico, determinar las áreas de reciclaje, compostaje y relleno sanitario, diseñar las vías de acceso y oficinas en el área seleccionada, diseñar los planos del proyecto (Arquitectónicos, Estructurales, Instalaciones eléctricas y sanitarias), realizar estudio de impacto ambiental y determinar los costos, presupuestos y cronograma de ejecución del estudio.

II. Revisión de literatura

2.1 Antecedentes del problema

Respecto al tema: “Diseño de una infraestructura para la valorización y disposición final de residuos sólidos en el distrito de Yauyucan, provincia de Santa Cruz-Cajamarca, 2021”, tenemos las siguientes investigaciones relacionadas:

Gómez Muñoz, Roa Acosta, Rojas Escobar [3] en su investigación “Diseño de una estrategia de valorización de residuos sólidos como elemento del modelo de sostenibilidad en la localidad Kennedy en Bogotá” tiene como objetivo principal diseñar un plan de negocios factible basado

en los RS generados. De ello se deduce que esta implementación contribuirá significativamente a la reducción de PET en la ciudad y permitirá que más personas tomen la iniciativa en la implementación de planes de negocios viables.

Gómez Cruz [4] en su tesis “Diseño de una planta de recuperación y manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de Asillo” tiene como objetivo diseñar una Planta de recuperación y manejo de RS Urbanos, con la finalidad de dar a este tipo de residuos un tratamiento final adecuado y reducir de esta manera el impacto ambiental provocado por su recolección, transporte almacenamiento y la disposiciones de los botaderos a la intemperie. Para lograr definir ello realizó estudios como caracterización de RS, estudio hidrológico, y geotécnico, selección de área, sistemas de recuperación, manejo de RS y EIA. Los resultados obtenidos muestran que la GPC es de 1.95 TM/día, además se determinó la extensión del relleno sanitario con 10,015.67 M2.

Gamonal Coronel [5] en su investigación “Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018” tiene como objetivo principal diseñar una infraestructura que aporte en el aprovechamiento y disposición final de RSM. Los resultados muestran que es plan con desarrollo sostenible con grandes beneficios sociales, económicos y ambientales y que la extensión de la infraestructura es de 10 hectáreas.

2.2 Bases teórico-Científicas

2.2.1 Bases legales

Se tiene presente las siguientes bases teóricas para el desarrollo del proyecto:

En la guía [6], ayuda a desarrollar con eficacia una gestión integral de RS, así como a administrar y manejar correctamente los rellenos sanitarios para garantizar una sostenibilidad ambiental.

“Esta guía [7] proporciona lineamientos técnicos para la selección de área, diseño y construcción de infraestructura para el tratamiento de RS.”

“MINAN a través de esta guía [8], ayuda a cómo reducir los impactos ambientales, a manejar correctamente los residuos sólidos, y a protegernos de algunas enfermedades producidas por dichos residuos, todo esto con la finalidad de evitar riesgos de salud en toda la población.”

Ley aprobada mediante Decreto Legislativo N.º 613. Esta ley [9] nos explica que los gobiernos locales, provinciales, así como también distritales deben cumplir con la normativa referente a residuos sólidos urbanos procedentes de mercados, centros comerciales, domicilios, entre otras actividades, para ser depositada en una correcta disposición final.

Esta ley [10] nos dice, toda persona tiene derecho a vivir en un entorno ambiental sin problemas, además vivir en una sociedad sostenible y equilibrada, así como también proteger el medio ambiente, asegurando una buena salud.

En la Ley [11], “Los gobiernos municipales están obligados a regular, controlar y hacer servicio de limpieza, ubicando los lugares de disposición final, así como también las áreas de aprovechamiento de RS.”

2.3 Fundamentación teórica

2.3.1 Residuos Sólidos

Se trata de sustancias, productos sólidos o semisólidos que emiten los generadores. Comprendemos por generador a una persona que genera residuos sólidos como consecuencia de sus actividades diarias. Generalmente se considera como algo que no tiene valor económico y se le conoce como "desperdicio". Cabe resaltar que la ley también considera dentro de esta categoría las sustancias semisólidas (lodo, limo, caramelos de montaña, etc.) y las sustancias producidas por fenómenos naturales como lluvias y deslizamientos de tierra, etc. [12]

2.3.2 Residuos Sólidos Municipales

Los (RSM) se les llama así, a los que se originan en los hogares, por el comercio, la industria (pequeña manufactura, artesanías), las organizaciones (gobiernos, instituciones educativas, etc.), mercados y limpieza, vías sanitarias y lugares públicos, y de la cual, el deber lo tiene la Municipalidad.

2.3.3 Clasificación de los residuos sólidos

2.3.3.1 Por su Origen

Básicamente, los residuos se definen por la actividad que los genera

2.3.3.1.1. Residuos Domiciliarios.

Es el desperdicio de las tareas del hogar. Esto incluye restos de comida, periódicos, revistas, botellas, empaques, artículos de higiene personal, etc. [9]

2.3.3.1.2 Residuos Comerciales.

Estos residuos se generan en el desarrollo de las diversas actividades comerciales. Incluyen principalmente papel, plástico, envases, latas, etc. [12]

2.3.3.1.3 Residuos de limpieza de espacios públicos.

Residuos que se generan de la limpieza de zonas como: carreteras, calles, parques, etc. [13]

2.3.3.1.4 Residuos de establecimiento de atención de salud.

Son residuos de instalaciones médicas. Los desechos sólidos generados por instituciones médicas como resultado de actividades médicas. [14]

2.3.3.1.5 Residuos industriales.

Estos residuos se generan por actividades en los sectores: manufacturero, minero, químico, energético, pesquero y otros sectores industriales similares.

2.3.3.1.6 Residuos de las actividades de construcción.

Básicamente, es un residuo inerte generado durante la construcción, puentes, presas, canales y otras estructuras asociadas a él. [9]

2.3.3.1.7 Residuos agropecuarios.

Son desechos producidos en el medio natural y consisten en una familia desigual formada por plantas. Los residuos de animales, son considerados dentro de este tipo de residuos. [15]

2.3.3.1.8 Residuos de instalaciones o actividades especiales.

Se trata de un residuo sólido generado por la infraestructura y con frecuencia se utiliza para brindar algún servicio público o privado importante, que es complejo y arriesgado para su operación (puertos, instalaciones militares, aeropuertos) etc. [9]

2.3.3.2 Por su Peligrosidad.

2.3.3.2.1 Residuos Peligrosos y no Peligrosos.

La exposición a uno o más elementos inflamables, explosivos, corrosivos, reactivos, tóxicos, radioactivos o patógenos se considera peligrosa. [13]

2.3.3.4 Por su Naturaleza.

2.3.3.4.1 Residuos orgánicos.

Los desechos biológicos (vegetales o animales) se descomponen de forma natural, produciendo gases y lixiviados en las plantas de disposición final. Si se tratan bien, se puede reutilizar como enmienda del suelo o fertilizante (compost, mantillo, compost, etc.). [12]

2.3.3.4.2 Residuos inorgánicos.

Son los que no se descomponen naturalmente o, si es posible, se descomponen lentamente. Estos residuos se originan de minerales y productos sintéticos. [12]

2.3.4 Valorización de Residuos

“La valorización de residuos es cualquier procedimiento cuyo objetivo es reaprovechar los residuos, así como los materiales que lo componen y de esta manera sea útil para sustituir otros recursos o materiales utilizados en los procesos productivos.” [13]

2.3.5 Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales

2.3.5.1 Etapas para elaborar e implementar el EC-RSM

2.3.5.1.1 Etapa 1: Planificación

En esta fase, organizará un equipo para desarrollar ECRSM para mejorar la eficacia con el fin de evitar o reducir el costo de eventos inesperados que puedan ocurrir. [16]

2.3.5.1.2 Etapa 2: Trabajo de campo y operaciones

Esta fase implica inscribir a los participantes en el estudio, distribuir materiales, recolectar muestras, mover los desechos sólidos al lugar donde se realiza la clasificación y recolectar muestras para el análisis de humedad. Estos procedimientos se realizan en base a la distribución muestral desarrollada durante la etapa de planificación. [16]

2.3.5.1.3 Etapa 3: Análisis de información

En esta fase, es necesario analizar los datos obtenidos en el campo. Esta es la fase del gabinete y necesita determinar y estimar cada parámetro que desea obtener. Cumplimiento del formato utilizado en la fase anterior. Debe ser fácil de leer, rastreado y ordenado. [16]

2.3.6 Gestión integral de los residuos sólidos municipales

2.3.6.1 Servicio de aseo urbano

Este servicio tiene como fines primordiales, preservar la salud poblacional y conservar un entorno grato y saludable. [6]

2.3.6.2 Separación de residuos en la fuente

Se basa en unir ciertas clases de RS, con propiedades físicas semejantes y ser manejados en

función a dichas características. Tiene como fin aprovechar, tratar y comercializar los residuos por medio de la disgregación sanitaria y segura de sus elementos. La disgregación de RS solamente se puede dar en una fuente de generación e instalación de tratamiento manejada por una organización que preste estos servicios. [6]

2.3.6.3 Almacenamiento y presentación

Es una actividad que consiste en situar los RSM en lugares apropiados, según las cantidades obtenidas, las características y la recolección. Los contenedores deben cumplir con ciertas características que favorezcan su manipulación por los trabajadores y equipos; además deberán asegurar que la materia no entre en comunicación con el ambiente, mejor dicho, los recipientes deben contar con tapas que no dejen el ingreso de agua, insectos, etc. Estos pueden ser retornables o desechables. [6]

2.3.6.4 Recolección y transporte

Una de las primeras decisiones a tomar al diseñar este sistema es cómo recolectar los desechos. Los más comunes son "paradas fijas", "aceras", "contenedores", etc.. [17]

2.3.6.5 Barrido y limpieza de vías y áreas públicas

Estas dos actividades se integran con la recolección, estas tienen como objetivo conservar las vías y zonas públicas sin residuos que arroja la población. La institución delegada del aseo debe realizarla frecuentemente asegurado así, que las vías y áreas públicas se encuentren constantemente limpias. [6]

2.3.6.6 Transferencia

Se define como el traslado de RSM a partir de un transporte de recolección.

2.3.6.7 Aprovechamiento

2.3.6.7.1 El reúso o reutilización

Reutilización: El primer paso de recuperación es la reutilización. En otras palabras, es utilizar un material directamente sin efectuar un cambio en estos. Por ejemplo, reutilice como botellas, plástico, etc. [6]

2.3.6.7.2 El reciclaje

Proceso integrado a un proceso industrial como materia prima para transformar residuos en nuevos productos de composición similar (cartón, metal, plástico, etc.).

2.3.6.7.3 Uso energético y constructivo

En el tercer paso de recuperación convierte los desechos en otras formas de materia o energía. El nuevo material es un elemento de recuperación que puede utilizarse como fuente de energía o como materia, estos deben ser relativamente homogéneo (por ejemplo, gas o biogás de la

metanización de residuos orgánicos). Además, se trata del uso favorable y de transformar los RSM en la variedad de productos. [6]

2.3.6.8 Tratamiento

Tiene como finalidad, reducir los riesgos en la salud y su capacidad de contaminación. Por eso, es importante elegir el mejor resultado que se adapte a las circunstancias tecnológicas, económicas, sociales y ambientales de la región. [6]

2.3.6.9 Compost

El compostaje es el proceso de formar un producto llamado compost al reducir el contenido de materia orgánica de los desechos por la acción bacteriana de los microorganismos presentes en desechos orgánicos. El compost es una sustancia como el humus (suelo). Mejora el suelo, pero puede tener valor comercial, no es un fertilizante. [6]

2.3.7 Relleno sanitario

Es un procedimiento de disposición final de RS triturados que no interfiere ni pone en riesgo la salud, ni la seguridad pública. Este procedimiento utiliza fundamentos de ingeniería para eliminar los RS, en un espacio, tapándolos con tierra a diario y comprimirlos para disminuir su tamaño. [6]

2.3.7.1. Tipos de relleno sanitario

2.3.7.1.1 Relleno sanitario mecanizado

Son rellenos sanitarios diseñados para grandes poblaciones y ciudades que producen más de 40 toneladas al día. Debido al requisito, este es un proyecto de ingeniería muy complejo, además de funcionar con equipo pesado. [6]

2.3.7.1.2 Relleno sanitario semimecanizado

Cuando la sociedad genera o dispone alrededor de 16 y 40 t/día de RSM en el relleno sanitario, el trabajo manual se apoya en utilizar maquinaria pesada para compactar bien los desechos y mantener estable el terraplén (en tales casos se puede utilizar un tractor agrícola o un rodillo para compactar). [6]

2.3.7.1.3 Relleno sanitario manual

Este tipo de relleno sanitario se da en pequeñas localidades, donde no tienen la capacidad para comprar el equipo pesado, por los costos que involucran adquirirlo y darle mantenimiento, además la cantidad de residuos generados es menos de 15 toneladas diarios. [6]

2.3.7.2 Métodos de construcción de un relleno sanitario

Existen dos formas:

2.3.7.2.1 Método de trinchera o zanja

Utilizado en áreas planas y se perfora regularmente a una profundidad de 2-3 m utilizando un tractor de orugas. Los RSM se colocan y almacenan en zanjas, luego se comprimen y se llenan con tierra.

2.3.7.2.2 Método de área

Utilizado en zonas donde no se pueden realizar fosas o trincheras, los desechos se pueden colocar directamente sobre el suelo. En tales casos, el revestimiento debe transportarse a otro lugar o, si es posible, extraerse de la capa superficial. La fosa estará construida con una suave pendiente para prevenir deslizamientos de tierra y aumentar la estabilidad debido al mayor relleno. [6]

2.3.7.2.3 Combinación de ambos métodos

Como los 2 procedimientos mencionados anteriormente tienen métodos similares, estos dos se pueden combinar para lograr mejores resultados, con un mejor provecho del suelo. [6]

2.4 Definición de términos básicos

RESIDUOS SÓLIDOS: “Son aquellos materiales que son desechados al término de su vida útil, los cuales, sin un proceso, carecen de valor económico.” [18]

VALORIZACIÓN: Operación que tiene como objetivo que el residuo y los materiales que lo componen, no sea desaprovechado y sirva para sustituir a otros materiales en los procesos productivos. [13]

COMPOSTAJE: Proceso de transformación de la materia orgánica por ello se crean las condiciones necesarias para obtener compost, un abono natural de elevada calidad.” [19]

RECICLAJE: Es un proceso por el cual se aprovechan y a su vez, se transforman los residuos sólidos que han sido recuperados, devolviéndoles sus potencialidades para reincorporarse como materia prima y de esta manera se fabriquen nuevos productos. [19]

III. Materiales y métodos

3.1 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.1 Tipo y nivel de investigación

ES una investigación, aplicada, que se da como respuesta a una problemática en específica de una localidad, la cual requiere de una solución. En tal caso, el problema actual son los RS en el distrito de Yauyucan, para los cuales se han propuesto diseños específicos para su solución.

3.1.2 Diseño de investigación

Se utilizaron metodologías de observación-experimentación para lograr el objetivo. Esto se realizará a través de visitas de campo, las cuales realizarán la recopilación de datos e información pertinente necesaria para elaborar un estudio de caracterización. Durante la experimentación, se obtendrán las características del suelo, el terreno y los datos de investigación requeridos.

3.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS
Observación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas a campo • Fotografías
Recopilación de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información proporcionada entidades
Análisis de documentos	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos científicos y de investigación • Libros • Tesis • Guías

Fuente: Elaboración propia

También tenemos como instrumentos de recolección:

- Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Programas de ingeniería.
- Instrumentos topográficos

3.2 Procedimientos

3.2.1 Estudio de caracterización

En el estudio se hizo uso del programa Excel. Se desarrolló en tres etapas: Planificación, trabajo de campo y operaciones y análisis de información.

3.2.2 Evaluación y designación de área de terreno

Se realizó un estudio de evaluación y designación de área conjuntamente con la municipalidad distrital de Yauyucan para encontrar un terreno que sea adecuado para este tipo de proyecto, el cual deberá cumplir con los condiciones básicas para la construcción de una valorización y disposición final, mediante los criterios básicos de calificación para la selección de área, puntuando los parámetros establecidos dados por MINAN seleccionando la mejor alternativa de terreno.

Criterios de selección de área para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales

ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	DL N° 1278 Y SU REGLAMENTO DS N° 014 -2017
1	Distancia a la Población más cercana (m)	>500(*)
2	Distancia a granja de crianza de animales (m)	>500(**)
3	Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	>500(*) >500(*)
4	Distancia a fallas geológicas	
5	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)	
7	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	>13 000(*)
8	Área del terreno (m ²)	
9	Vida útil	
10	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	3 ó 10 años(**) Mínimo 15 años (***)
11	Pendiente del terreno (topografía)	
12	Geología del suelo (permeabilidad)	
13	Profundidad de la napa freática (m)	
14	Posibilidad del material de cobertura	
15	Cuenta con barrera sanitaria natural	
16	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)	
17	Uso actual del suelo y del área de influencia	
18	Opinión pública	
19	Área natural protegida por el Estado	
20	Área arqueológica	
21	Propiedad del terreno	

3.2.3 Estudio topográfico y geotécnico

Se realizó con el fin de tener conocimiento acerca de las diferentes características del terreno como elevaciones, perfiles, pendientes y por lo tanto ubicar el sector apropiado y eficiente de la infraestructura para la valorización, así como también las diferentes áreas que complementan al relleno sanitario.

Los principales equipos que se utilizaron para la realización del estudio topográfico son:

- Teodolito
- Distanciómetro
- Estación total.
- Nivel topográfico

3.2.4 Estudio de mecánica de mecánica de suelos

En este estudio se desarrollaron los siguientes Ensayos mínimos para poder realizad los diseños correspondientes:

- Análisis Mecánico por Tamizado NTP 339. 128
- Contenido de Humedad NTP 339.127
- Ensayo de Limites NTP 339.129
- Proctor Modificado NTP 399.013
- California Bearing Ratio-CBR NTP 339.145

3.2.5 Estudio hidrológico

El estudio hidrológico se realizó para ver los parámetros que se requieren para que se pueda evaluar el caudal de escurrimiento. Para este estudio se empleó el programa ArcGIS y el programa Excel para hacer los diferentes análisis.

3.2.6 Determinación de las áreas de reciclaje, compostaje y relleno sanitario

Diseño de las áreas de reciclaje

Se necesitó evaluar los siguientes parámetros:

Tabla 2 Parámetros para el diseño de la planta de reciclaje

Parámetros	Formula	Descripción
Volumen de residuos inorgánicos	$V = \frac{Re}{\rho_{inorgánico}}$	V = Volumen de RSI disponibles (m ³ /día) Re = RSI recepcionados (Ton/día) $\rho_{inorgánico}$ = Densidad de los RSI (Ton/m ³)
Área de deposito	$A_{de} = \frac{V}{H}$	A_{de} = Área de depósito (m ² /día) H = Altura de Recepción de los RSI (m)
Área de neta	$A_{neta} = A_{de} * T$	A_{neta} = Área neta (m ²) T =Tiempo de almacenamiento
Área total del módulo de reciclaje	30% del A _{neta} , incluye espacios libres.	
Predimensionamiento del módulo	$A_t = L * A$	A_t = Área total (m ²) L = Largo (m) A = Ancho (m)

Diseño del área de compostaje

Se necesitó evaluar los siguientes parámetros:

Tabla 3 Parámetros para el diseño de la planta de compostaje

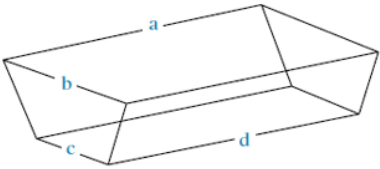
Parámetros	Formula	Descripción
Cantidad de residuos sólidos (Ton/día)	$U_{cf} = U_{ci} * (1 + i\%)^t$	<p>U_{cf} = Cantidad de RS final</p> <p>U_{ci} = Cantidad de RS inicial</p> <p>$i\%$ = tasa de crecimiento</p> <p>t = Años de vida del proyecto</p>
Área cámara de recepción	$A_{cr} = \frac{U_{cf}}{\rho_{orgánico} * H_c}$	<p>A_{cr} = Área de la cámara de recepción (m^2)</p> <p>$\rho_{orgánico}$ = Densidad RSO(Ton/m^3)</p> <p>H_c = Altura de los RS dispersos (m)</p>
Área descomposición o degradación	<p>Volumen pila</p> $V_d = \frac{U_{cf} * T_{des}}{\rho_{compostaje}}$ <p>Longitud pila:</p> $L_d = \frac{V_d}{\left(\frac{B_d * h_d}{2}\right)}$ <p>Número total de pilas:</p> $N^{\circ} \text{ total de pilas} = \frac{L_d}{L_f}$ <p>Área pilas</p> $A_d = N^{\circ}tp * B_d * L_f$	<p>V_d = Volumen (m^3)</p> <p>$\rho_{compostaje}$ = Densidad residuos compostados (Ton/m^3)</p> <p>T_{des} = Tiempo de descomposición (días)</p> <p>L_d = Longitud (m)</p> <p>B_d = Base (m)</p> <p>h_d = Altura (m)</p> <p>L_f = Longitud estándar de la fila de degradación (m)</p> <p>A_d = Área (m^2)</p>
Área de maduración	<p>Longitud pila:</p> $L_m = \frac{V_d * \frac{1}{2}}{\left(\frac{B_m * h_m}{2}\right)}$ <p>Número total pilas:</p>	<p>L_m = Longitud</p> <p>B_m = Base (m)</p> <p>h_m = Altura (m)</p> <p>$N^{\circ}pila$ = Número de pilas</p>

	$N^{\circ}\text{pilas} = \frac{L_m}{L_f}$ <p>Área de pilas de maduración:</p> $A_M = N^{\circ}\text{pilas} * B_m * L_f$	$L_m = \text{Longitud (m)}$ $L_f = \text{Longitud estándar (m)}$ $A_m = \text{Área (m}^2\text{)}$
Área de cribado	$A_{\text{cribado}} = \frac{V_d * \frac{1}{3}}{h_{\text{cribado}}} + E_p$	$A_{\text{cribado}} = \text{Área de cribado (m}^2\text{)}$ $h_{\text{cribado}} = \text{Altura de cribado (m)}$ $E_p = \text{espacio de maquinaria}$
Área de almacenamiento	$A_{\text{alm}} = \frac{V_d * \frac{1}{3} * t_{\text{alm}}}{h_{\text{alm}}}$	$A_{\text{alm}} = \text{Área de almacenamiento (m}^2\text{)}$ $t_{\text{alm}} = \text{Tiempo de almacenamiento (días)}$ $h_{\text{alm}} = \text{Altura de almacenamiento (m)}$
Área total de compostaje	$A_{\text{TPC}} = A_{\text{cr}} + A_d + A_M + A_{\text{cribado}} + A_{\text{alm}}$	$A_{\text{TPC}} = \text{Área total de compostaje (m}^2\text{)}$

Diseño del relleno sanitario

Se necesitó evaluar los siguientes parámetros:

Tabla 4 Parámetros para el diseño del relleno sanitario

Parámetros	Formula	Descripción
Volumen de RS	$Vd = \frac{Cs}{D}$ <p>Volumen anual = $Vd * 365$</p>	Vd = Volumen Cs = Cantidad de RS (Tn/m ³) D = Densidad(Tn/m ³)
Dimensiones del relleno sanitario	 <p> $Vr = \frac{1}{3}h \left(a * b + c * d + \sqrt{(a * b) * (c * d)} \right)$ </p>	h = Altura
Capacidad útil requerida	$Matc = V_{anual\ com} * (0.2 * 0.25)$	Matc= Material de cobertura V _{anualcom} = Volumen anual compactada
Compactación de RS	Según el tipo de relleno a seleccionar	
Diseño de taludes	Según el tipo de suelo	

3.2.7 Diseño de vías de acceso y oficinas en el área seleccionada

Para el diseño de accesos se calculó en función a la viabilidad con que se puede trasladarse y llegar al lugar. Se empleó el programa civil 3D y el programa Excel para hacer los diferentes análisis.

3.2.8 Diseño de los planos del proyecto

Para la elaboración de los planos arquitectónicos, estructurales, instalaciones eléctricas e

instalaciones sanitarias se utilizó el programa civil 3D.

3.2.9 Estudio de impacto ambiental

El propósito de este estudio es identificar y evaluar los impactos negativos y positivos que ocurrir en cada etapa de construcción, operación y cierre del proyecto.

3.2.10 Costos, presupuesto y cronograma de ejecución del estudio

Para realizar los costos, presupuesto y cronograma de ejecución del proyecto se utilizó el programa S10 Costos y Presupuestos y el programa MS Project.

IV.Resultados y discusión

- **Estudio de caracterización de residuos sólidos Municipales**

- ✓ La GPC domiciliarios promedio para el presente año (2022) es de 0.558 Kg/hab/día.
- ✓ La generación total de RS domiciliarios es 1,71 T/día, la generación de RS no domiciliarios es de 0,66 T/día y los RSE de 0,012 T/día, haciendo una GPC de RS municipales de 0.78 Kg/hab/día.
- ✓ La densidad de los RS domiciliarios es de 136.45kg/m³, la densidad de los RS de fuentes no domiciliarias es de 131,92 Kg/m³, es así que, la densidad promedio de los RS es de 122,81 kg/m³.

Tabla 5 Generación total de residuos solidos

GENERACIÓN TOTAL (Tn/día)		%	COMPOSTAJE		RECICLAJE		RELLENO	
			MATERIA ORGÁNICA		MATERIA INORGÁNICA		NO APROVECHABLES	
			(Tn/día)	%	(Tn/día)	%	(Tn/día)	%
GENERACIÓN DOMICILIARIA	1,71	71,8%	1,25	73,26%	0,25	14,54%	0,21	12,20%
GENERACIÓN NO DOMICILIARIA	0,66	27,7%	0,32	47,96%	0,20	30,24%	0,14	21,81%
GENERACIÓN ESPECIALES	0,012	0,5%						
TOTAL	2,38	0,72	1,57	1,21	0,45	0,45	0,35	0,34

Fuente: Elaboración propia

- **Evaluación y designación de área de terreno**

- ✓ La evaluación y designación que se hizo a las dos alternativas dadas se hizo siguiendo los criterios de selección dados por MINAN. En la tabla 06 se ve los resultados de las diferentes propuestas evaluadas. En el anexo 02 se detalla

Tabla 6 Puntajes propuestas evaluadas

Propuesta	Calificación	Puntaje
1	Terreno Aceptable- Bueno	3,38
2	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	3,84

Fuente : Elaboración propia

- ✓ La propuesta más factible para la infraestructura fue la 02 con 384 puntos, teniendo un Terreno Aceptable de Primera Opción – Muy Bueno. El proyecto tiene un área de 3,017 hectáreas, con coordenadas U.T.M. Datum WGS 84: 9258417y 738318 en la zona 17M.

- ✓ Está ubicada a unos 5,20 km del distrito de Yauyucan, teniendo como referencia la carretera Yauyucan-Chilal.

- **Estudio topográfico y geotécnico**

Cuando se hizo el reconocimiento del terreno se observó que la topografía es llana y ondulada. Tiene un área de 3,017 ha con un perímetro de 676 ml. Se hizo una poligonal que fueron adaptadas con los valores en la nivelación geométrica. En la tabla se observa las coordenadas UTM.

Tabla 7 Coordenadas área del proyecto

CUADRO DE VERTICES				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	738314,103	9258541,291	2799,0009	V1
2	738321,479	9258539,066	2796	V2
9	738418,354	9258388,262	2790	V3
8	738423,437	9258360,311	2790	V4
7	738391,859	9258311,836	2804,9971	V5
6	738377,165	9258297,992	2808	V6
5	738293,235	9258318,837	2826	V7
4	738253,208	9258367,831	2838	V8
3	738240,5079	9258514,861	2841	V9

Fuente : Elaboración propia

Tabla 8 Puntos de control del área del proyecto

CUADRO DE BM'S				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
31	738302,594	9258513,713	2809,09	BM-1
21	738340,598	9258407,245	2824,938	BM-2
39	738307,344	9258346,883	2829,996	BM-3

Fuente: Elaboración propia

- **Estudio de mecánica de mecánica de suelos**

- Suelos formados por: Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, Limos inorgánicos de alta plasticidad y limos inorgánicos de baja plasticidad, por lo cual el método a utilizar es el método de área.
- El asentamiento máximo es menor de 1" (2.54 cm) recomendado, es decir no presenta asentamiento.

- No se detectó el nivel freático.
- La capacidad de carga ultima es de 2,55 km/cm2 y una capacidad admisible de 0.85 km/cm2

- **Estudio hidrológico**

Se utilizó 08 modelos de distribución para hallar la precipitación pronosticada con el programa Hidroesta2, dando como solución el método de distribución Log- Normal de 3 parámetros.

Tabla 9 Precipitaciones proyectadas – Log Normal 02 Parámetros

Periodo de retorno (años)	Precipitación
2	26,29
5	66,29
10	112,59
25	201,7
50	295,74
75	363,63
100	418,35
200	575,53
500	848,3

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el cálculo de tiempo de concentración resultando 10 min. Luego se utiliza el método racional para calcular el caudal máximo, se obtuvo un caudal de valor 1.03 m3/s.

$$Q = \frac{C.I.A}{3.6} (m^3/seg)$$

MICROCUENCA	C	I (mm/hr)	Q (m3/seg)
1	0,15	817,00	1,03

Determinación de las áreas de reciclaje, compostaje y relleno sanitario

- Dimensionamiento de la planta de reciclaje (residuos inorgánicos)

Áreas de reciclaje

AREA DE RECEPCIÓN	9,3493
ÁREA DE SEGREGACIÓN	100
ÁREA DE PRENSADO Y EMBALAJE	32,805
ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y/O ACOPIO	70
ÁREA MANIOBRAS	70
TOTAL (m2)=	282

Área real=300 m²
Dimensiones: Largo=25m
Ancho=12m

Dimensionamiento de la planta de compostaje (RSO)

Áreas de compostaje

AREA TOTAL	
Area de la camara (m ²)	10,02
Área total de descomposición (m ²)	192,00
Área total de espaciamento (m ²)	288,00
Área total de almacenamiento (m ²)	15,65
Área de maduración.	151,81
Área de oficina y servicios.(m ²)	46,96
TOTAL (M2)	704,44

Área real=720 m²
Dimensiones: Largo=36m
Ancho=20m

Dimensionamiento de la planta del relleno sanitario

Relleno Sanitario

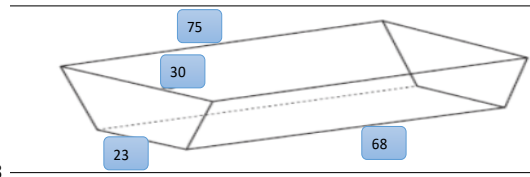
Área real=2250 m²
Dimensiones: Largo=75m
Ancho=30m

- **Diseño de vías de acceso y oficinas en el área seleccionada**

Diseño del relleno sanitario

DIMENSIONES

a =	75	m
b =	30	m
h =	3,5	m
s =	1	m
d =	68,00	m
c =	23	m
Volumen Total	6638,22	m ³



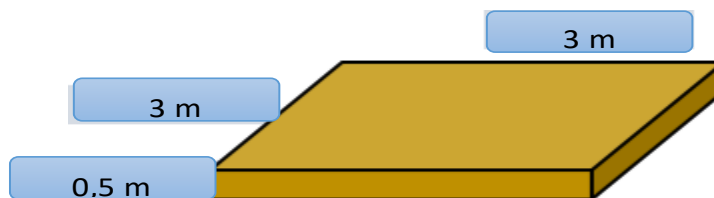
Diseño de celda

Dimensiones:

a=3m

l=3m

Dimensiones reales a usar

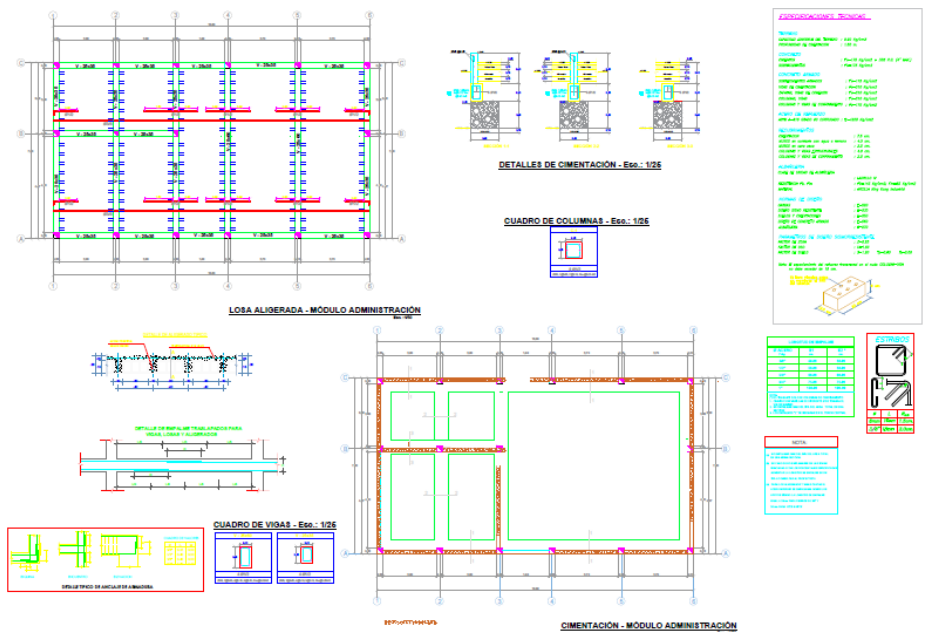


Diseño de vías de acceso

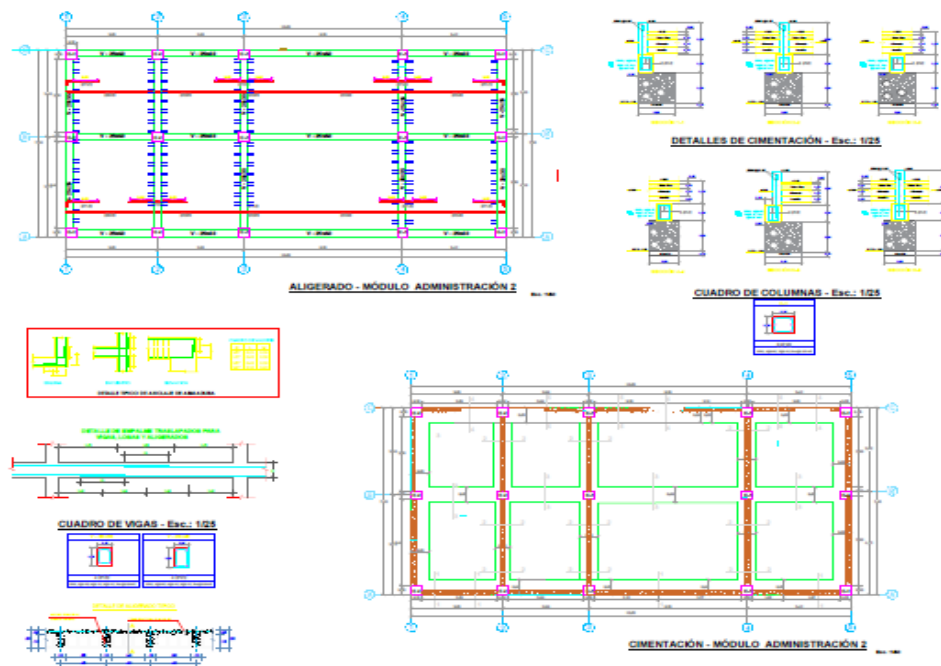
Se realizó con el programa Autocad Civil 3D, considerando vías no pavimentadas.

Diseño de módulos (Ver cálculos en anexo 7)

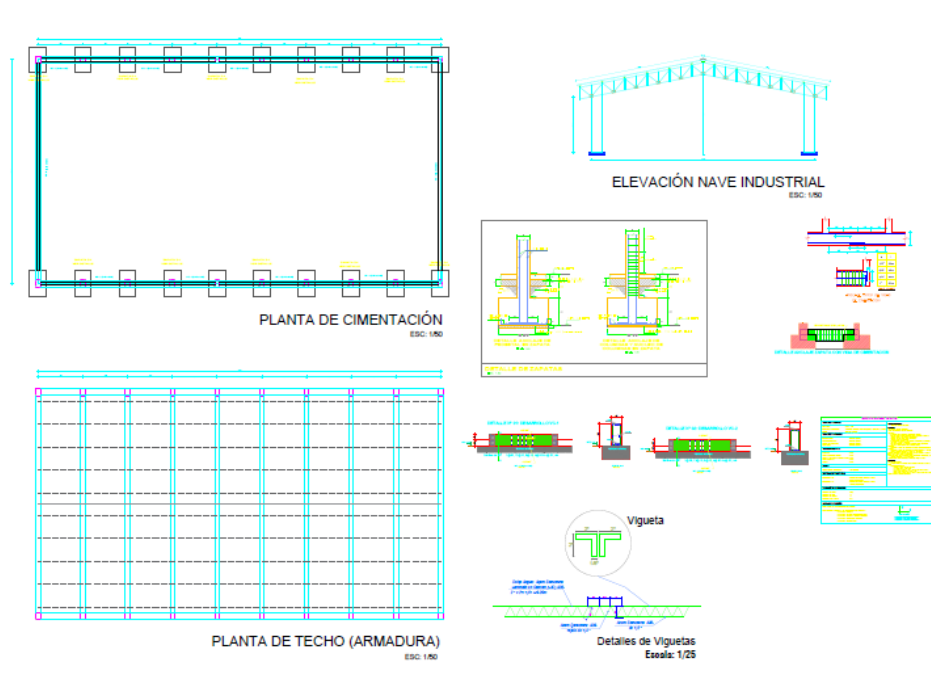
Modulo de administración : 7,5m x 13,50m



Modulo de administración 2 : 7,20m x 15 m



Nave industrial



- **Estudio de impacto ambiental**

- ✓ En la fase de construcción, operación y cierre el factor ambiental más afectado es el suelo, siendo las acciones: excavación con maquinaria y cortes, descomposición de residuos, y cobertura final respectivamente.
- ✓ En la fase de construcción, cierre el factor ambiental más beneficiado es el socioeconómico.
- ✓ El proyecto es viable porque todos los impactos negativos son mitigables

- **Costos, presupuesto y cronograma de ejecución del estudio**

El presupuesto total de la obra : S/. 2,499,600.61 (Ver anexo 10)

Presupuesto					
Descripción	Diseño de una infraestructura para la valorización y disposición final de residuos sólidos municipales en el distrito de Yauyucan-Santa Cruz Cajamarca, 2021				
Cliente:	Jean Marco Cruzado Cubas				
Lugar:	Yauyucan-Santa Cruz-Cajamarca				
Item	Descripción	und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	COSTO DIRECTO				1,785,339.74
	GASTOS GENERALES(8%)				142,827.18
	UTILIDAD (5%)				89,266.99
	SUB TOTAL				2,017,433.91
	IMPUESTO (IGV 18%)				363,138.10
	TOTAL DEL PRESUPUESTO				2,380,572.01
	SUPERVISION (5%)				119,028.60
	COSTO TOTAL DE OBRA				2,499,600.61

Discusiones:

- Según el estudio de caracterización de RS realizados se tiene que el RSO tiene un 60,61% y un 29,39% de RSI reaprovechables. También en la tesis [4], el 45,88% de residuos orgánicos y de residuos inorgánicos reaprovechables un 48,92 y en la tesis [20], presenta el 81.51% de residuos orgánicos y un 6,15% de plásticos PET, se puede decir que los residuos orgánicos tienen un mayor predominio, estos residuos orgánicos se pueden vender, reciclar y convertir en abono, por lo tanto se debe plantear un manejo ambiental de residuos sólidos y así poder tratarlos mediante plantas de valorización, pues así estos residuos serán aprovechados comercializándolos.
- Según el análisis y la evaluación realizada se tiene 2 propuestas con 21 criterios de selección de área, dados por MINAM, la propuesta 1 con 338, y la propuesta 2 con 384 puntos siendo esta la más aceptable, mientras tanto en la tesis [4], se evalúan 3 alternativas con 17 criterios de selección, la propuesta 1 con 409 puntos, propuesta 2 con 411 y la propuesta 3 con 397 puntos.
- En la tesis [5], la topografía del el área de estudio es de forma ondulada con pendiente de 8% sin suelo rocoso, es por eso que se eligió el método de área, por otro lado en la investigación realizada el terreno tiene características planas y onduladas con pendiente de 8-15% y no presenta suelos rocosos y principalmente se hace la elección del método de área por la clasificación de suelo, siendo limoso-arcilloso y por la pendiente.
- En este proyecto se plantea las instalaciones de plantas de tratamientos de residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables, es ahí donde se pudo analizar que la gran mayoría de RS son aprovechados valorizándose y comercializándose, en tal sentido se disminuye el área que sería destinada para la disposición final, beneficiando a todos los pobladores. Esto también ocurre las tesis [4] y [20] lo cual no ocurren en las guías las cuales se delimitan al uso de estos mismos, es por eso que la gran mayoría realizan solo el diseño de relleno sanitario.
- Este proyecto logra socialmente que el distrito esté más limpia y organizada; respecto a lo económico se generará más empleo y por ende más ingresos beneficiando a los pobladores. También presenta beneficios ambientales; en tal sentido este estudio es económicamente y socialmente rentable.

V. Conclusiones

La propuesta de diseño de la infraestructura de valorización y disposición final de RS en el distrito de Yauyucan es factible porque se está considerando todas las normas técnicas, legales y sociales, además de los criterios que especifican las guías normadas por el MINAM

El estudio de caracterización dio como muestra una generación total de RS domiciliarios de 1,71 T/día, la generación de RS no domiciliarios de 0,66 T/día y los RSE de 0,012 T/día, haciendo una generación per cápita de RS municipales de 0.78 (Kg/hab./día) por lo que se va a trabajar con un relleno sanitario manual.

Según el análisis, evaluación y designación de área de terreno, de las 2 alternativas presentadas, la segunda obtuvo mayor puntaje y por lo tanto es la más óptima con 3,84 cumpliendo con casi todos los criterios de selección establecidos por la Ley DL N°1278 y su reglamento DS N° 014-2017.

En cuanto al estudio topográfico dio como resultado que el terreno tiene pendientes aproximadas a 8-15%, es más para el estudio de suelos resultó que el tipo de suelo predominante según la clasificación SUCS es de Limos inorgánicos (ML), y de arcillas inorgánicas (CL), por consiguiente las condiciones topográficas y la clasificación del tipo de suelo permiten definir el método de relleno a utilizar, siendo por el método Área.

A cerca del estudio hidrológico mostro los datos de la precipitación con un valor de 50,56 mm, con un periodo de retorno de 25 años, dando así un caudal de 1,03 m³/seg.

Las áreas diseñadas, cuentan con una planta de Reciclaje de 25m x 12.00m (300m²), una planta de compostaje de 36.00m x 20.00 m (720.00 m²), zona administrativa de 13.50m x 7.50 m (101.25 m²), zona de servicio de 15.00m x 7.20m (108.00 m²) y por último el relleno sanitario de 30.00 por 75.00m (2250 m²).

Para finalizar el factor ambiental más afectado en la fase de construcción, operación y cierre es el suelo, siendo las acciones excavación con maquinaria y cortes, descomposición de residuos, y cobertura final respectivamente además el factor más beneficiado en la fase de construcción y cierre es el socioeconómico.

VI.Recomendaciones

- Al realizar el estudio de caracterización se recomienda estar con la indumentaria respectiva así como también accesorios de protección para así poder evitar los malos olores y las diferentes enfermedades.
- Se recomienda seguir un plan de manejo ambiental con el objetivo de optimizar el manejo de los residuos sólidos y a la vez concientizar a la población.
- Se recomienda hacer una correcta selección de terreno utilizando los criterios dados por MINAN, para así evitar los efectos secundarios; como por ejemplo las enfermedades, los malos olores; etc.
- Se recomienda seguir los pasos y pautas dadas en las guías de diseño para las diversas infraestructuras.
- Se recomienda cada 5 años la actualización del estudio de caracterización de residuos.

VII.Referencias bibliográficas

Bibliografía

- [1] Defensoría del Pueblo,, ¿Dónde va nuestra basura?: Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales, Lima, 2019.
- [2] Ministerio del Ambiente, *Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales*, Lima, 2019.
- [3] D. . I. Gómez Muñoz, Y. . V. Roa Acosta y M. . H. Rojas Escobar, *Diseño de una estrategia de valorización de residuos sólidos como elemento del modelo de sostenibilidad en la localidad Kennedy en Bogotá.*, Colombia, 2018.
- [4] E. S. Gómez Cruz, *Diseño de una planta de recuperación y manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de Asillo*, Puno, 2017.
- [5] G. L. L. Coronel Gamonal, *Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque -Departamento de Lambayeque*, 2018, Lambayeque, 2020.
- [6] J. Jaramillo, *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios*, Colombia: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002.
- [7] Ministerio del Ambiente, *Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales*, Lima, 2021.
- [8] Ministerio de Ambiente, *Guía de Diseño, construcción, operacion, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*, Lima, 2021.
- [9] Ley General de Residuos Sólidos, *Ley N° 27314*, Perú, 2000.
- [10] Ley General del Ambiente, *Ley N° 28611*, Lima, 2007.
- [11] Ley Orgánica de Municipalidades, *LEY N° 27972*, Lima, 2020.
- [12] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), «Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial,» Perú, 2014.
- [13] Ley de gestión integral de residuos sólidos, *Decreto Legislativo N° 1278*, Perú: El peruano, 2016.
- [14] Ley General de Salud, *Ley N° 26842*, Perú, 1997.
- [15] S. Cuadros, *Residuos agrícolas, forestales y lodos*, EOI Escuela de negocios, 2008.
- [16] Ministerio del Ambiente, *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*,

Lima, 2019.

- [17] Secretaria de Desarrollo Social, *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales.*, México .
- [18] inforeciclaje, «inforeciclaje,» Damián Sobrino, 2016. [En línea]. Available: <https://www.inforeciclaje.com/residuos-solidos.php>. [Último acceso: 2021].
- [19] C. A. R. Arias, «Piensa un minuto antes de actuar:Gestión integral de residuos sólidos,» *MINAMBIENTE*, 2017.
- [20] M. I. Cabrera Cabanillas y A. H. Navarro Pérez, Elaboración del plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Tumbadén – provincia San Pablo - región Cajamarca., Cajamarca, 2017.
- [21] Ministerio de Ambiente, *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*, Lima, 2017.
- [22] Ministerio del Ambiente, Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, Lima: MINAM, 2019.


VIII.Anexos

Anexo: Solicitud de constancia de no existencia del proyecto

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

Santa Cruz, 16 de junio del 2021

Carta: 001/2021
ATENCION: José Pérez Vargas
Alcalde de la Municipalidad distrital de Yauyucan

MUNICIPALIDAD DISTRITAL YAUYUCAN
MESA DE PARTES
EXPED. N° 5482 FOLIOS 01
FECHA 16-06-21 HORA 10:53 am
FIRMA 

Presente. -

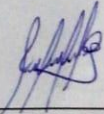
Es grato expresarle mi saludo cordial como estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo presentarme ante usted, identificándome como JEAN MARCO CRUZADO CUBAS, con DNI 71532887, natural de la ciudad de Santa Cruz, de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Institución Superior antes mencionada, y me encuentro desarrollando mi proyecto de tesis en beneficio de nuestra comunidad.

Por esta razón, le solicito me proporcione una constancia donde me brinde la información de la NO EXISTENCIA del proyecto a realizar titulado: **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAUYUCAN-PROVINCIA DE SANTA CRUZ-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2021”**

Agradeciendo de ante mano su apoyo y reiterando el afán de trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la ciudad de Santa Cruz, me despido.

Atentamente,


JEAN MARCO CRUZADO CUBAS,
DNI :71532887
N°cel: 959012205

Scanned by TapScanner

Anexo: Solicitud de constancia de la caracterización de los residuos sólidos municipales - Yauyucan

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”.

Santa Cruz, 16 de junio del 2021

Carta: 002/2021
ATENCION: José Pérez Vargas
Alcalde de la Municipalidad distrital de Yauyucan



Presente. -

Es grato expresarle mi saludo cordial como estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo presentarme ante usted, identificándome como JEAN MARCO CRUZADO CUBAS, con DNI 71532887, natural de la ciudad de Santa Cruz, de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Institución Superior antes mencionada, y me encuentro desarrollando mi proyecto de tesis en beneficio de nuestra comunidad, titulado: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAUYUCAN-PROVINCIA DE SANTA CRUZ-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2021”

Por esta razón, le solicito me emita un **informe sobre la caracterización de los residuos sólidos municipales en los últimos años.**

Agradeciendo de ante mano su apoyo y reiterando el afán de trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la ciudad de Santa Cruz, me despido.

Atentamente

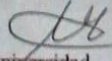
JEAN MARCO CRUZADO CUBAS,
71532887
N°cel: 959012205

Anexo : Solicitud de constancia de la disponibilidad de terreno para la construcción de una planta de residuos sólidos municipales-Yauyucan

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”.

Santa Cruz, 16 de junio del 2021

Carta: 003/2021
ATENCION: José Pérez Vargas
Alcalde de la Municipalidad distrital de Yauyucan

MUNICIPALIDAD DISTRITAL YAUYUCAN
MESA DE PARTES
EXPED. N° 5484 FOLIOS 01
FECHA 16-06-21 HORA 10:55 am
FIRMA 

Presente, -

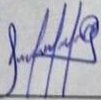
Es grato expresarle mi saludo cordial como estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo presentarme ante usted, identificándome como JEAN MARCO CRUZADO CUBAS, con DNI 71532887, natural de la ciudad de Santa Cruz, de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Institución Superior antes mencionada, y me encuentro desarrollando mi proyecto de tesis en beneficio de nuestra comunidad, titulado: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAUYUCAN-PROVINCIA DE SANTA CRUZ-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2021”

Por esta razón, le solicito me emita una constancia donde me brinde información de la **disponibilidad de terreno para la construcción de la planta de valorización de residuos sólidos municipales en la provincia de Santa Cruz.**

Agradeciendo de ante mano su apoyo y reiterando el afán de trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la ciudad de Santa Cruz, me despido.

Atentamente


JEAN MARCO CRUZADO CUBAS,
71532887
N°cel: 959012205

Scanned by TapScanner

Anexo : Respuesta a las solicitudes



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUYUCAN
SANTA CRUZ & CAJAMARCA
RUC: 20186864906



REPÚBLICA DEL PERÚ

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUYUCAN, REGION CAJAMARCA.

Vistos:

Los expedientes de ingreso N° 5482 y 5483, de fecha 16 de junio del 2021, donde solicita la no existencia de un proyecto de nombre que se indica en el cuerpo del texto, así como la caracterización de residuos sólidos municipales.

Se deja constancia, que aún no se implementado: EL **PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**, de igual manera hasta la fecha no existe ningún estudio sobre diseño, construcción e implementación del Proyecto denominado: **"DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIONN Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAUYUCAN-PROVINCIA DE SANTA CRUZ-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"**

Se expide la presente. A solicitud del interesado para los fines que considere conveniente.

Yauyucán, 18 de junio del 2021

Atentamente,

DIST... UCAN



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUYUCAN
SANTA CRUZ & CAJAMARCA
 RUC: 20186864906



REPÚBLICA DEL PERÚ

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE DISPONIBILIDAD DE TERRENO

EL QUE SUSCRIBE ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUYUCAN, REGION CAJAMARCA.

Visto:

El Expediente de ingreso N°5484, de fecha 16 de junio del 2021, donde solicita la disponibilidad de Terreno, para la Construcción de Planta de Valorización de Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Yauyucan, Provincia de Santa Cruz, Región Cajamarca.

HACE CONSTAR:

Que, si se cuenta con la disponibilidad de área de terreno con un área de 2 ha, para los fines que se solicita para el desarrollo del Proyecto denominado: **"DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIONN Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAUYUCAN-PROVINCIA DE SANTA CRUZ-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"**

Se expide la presente. A solicitud del interesado para los fines que considere conveniente.

Yauyucán, 18 de junio del 2021

Atentamente,



DIST

ID
UCAN

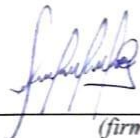
Anexo : Declaración jurada de no duplicidad de proyecto de tesis**DECLARACIÓN JURADA**

Yo, **Cruzado Cubas Jean Marco**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 71532887, domicilio en el Jr. Napoleón Puga N°400, provincia de Santa Cruz – Cajamarca, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis - Ciclo académico 2021-I DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE YAUYUCAN-PROVINCIA DE SANTA CRUZ- DEPARMANETO DE CAJAMARCA, 2021**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Chiclayo, 20 de junio del 2021



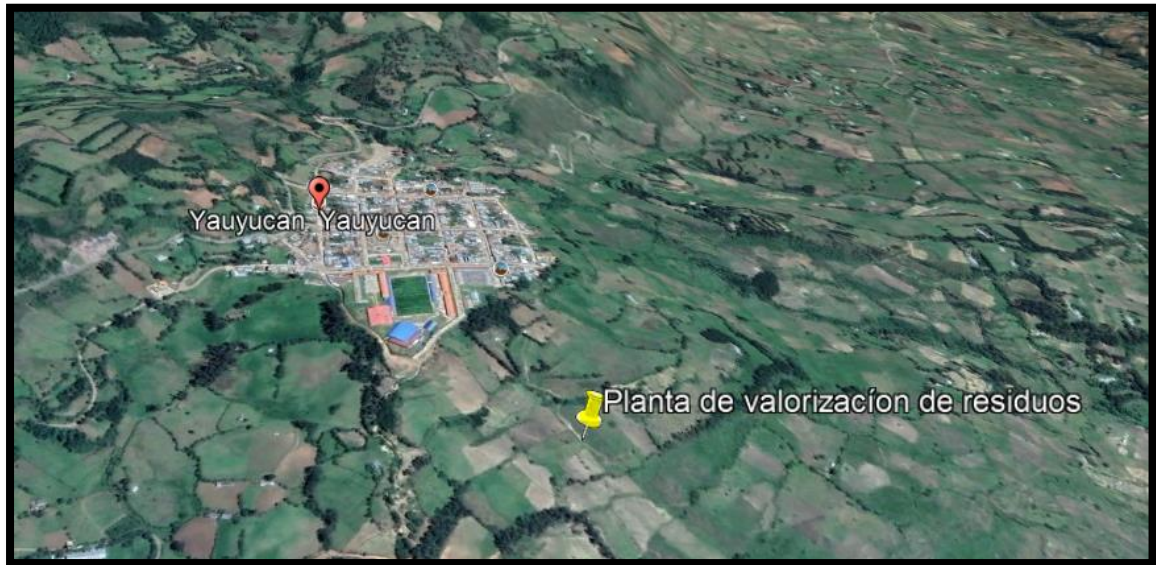
(firma)



Huella
Dactilar

Anexo : Fotografías de la zona de estudio

Fotografía 1 Ubicación del distrito de



Fuente: Google Earth

Fotografía 2 Residuos arrojados a la quebrada



Fotografía 3 Residuos arrojados a la quebrada



Fuente: Propia

Fotografía 4 Residuos sólidos arrojados a la quebrada



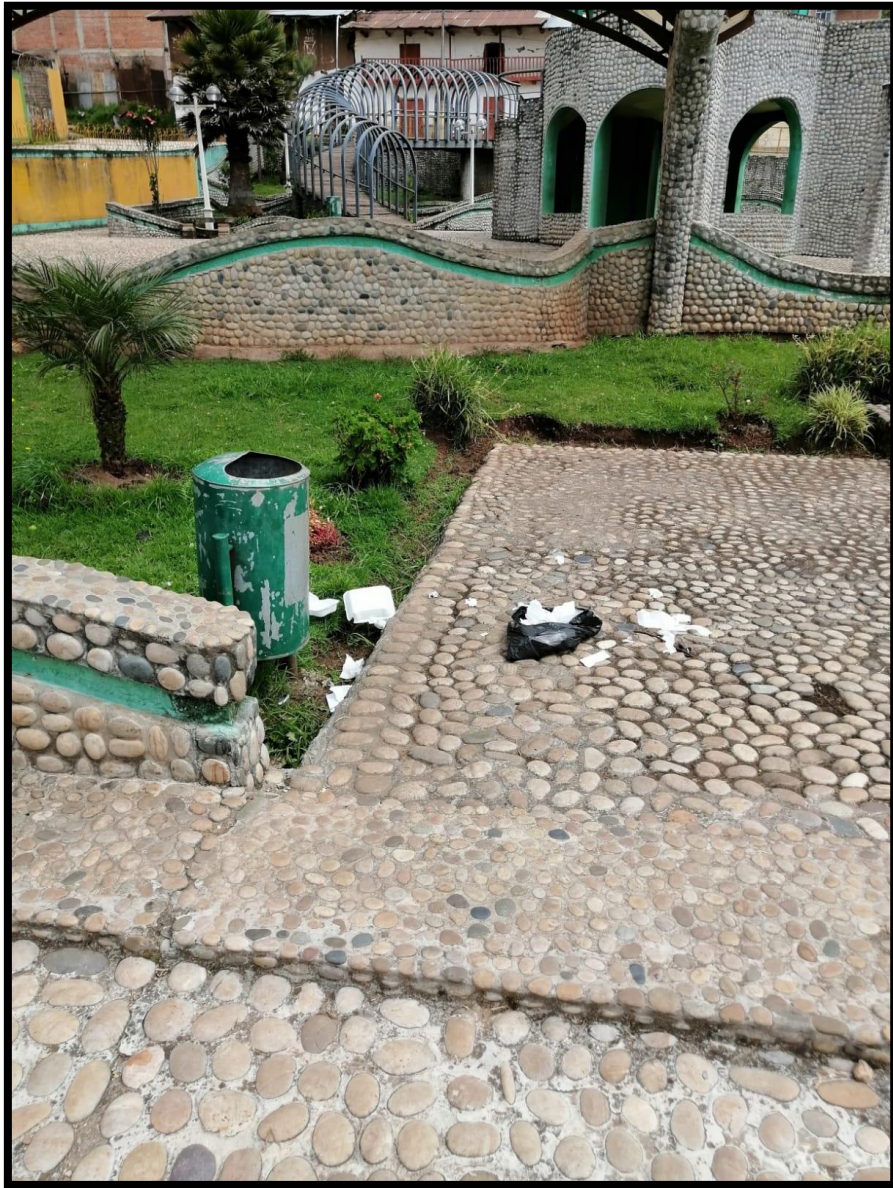
Fuente: Propia

Fotografía 5 Mal estado de los contenedores



Fuente: Propia

Fotografía 6 Basura arrojada



Fuente: Propia

Fotografía 7 Basura arrojada



Fuente: Propia

LINK DE TESIS

https://drive.google.com/drive/folders/13Mvch3JYJyGba1ovgZS_JCU0e5bFBw1_?usp=sharing