# UNIVERSIDAD NACIONAL
# TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER**

**EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

# PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHOTA, CAJAMARCA

**Autor: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca**

**Asesor: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina**

**Registro: (……)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

**DATOS DEL ASESOR**

Ing. Gino Alfredo Vergara Medina

DNI: 40614903

Registro ORCID: 0000-0001-6312-2468

https://orcid.org/0000-0001-6312-2468

Maestro en Ciencias mención en Gestión Ambiental

Campo de la Investigación y el Desarrollo según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

1.05.00 – Ciencias de la Tierra, Ciencias Ambientales

1.05.08 – Ciencias del medio ambiente

## Dedicatoria

El presente Trabajo de Investigación es dedicado a mi padre Segundo Miguel Gálvez Carranza, a mi madre Digna Caruajulca Leyva y a toda mi familia, debido a que siempre me brindan todo su apoyo en todos los aspectos y es algo por lo que estoy infinitamente agradecido.

**Walter Esposorio Gálvez Caruajulca**

**Agradecimiento**

Primeramente, agradecer a Dios por brindarme vida y salud para desarrollar este proyecto y así permitirme culminar mi carrera universitaria con éxito.

A mis padres, hermanos, tíos, tías por brindarme su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera universitaria.

A mi asesor M.Sc. Gino Alfredo Medina Vergara por su apoyo profesional e incondicional durante el desarrollo y culminación de la presente tesis.

A mi alma mater y docentes universitarios, por ser parte de mi formación profesional durante mi periodo universitario.

**Walter Esposorio Gálvez Caruajulca**

**Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**RECTOR**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

Dra. Flor Teresa García Huamán

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

M.Sc. Rosalynn Yohana Rivera López

**DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

## Visto Bueno del Asesor de la Tesis

UNTRM

**REGLAMENTO GENERAL**
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

**ANEXO 3-K**

**VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X )/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca;

del egresado Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental,

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,

de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 03 de marzo de 2021

Firma y nombre completo del Asesor

M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

**Jurado Evaluador de la Tesis**

Ph.D. Martha Steffany Calderón Ríos

**Presidente**

Mg. Erick Stevinsonn Arellanos Carrión

**Secretario**

Ing. Wildor Gosgot Angeles

**Vocal**

## Constancia de Originalidad de la Tesis

UNTRM

**REGLAMENTO GENERAL**
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

**ANEXO 3-O**

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca.

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Walter Esposorio Gálvez Carvajulca

de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

con correo electrónico institucional 71448051 42@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

a) La citada Tesis tiene 24 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.

b) La citada Tesis tiene ..... % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 18 de julio del 2022

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....

.....

# Acta de Sustentación de la Tesis

UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

**ANEXO 3-Q**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 14 de Junio del año 2022, siendo las 10:30 horas, el aspirante: Walter Eusebio Gálvez Cavajulca, defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca, teniendo como asesor a M. Sc. Gino Alfredo Vergara Medina, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ph. D. Martha Stephany Calderón Ríos
Secretario: Mg. Erick Steinsson Arellano Carrión
Vocal: Ing. Wilder Gaspar Ángeles

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE
Martha Stephany Calderón Ríos

VOCAL

OBSERVACIONES:

## Contenido general

Datos del asesor ..... ii
Dedicatoria ..... iii
Agradecimiento ..... iv
Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas v
Visto Bueno del Asesor de la Tesis ..... vi
Jurado Evaluador de la Tesis ..... vii
Constancia de Originalidad de la Tesis ..... viii
Acta de Sustentación de la Tesis ..... ix
Contenido general ..... x
Índice de tablas ..... xii
Índice de figuras ..... xiii
Resumen ..... xiv
Abstract ..... xv
**I. INTRODUCCIÓN ..... 16**
**II. MATERIAL Y MÉTODOS ..... 19**
2.1. Área de estudio ..... 19
2.2. Proceso metodológico ..... 20
2.2.1. Proyección de los residuos sólidos reaprovechables ..... 20
2.2.2. Análisis multicritero de los aspectos técnicos ..... 22
2.2.3. Diseño de la planta de valorización de residuos solidos ..... 23
2.2.4. Validación de la propuesta planteada ..... 24
**III. RESULTADOS ..... 26**
3.1. Caracterización de residuos sólidos reaprovechables en el distrito de Chota .. 26
3.2. Proyección de los residuos sólidos reaprovechables ..... 27
3.3. Áreas óptimas para la implementación de la planta de valorización ..... 30
3.4. Diseño operativo de la planta de valorización de residuos sólidos ..... 31
3.4.1. Reaprovechamiento de la fracción inorgánica ..... 31
3.4.2. Reaprovechamiento de la fracción orgánica ..... 34
3.4.3. Zonificación de la planta de valorización de residuos sólidos ..... 40
3.5. Validación de la propuesta ..... 43
**IV. DISCUSIÓN ..... 44**
**V. CONCLUSIONES ..... 47**

**VI. RECOMENDACIONES** ..... 48
**VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 49
**ANEXOS** ..... 53

## Índice de tablas

**Tabla 1.** Tasa de crecimiento anual en el año 2017. ..... 19
**Tabla 2.** Fórmulas que permiten la proyección de residuos sólidos reaprovechables. .. 20
**Tabla 3.** Datos complementarios para efectuar las proyecciones. ..... 22
**Tabla 4.** Aspectos técnicos para el establecimiento de la IDF-RS. ..... 22
**Tabla 5.** Criterios para la selección del área óptima. ..... 23
**Tabla 6.** Rango y valoración del nivel de coeficiente de competencia. ..... 25
**Tabla 7.** Porcentaje de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos reaprovechables en el distrito de Chota. ..... 26
**Tabla 8.** Valores proyectados para los residuos orgánicos generados en el distrito de Chota, Cajamarca. ..... 28
**Tabla 9.** Valores proyectados para los residuos inorgánicos generados en el distrito de Chota, Cajamarca. ..... 29
**Tabla 10.** Residuos inorgánicos generados en el distrito de Chota. ..... 32
**Tabla 11.** Cantidad de residuos orgánicos generados en el distrito de Chota. ..... 35
**Tabla 12.** Dimensiones de las Camas Composteras. ..... 36
**Tabla 13.** Parámetros para el desarrollo de Lombrices Rojas Californianas. ..... 39
**Tabla 14.** Nivel del coeficiente de competencia obtenido por los expertos. ..... 43
**Tabla 15.** Afiliación de expertos. ..... 43
**Tabla 16.** Promedio de validación de los expertos. ..... 43
**Tabla 17.** Infraestructuras de disposición final en el departamento Cajamarca. ..... 54

## Índice de figuras

**Figura 1.** Mapa de ubicación del distrito de Chota. ..... 19
**Figura 2.** Estructura jerárquica de los criterios y subcriterios empleados. ..... 23
**Figura 3.** Posibles áreas para la implementación de la planta de valorización de RRSS en el distrito de Chota, Cajamarca. ..... 30
**Figura 4.** Extensión de las áreas optimas. ..... 31
**Figura 5.** Cadena de reciclaje y actores involucrados. ..... 32
**Figura 6.** Proceso de Compostaje Convencional y Lombricultura. ..... 34
**Figura 7.** Cama Compostera. ..... 35
**Figura 8.** Distribución de la planta de valorización de Residuos Sólidos en el distrito de Chota. ..... 41
**Figura 9.** Distribución de las camas Compostera Convencionales. ..... 42
**Figura 10.** Distribución de las camas Composteras para Lombricultura. ..... 42

## Resumen

La problemática ambiental relacionado a los residuos sólidos, deriva principalmente de la deficiente gestión, así como también, de la falta de infraestructuras adecuadas para su tratamiento y disposición final adecuada. La deficiente gestión de los residuos sólidos está generando impactos negativos en el medio ambiente, ocasionando el deterioro de áreas verdes, contaminación de fuentes de agua, pérdida de la biodiversidad, enfermedades producto de la inadecuada disposición final en botaderos municipales.

La presente tesis tiene como objetivo diseñar una propuesta técnica para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos a fin de mejorar la gestión integral de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el distrito de Chota. Para esto, se realizó una revisión bibliográfica de estudios nacionales y extranjeros de conceptos, características, clasificación y tratamientos de residuos sólidos reaprovechables, en donde se analizaron las herramientas y/o metodologías que se pueden emplear al momento valorizar los residuos sólidos. La metodología propuesta en la investigación contempla la proyección de residuos sólidos, la selección de posibles áreas de disposición mediante un análisis multicriterio aplicando ArcMap 10.8, la elaboración de la propuesta en donde se establecieron las principales acciones que permitirán el reaprovechamiento de la fracción orgánica e inorgánica y la validación de la propuesta solicitando el criterio de evaluación de 5 expertos.

Dentro de los resultados obtenidos en la investigación se lograron identificar las proyecciones de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, las posibles áreas óptimas para la implementación, las acciones para el reaprovechamiento de las fracciones orgánicas e inorgánicas y la viabilidad de la propuesta la cual fue evaluada por los expertos.



**Palabras Clave:** cadena de reciclaje, compostaje, lombricultura, validación, valorización de residuos sólidos.

## Abstract

The environmental problem related to solid waste derives mainly from poor management, as well as from the lack of adequate infrastructure for its treatment and adequate final disposal. The poor management of solid waste is generating negative impacts on the environment, causing the deterioration of green areas, contamination of water sources, loss of biodiversity, diseases resulting from inadequate final disposal in municipal dumps.

The objective of this thesis is to design a technical proposal for the implementation of a solid waste recovery plant in order to improve the comprehensive management of organic and inorganic solid waste in the Chota district. For this, a bibliographical review of national and foreign studies of concepts, characteristics, classification and treatment of reusable solid waste was carried out, where the tools and/or methodologies that can be used to value solid waste were analyzed. The methodology proposed in the research contemplates the projection of solid waste, the selection of possible disposal areas through a multicriteria analysis applying ArcMap 10.8. The elaboration of the proposal contains the main actions that will allow the reuse of the organic and inorganic fraction. The validation of the proposal requesting the evaluation criteria of 5 experts.

As a result, it was possible to identify the projections of organic and inorganic solid residues, the possible optimal areas for implementation, the actions for the reuse of organic and inorganic fractions and the viability of the proposal, which was evaluated by experts.



**Keywords:** composting, recycling chain, solid waste recovery, validation, vermiculture.

# I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de residuos sólidos, derivados de las distintas actividades domésticas e industriales, es aproximadamente de 2.01 billones de toneladas/año, de los cuales, el 33% de residuos en su mayoría no presentan una disposición final adecuada Kaza et al. (2018). La problemática ambiental relacionada a los residuos sólidos deriva principalmente de su deficiente manejo y al crecimiento poblacional no planificado, es decir, cada día los residuos sólidos van en aumento tanto en cantidad y variedad, lo cual está favoreciendo el deterioro de las fuentes de agua, suelos, aire y recursos naturales poniendo en peligro a la salud humana (Delgado & Escatel, 2015).

En el Perú, el MINAM (2019) menciona que los residuos generados en mayores concentraciones son los residuos orgánicos, los cuales representan el 56% del total de residuos generados diariamente. Luego, se encuentran los residuos no reaprovechables en con un 19%; los residuos inorgánicos reaprovechables, con 18% y los residuos peligros, con un 7%. Zegarra & Cruz (2018) indican que, en el año 2014 en el Perú, más del 70% de residuos sólidos generados eran depositados en botaderos a cielo abierto y muy pocos residuos eran reciclados.

El MINAM (2021) indica que el Perú cuenta con 65 rellenos sanitarios y 6 rellenos de seguridad, infraestructuras que serían insuficientes para cubrir la generación de residuos sólidos en los 1678 municipios distritales. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2022) señala que, debido a esta problemática, las municipalidades provinciales y distritales realizan la disposición final de sus residuos sólidos en botaderos municipales (denominados ”áreas degradadas por residuos sólidos”), lo que conlleva que en la actualidad se cuente con 1639 de estas áreas. El MINAM mediante el D.L. 1278 prioriza las acciones de valorización de residuos sólidos con la finalidad de disminuir la cantidad de residuos sólidos que presentarían una disposición final en botaderos municipales y/o rellenos sanitarios. En el departamento de Cajamarca solo se cuenta con 2 rellenos sanitarios (Anexo 1), lo que está conllevando, a que los residuos sólidos en la mayoría de los distritos, sea vertido en botaderos a cielo abierto sin tratamiento previo. Un ejemplo es el destino final de residuos sólidos en el distrito de Chota, los cuales son vertidos en un botadero a cielo abierto situado en la comunidad de Pingobamba Alto.

La gestión integral de los residuos sólidos, mediante la elaboración y ejecución de proyectos por parte de las municipalidades distritales y provinciales, ha conllevado a que

dichos residuos sólidos sean clasificados según su variedad y fuente de generación, los cuales buscan la valorización de dichos residuos Castillo et al., (2020). Por su parte Insua & Ferraro (2015) mencionan que al momento de analizar la valorización de un residuo sólido, estaríamos contribuyendo a la efectividad en la implementación de planes de gestión en el manejo de residuos sólidos mediante el enfoque de cadenas de valor.

Cáceres (2019) indica que los municipios regionales, junto a sus distintos gobiernos locales son lo que deben impulsar las acciones para el cuidado del ambiente. Sin embargo, Carpio et al. (2008) argumentan que el soporte para realizar una gestión eficiente de residuos sólidos en un municipio, es mediante la elaboración de un plan estratégico, en donde se debe de incorporar los lineamientos del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), así como también se tendrá que fortalecer los mecanismos de sensibilización y participación ciudadana.

Para el manejo integral de los residuos sólidos, primeramente, se tendrá que realizar una caracterización de los residuos sólidos, lo cual, permitirá conocer la cantidad de residuos sólidos domiciliarios generados por una determinada población (Ruiz et al., 2018). Dicho porcentaje se encuentra detallado en el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos (ECRS) que cada municipalidad tiene la obligación de elaborarlo y mantenerlo actualizado.

Falcón (2019) establece que la puesta en valor de residuos sólidos producto de las distintas actividades cotidianas, presentan un alto valor monetario, por ende, se tendrá que priorizar su valorización, teniendo en cuenta su utilidad en las distintas actividades: reciclaje de materiales, obtención de energía, abonos orgánicos u otras innovaciones orgánicas, dichas actividades están establecidas en el marco normativo del D.L. 1278. Abdel-Shafy & Mansour (2018), argumentan que la valorización de los residuos sólidos se efectúa con el propósito de lograr el reutilizamiento de los residuos generados, es decir, la valorización de estos residuos sólidos como fuente de recursos renovables, estará relacionado a la economía circular.

Teniendo en cuenta lo mencionado por Álvarez (2017), se puede deducir que la adopción de los procesos de valorización e implementación de una planta de valorización se ajustará a la realidad de la localidad, lo cual permitirá a la municipalidad disponer de un sistema económico y ambientalmente rentable.

Sobre la base teórica antes mencionado, el objetivo general fue diseñar una propuesta técnica para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el distrito de Chota, para lo que se planteó los siguientes objetivos específicos: 1) Caracterizar los residuos sólidos reaprovechables generados, producto del desarrollo de las distintas actividades domiciliarias y comerciales en el distrito de Chota; 2) Proponer un diseño operativo para una planta de valorización de residuos sólidos reaprovechables generados en el distrito de Chota. 3) Validar la propuesta de implementación de la planta de valorización de residuos sólidos para el distrito de Chota.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1.Área de estudio

La zona de estudio estuvo localizada en el distrito de Chota, provincia de Chota, departamento de Cajamarca (Figura N° 1). La población está conformada por 48 813 habitantes distribuidos dentro del ámbito urbano, periurbano y rural. En la tabla N° 1 se presenta la tasa de crecimiento anual para el año 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

**Tabla 1.** Tasa de crecimiento anual en el año 2017.

| Tasa de crecimiento (%) | Perú | Cajamarca | Chota |
|---|---|---|---|
| | 1,1 | 0,2 | 0,1 |

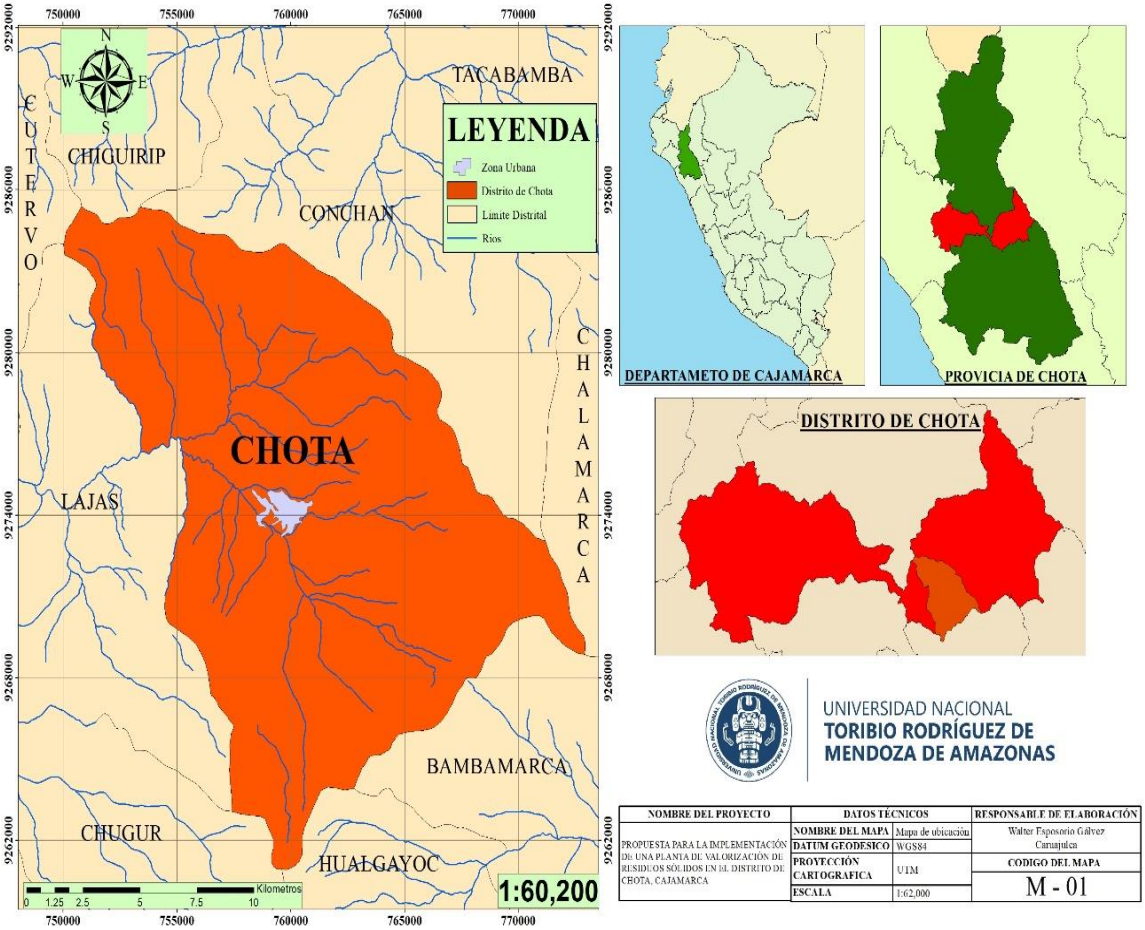



**Figura 1.** Mapa de ubicación del distrito de Chota.

### 2.2.Proceso metodológico

Para la obtención de datos generales de la población, tasa de crecimiento se realizó mediante el censo del año 2017. Por otro lado, se solicitó a la Municipalidad Provincial de Chota una copia del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos (ECRS) del distrito de Chota con la finalidad de poder identificar el tipo, composición, frecuencia, cantidad, procedencia y distribución de los residuos reaprovechables dentro del distrito.

#### 2.2.1. Proyección de los residuos sólidos reaprovechables

Así mismo, se realizó la recopilación de las fórmulas establecidas en la Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario del MINAM (2011). Esto se hizo con el propósito de realizar la proyección de los residuos sólidos que serán vertidos en la planta de valorización. Dichas fórmulas se presentan en la Tabla N° 2:

**Tabla 2.** Fórmulas que permiten la proyección de residuos sólidos reaprovechables.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Crecimiento poblacional (Pf)** | $Po(1+r)^n$ | …(I) | Pf: población futura<br>Po: población actual<br>r: tasa de crecimiento poblacional<br>n: ($t_{final} - t_{inicial}$) intervalo años<br>t: variable tiempo (años) |
| **Generación per-cápita (Gpc)** | $\frac{DSr\ en\ una\ semana}{Pob \times 7 \times Cob}$ $(kgr./hab./día)$ | …(II) | DSr: cantidad de residuos recolectados en una semana (kgr/semana)<br>Pob: población total<br>Cob: cobertura del servicio de aseo urbano (%) |
| **Proyección de la generación total (Gpf)** | $Gpc(1+r)^n$ $(kgr./hab./día)$ | …(III) | r%: tasa de incremento de generación en % (de 0.5 a 1%, Jorge Jaramillo, 2002)<br>n: número de años |
| **Generación total de residuos sólidos (DSd)** | $Pob \times Gpc\ (kgr./día)$ | …(IV) | Gpc: generación per-cápita |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Generación de residuos sólidos municipales (GRSM)** | $1.3 \times Dsd\ (Ton/año)$ | …(V) | Dsd: generación total de residuos sólidos |
| **Volumen de residuos sólidos municipales (VRSM)** | $\frac{GRSM\ \left(\frac{Ton}{año}\right)}{0.6\ \left(\frac{Ton}{m^3}\right)}$ | …(VI) | **NOTA:** dato referencial densidad de compactación = 0.6 ton/$m^3$ |
| **Volumen de residuos sólidos municipales + material de cobertura ($m^3$/año)** | $VSRM + MC$<br>$MC = 25\% \times VRSM$ | …(VII) | MC: material de cobertura<br>**NOTA:** se considera para el MC un rango entre 10 – 25% VRSM |
| **Área total + Área administrativa ($m^2$/año)** | $At = \frac{VRSM + MC}{H}$<br>$At + Aad$<br>$Aad = 30\% \times At$ | …(VIII) | At: área total<br>Aad: área administrativa<br>H: altura<br>**NOTA:**<br>- El valor de H se asume 6 m.<br>- Se considera Aad al 30% del área total |
| **Área total acumulada** | Es la sumatoria de las áreas parciales de cada año considerado en las proyecciones | | |

**Fuente:** MINAM, (2011).

Para efectuar el cálculo de las proyecciones se tuvo en cuenta, el incremento en la tasa de crecimiento, incremento en la generación per-cápita y la concentración de los residuos orgánicos e inorgánicos reaprovechables, dichos valores se observan a continuación:

**Tabla 3.** Datos complementarios para efectuar las proyecciones.

| | Orgánicos | Inorgánicos |
|---|---|---|
| Tasa de crecimiento | 0.1 % | 0.1% |
| Incremento de la generación per-cápita | 0.5% | 0.5% |
| % de RRSS reaprovechables | 70.52% | 9.25% |

### 2.2.2. Análisis multicritero de los aspectos técnicos

Se trabajó con el software ArcMap 10.8 para realizar un análisis multicriterio de los aspectos técnicos (Tabla N° 4), mediante una adaptación de la metodología desarrollada por López et al. (2022). En la figura N° 2, se muestra el análisis de los criterios físicos, ambientales y socioeconómicos. Para dicho análisis, se realizó la obtención de los archivos con extensión SHP de la plataforma nacional de datos georreferenciados Geo Perú (GEO GPS PERÚ) con la finalidad de realizar el análisis en el software ArcMap 10.8, para lo cual primero se procedió a realizar el procedimiento de distancia euclidiana, luego una reclasificación con la finalidad de obtener capas procesadas en una sola nomenclatura. Finalmente, se realizó una superposición de capas para identificar las posibles áreas óptimas.

**Tabla 4.** Aspectos técnicos para el establecimiento de la IDF-RS.

| **Aspectos técnicos** | **Valores** |
|---|---|
| Ubicación del área | > 1 km del límite de la ciudad |
| Vías de acceso | 500 a 2000 m |
| Red hídrica | > 500 m |
| Arqueología | > 500 m |
| Fallas geológicas | > 500 m |
| Pendiente | 4 a 40% |
| Suelos | Sustrato arcilloso |

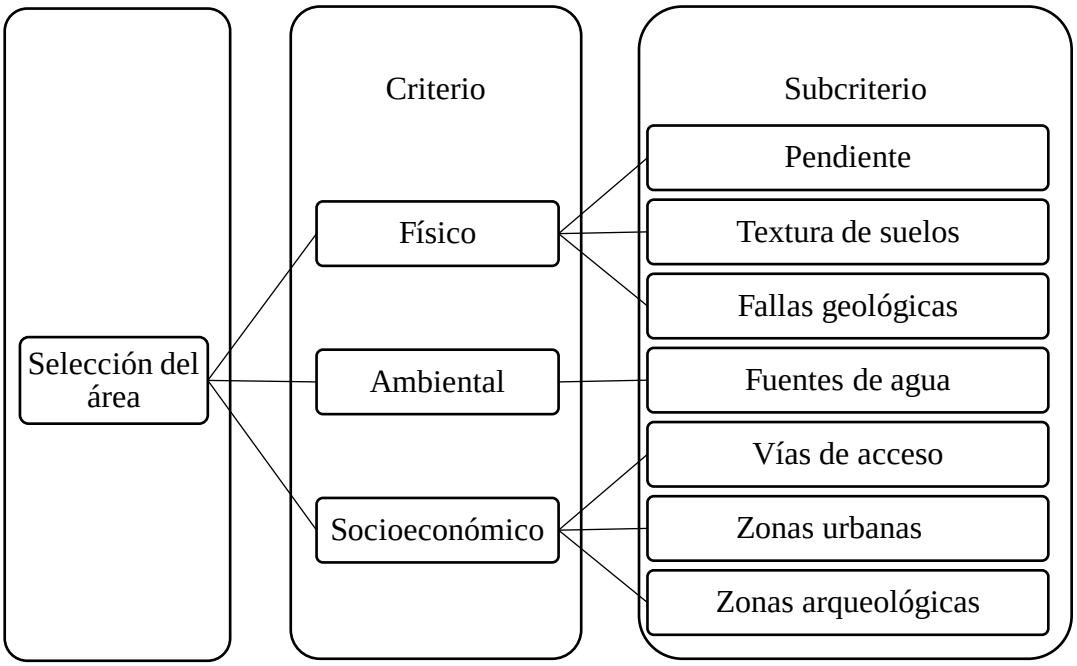



**Figura 2.** Estructura jerárquica de los criterios y subcriterios empleados.

Alcívar et al., (2018) mencionan que la asignación de la valoración numérica dependerá del criterio del investigador, categóricamente se le asignará los siguientes valores:

**Tabla 5.** Criterios para la selección del área óptima.

| **Criterios de selección del área** | **No Apta** | **Apta** |
|---|---|---|
| | 0 | 1 |

### 2.2.3. Diseño de la planta de valorización de residuos solidos

Tras obtener la proyección de los residuos sólidos reaprovechables, se procedió a elaborar la propuesta para la implementación de una planta de valorización teniendo en cuenta el porcentaje de residuos generados reaprovechables calculados en la fase anterior, así como la presentación de las potenciales áreas aptas para realizar la construcción de dicha planta de valorización plasmados en un mapa.

Para realizar el diseño de la planta de valorización de residuos sólidos se tendrá en cuenta los procesos básicos que se desarrollan: la recepción y descarga de residuos, la separación de los residuos.

Máñez (2018) menciona que para realizar el diseño de una planta de valorización de residuos sólidos y escoger las áreas destinadas a la recepción, descarga y transformación de los residuos sólidos reaprovechables, se debe tener en cuenta el principio de máxima eficacia, es decir, se tendrá que realizar los diferentes procesos utilizando la mínima energía posible, lo cual conllevará a un menor costo económico.

El diseño de la planta de valorización de residuos sólidos presentará dos etapas: en la primera, se tendrá en cuenta los procesos e infraestructuras necesarias para el reaprovechamiento y comercialización de los residuos inorgánicos reaprovechables y la segunda estará destinada para el reaprovechamiento de la fracción orgánica mediante la elaboración de Compost.

### 2.2.4. Validación de la propuesta planteada

La validación de la propuesta se realizó con la finalidad de evaluar la factibilidad del proyecto propuesto y dar cumplimiento al objetivo específico 3. En tal sentido, y siguiendo la metodología aplicada por Mirabal (2019) en su investigación, para lo cual, se solicitó el criterio de especialistas en formulación e implementación de proyectos en materia de residuos sólidos, en donde, se realizó la evaluación del proyecto mediante el criterio de conocimiento de los expertos.

Mirabal (2019) aplicó la siguiente metodología para realizar un proceso de validación de una propuesta, en donde, se deberá de efectuar una valorización relacionado al nivel de experiencia que poseen los expertos, calculando así el nivel de discernimiento que poseen en la materia. Para ello, se aplicó la siguiente metodología.

- Primero: Se realizó una pregunta de autoevaluación para conocer los niveles de información y/o conocimiento que presenten relacionado al tema (Anexo N° 3.2) Coeficiente de información y/o conocimiento ($K_c$).

$$Kc = n * (0.1) \qquad \dots (IX)$$

  Dónde: n: rango elegido por el experto
- Segundo: Se realizó una medición de los criterios técnicos que intervienen en el nivel de argumentación y/o conocimiento relacionado al tema (Anexo N° 3.4). En este proceso se determinarán los criterios de mayor relevancia, lo cual, permitió calcular el coeficiente de argumentación ($k_a$) que presenta cada especialista.

$$Ka = n_1 + \cdots + n_n \qquad \dots (X)$$

Dónde: n es el valor que corresponde a la fuente de argumentación

- Tercero: Finalmente se procedió a calcular el coeficiente de competencia (K) del especialista (Anexo N° 3.5).

$$K = 0.5\ (K_c + K_a) \qquad \ldots (XI)$$

El procedimiento utilizado se basó en un proceso sistemático, formal y profundo con la finalidad de poder comprobar la hipótesis formulada en el proyecto, este procedimiento también permitió evaluar la calidad y veracidad de los resultados logrados.

El perfil que debe presentar los expertos es el siguiente: una autoridad, ingeniero ambiental, ingeniero agrónomo y/o biólogos los cuales deberán justificar su participación mediante su experiencia y conocimiento relacionado al tema en cuestión. Para verificar si la selección de los expertos fue válida, a continuación, se procedió a realizar una valorización del valor obtenido del coeficiente de competencia con la siguiente tabla.

**Tabla 6.** Rango y valoración del nivel de coeficiente de competencia.

| Rango | Valoración |
|---|---|
| 0.8 – 1.0 | K alto |
| 0.5 – 0.8 | K medio |
| < 0.5 | K bajo |

## III. RESULTADOS

### 3.1. Caracterización de residuos sólidos reaprovechables en el distrito de Chota

Se realizó una recopilación del estudio de caracterización de residuos sólidos (ECRS) del distrito de Chota, en donde se logró identificar que los residuos reaprovechables se encuentran en un 79.76 % del total de los residuos producidos en el distrito. En la Tabla N° 7, se puede observar la concentración y composición porcentual de los residuos sólidos reaprovechables y no reaprovechables generados en el distrito de Chota.

**Tabla 7.** Porcentaje de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos reaprovechables en el distrito de Chota.

| Tipo de residuo sólido | Composición porcentual (%) |
|---|---|
| **1. Residuos reaprovechables** | **79.76 %** |
| **1.1. Residuos orgánicos** | **70.52 %** |
| Residuos de alimentos | 58.33 % |
| Residuos de maleza y poda | 6.88 % |
| Otros orgánicos | 5.31 % |
| **1.2. Residuos inorgánicos** | **9.25 %** |
| **1.2.1. Papel** | **1.67 %** |
| Blanco | 0.62 % |
| Otros | 1.05 % |
| **1.2.2. Cartón** | **2.01 %** |
| Blanco | 0.57 % |
| Otros | 1.44 % |
| **1.2.3. Vidrio** | **1.01 %** |
| Cristalino | 0.71 % |
| Otros | 0.31 % |
| **1.2.4. Plástico** | **2.87 %** |
| **1.2.5. Metales** | **1.68 %** |
| Latas-hojalata | 1.57 % |
| Fierro | 0.07 % |
| Aluminio | 0.05 % |
| **2. Residuos no reaprovechables** | **20.24 %** |
| **TOTAL** | **100.00 %** |

**Fuente:** Municipalidad Provincial de Chota (2019).

### 3.2.Proyección de los residuos sólidos reaprovechables

La cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos reaprovechables calculados con las fórmulas de la Tabla N° 2, se logró realizar una proyección de vida útil de la planta de valorización para 15 años. Los valores proyectados se realizaron en dos partes en la Tabla N° 8 se observa los datos proyectados para los residuos orgánicos y en la Tabla N° 9 se observa los datos proyectados para los residuos inorgánicos.

**Tabla 8.** Valores proyectados para los residuos orgánicos generados en el distrito de Chota, Cajamarca.

| AÑO | Población (Hab.) | Generación per-cápita (kg./hab./día) | Generación de residuos sólidos domiciliarios (kg./día) | Generación de residuos sólidos domiciliarios (Ton/día) | Generación de residuos sólidos domiciliarios (Ton/año) | Generación de residuos sólidos municipales (Ton/año) | Generación de residuos sólidos municipales reaprovechables orgánicos 70.52% (Ton/año) | Volumen de residuos sólidos municipales ($m^3$/año) | Volumen de RRSS municipales + Material de cobertura ($m^3$/año) | Área total (Vol. De RRSS municipales + MC)/H ($m^2$/año) | Área total + Área administrativa ($m^2$/año) | Área total acumulada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 48813 | 0.38 | 18548.94 | 18.55 | 6770.36 | 8801.47 | 6206.80 | 10344.66 | 12930.83 | 2155.14 | 2801.68 | 2801.68 |
| 1 | 48862 | 0.38 | 18660.33 | 18.66 | 6811.02 | 8854.32 | 6244.07 | 10406.78 | 13008.48 | 2168.08 | 2818.50 | 5620.18 |
| 2 | 48911 | 0.38 | 18772.38 | 18.77 | 6851.92 | 8907.50 | 6281.57 | 10469.28 | 13086.59 | 2181.10 | 2835.43 | 8455.61 |
| 3 | 48960 | 0.39 | 18885.11 | 18.89 | 6893.07 | 8960.98 | 6319.29 | 10532.14 | 13165.18 | 2194.20 | 2852.46 | 11308.07 |
| 4 | 49009 | 0.39 | 18998.51 | 19.00 | 6934.46 | 9014.80 | 6357.23 | 10595.39 | 13244.24 | 2207.37 | 2869.58 | 14177.65 |
| 5 | 49058 | 0.39 | 19112.60 | 19.11 | 6976.10 | 9068.93 | 6395.41 | 10659.01 | 13323.77 | 2220.63 | 2886.82 | 17064.47 |
| 6 | 49107 | 0.39 | 19227.37 | 19.23 | 7017.99 | 9123.39 | 6433.81 | 10723.02 | 13403.78 | 2233.96 | 2904.15 | 19968.62 |
| 7 | 49156 | 0.39 | 19342.83 | 19.34 | 7060.13 | 9178.17 | 6472.45 | 10787.41 | 13484.27 | 2247.38 | 2921.59 | 22890.21 |
| 8 | 49205 | 0.40 | 19458.99 | 19.46 | 7102.53 | 9233.29 | 6511.32 | 10852.19 | 13565.24 | 2260.87 | 2939.14 | 25829.35 |
| 9 | 49254 | 0.40 | 19575.84 | 19.58 | 7145.18 | 9288.73 | 6550.42 | 10917.36 | 13646.70 | 2274.45 | 2956.78 | 28786.13 |
| 10 | 49303 | 0.40 | 19693.39 | 19.69 | 7188.09 | 9344.51 | 6589.75 | 10982.92 | 13728.65 | 2288.11 | 2974.54 | 31760.67 |
| 11 | 49353 | 0.40 | 19811.65 | 19.81 | 7231.25 | 9400.63 | 6629.32 | 11048.87 | 13811.09 | 2301.85 | 2992.40 | 34753.08 |
| 12 | 49402 | 0.40 | 19930.62 | 19.93 | 7274.68 | 9457.08 | 6669.13 | 11115.22 | 13894.02 | 2315.67 | 3010.37 | 37763.45 |
| 13 | 49451 | 0.41 | 20050.30 | 20.05 | 7318.36 | 9513.87 | 6709.18 | 11181.97 | 13977.46 | 2329.58 | 3028.45 | 40791.90 |
| 14 | 49501 | 0.41 | 20170.70 | 20.17 | 7362.31 | 9571.00 | 6749.47 | 11249.11 | 14061.39 | 2343.57 | 3046.64 | 43838.53 |
| 15 | 49550 | 0.41 | 20291.83 | 20.29 | 7406.52 | 9628.47 | 6790.00 | 11316.66 | 14145.83 | 2357.64 | 3064.93 | 46903.46 |

**Tabla 9.** Valores proyectados para los residuos inorgánicos generados en el distrito de Chota, Cajamarca.

| AÑO | Población (Hab.) | Generación per-cápita (kg./hab./día) | Generación de residuos sólidos domiciliarios (kg./día) | Generación de residuos sólidos domiciliarios (Ton/día) | Generación de residuos sólidos domiciliarios (Ton/año) | Generación de residuos sólidos municipales (Ton/año) | Generación de residuos sólidos municipales reaprovechables inorgánicos 9.25% (Ton/año) | Volumen de residuos sólidos municipales ($m^3$/año) | Volumen de RRSS municipales + Material de cobertura ($m^3$/año) | Área total (Vol. De RRSS municipales + MC)/H ($m^2$/año) | Área total + Área administrativa ($m^2$/año) | Área total acumulada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 48813 | 0.38 | 18548.94 | 18.55 | 6770.36 | 8801.47 | 814.14 | 1356.89 | 1696.12 | 282.69 | 367.49 | 367.49 |
| 1 | 48862 | 0.38 | 18660.33 | 18.66 | 6811.02 | 8854.32 | 819.03 | 1365.04 | 1706.30 | 284.38 | 369.70 | 737.19 |
| 2 | 48911 | 0.38 | 18772.38 | 18.77 | 6851.92 | 8907.50 | 823.94 | 1373.24 | 1716.55 | 286.09 | 371.92 | 1109.11 |
| 3 | 48960 | 0.39 | 18885.11 | 18.89 | 6893.07 | 8960.98 | 828.89 | 1381.49 | 1726.86 | 287.81 | 374.15 | 1483.26 |
| 4 | 49009 | 0.39 | 18998.51 | 19.00 | 6934.46 | 9014.80 | 833.87 | 1389.78 | 1737.23 | 289.54 | 376.40 | 1859.66 |
| 5 | 49058 | 0.39 | 19112.60 | 19.11 | 6976.10 | 9068.93 | 838.88 | 1398.13 | 1747.66 | 291.28 | 378.66 | 2238.32 |
| 6 | 49107 | 0.39 | 19227.37 | 19.23 | 7017.99 | 9123.39 | 843.91 | 1406.52 | 1758.15 | 293.03 | 380.93 | 2619.25 |
| 7 | 49156 | 0.39 | 19342.83 | 19.34 | 7060.13 | 9178.17 | 848.98 | 1414.97 | 1768.71 | 294.79 | 383.22 | 3002.47 |
| 8 | 49205 | 0.40 | 19458.99 | 19.46 | 7102.53 | 9233.29 | 854.08 | 1423.47 | 1779.33 | 296.56 | 385.52 | 3388.00 |
| 9 | 49254 | 0.40 | 19575.84 | 19.58 | 7145.18 | 9288.73 | 859.21 | 1432.01 | 1790.02 | 298.34 | 387.84 | 3775.83 |
| 10 | 49303 | 0.40 | 19693.39 | 19.69 | 7188.09 | 9344.51 | 864.37 | 1440.61 | 1800.77 | 300.13 | 390.17 | 4166.00 |
| 11 | 49353 | 0.40 | 19811.65 | 19.81 | 7231.25 | 9400.63 | 869.56 | 1449.26 | 1811.58 | 301.93 | 392.51 | 4558.51 |
| 12 | 49402 | 0.40 | 19930.62 | 19.93 | 7274.68 | 9457.08 | 874.78 | 1457.97 | 1822.46 | 303.74 | 394.87 | 4953.37 |
| 13 | 49451 | 0.41 | 20050.30 | 20.05 | 7318.36 | 9513.87 | 880.03 | 1466.72 | 1833.40 | 305.57 | 397.24 | 5350.61 |
| 14 | 49501 | 0.41 | 20170.70 | 20.17 | 7362.31 | 9571.00 | 885.32 | 1475.53 | 1844.41 | 307.40 | 399.62 | 5750.23 |
| 15 | 49550 | 0.41 | 20291.83 | 20.29 | 7406.52 | 9628.47 | 890.63 | 1484.39 | 1855.49 | 309.25 | 402.02 | 6152.25 |

### 3.3.Áreas óptimas para la implementación de la planta de valorización

El área total requerida para el establecimiento de una planta de valorización que cubra la proyección de los residuos sólidos orgánicos (Tabla N° 8) e inorgánicos (Tabla N° 9) al cabo de 15 años, se logró identificar que deberá presentar una extensión de 0.34 hectáreas.

Para la identificación de las posibles áreas se realizó el procedimiento estipulado en la figura N° 3, dicho análisis permitió identificar 5 áreas > 0.34 hectáreas (Figura 4) los cuales cumplen con los criterios mínimos establecidos por el MINAM

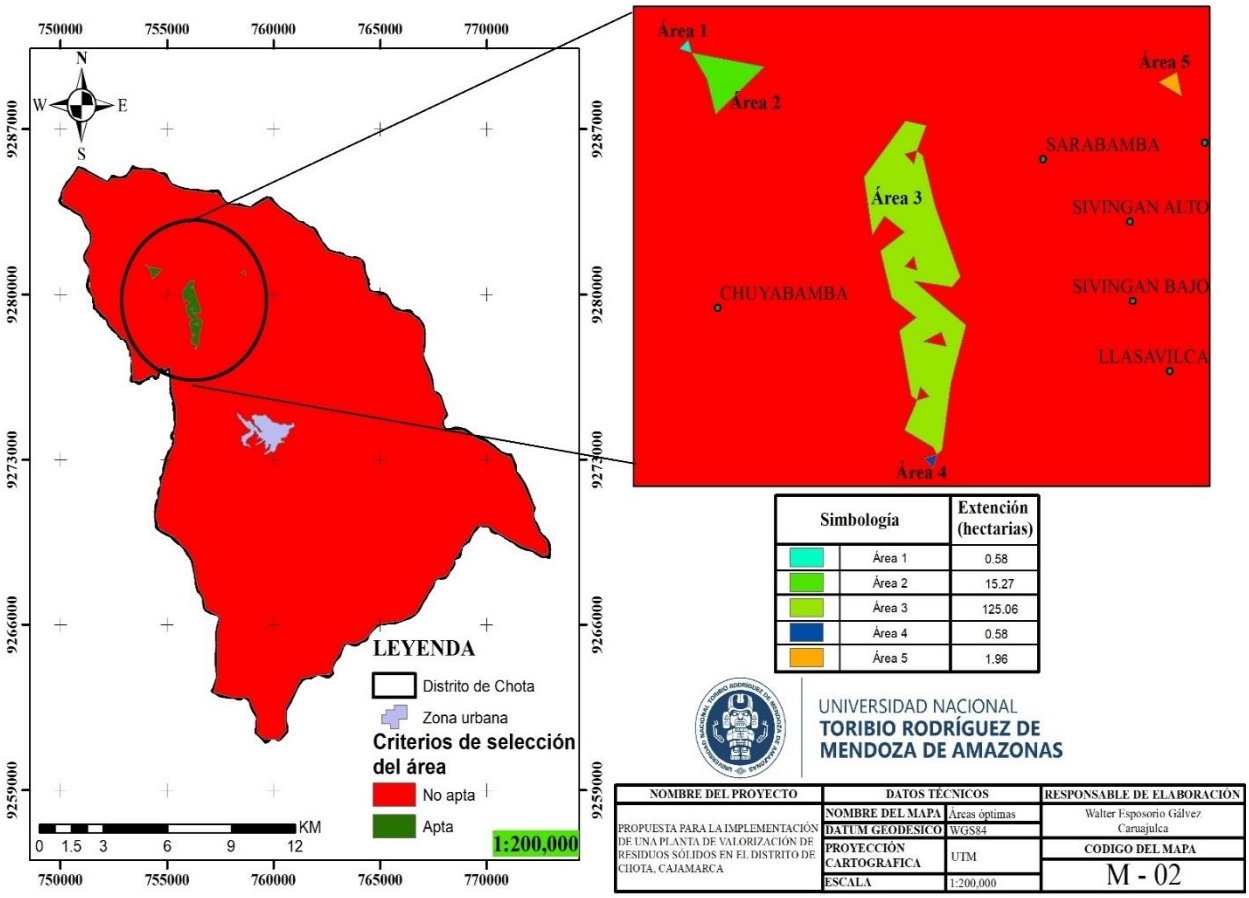



**Figura 3.** Posibles áreas para la implementación de la planta de valorización de RRSS en el distrito de Chota, Cajamarca.

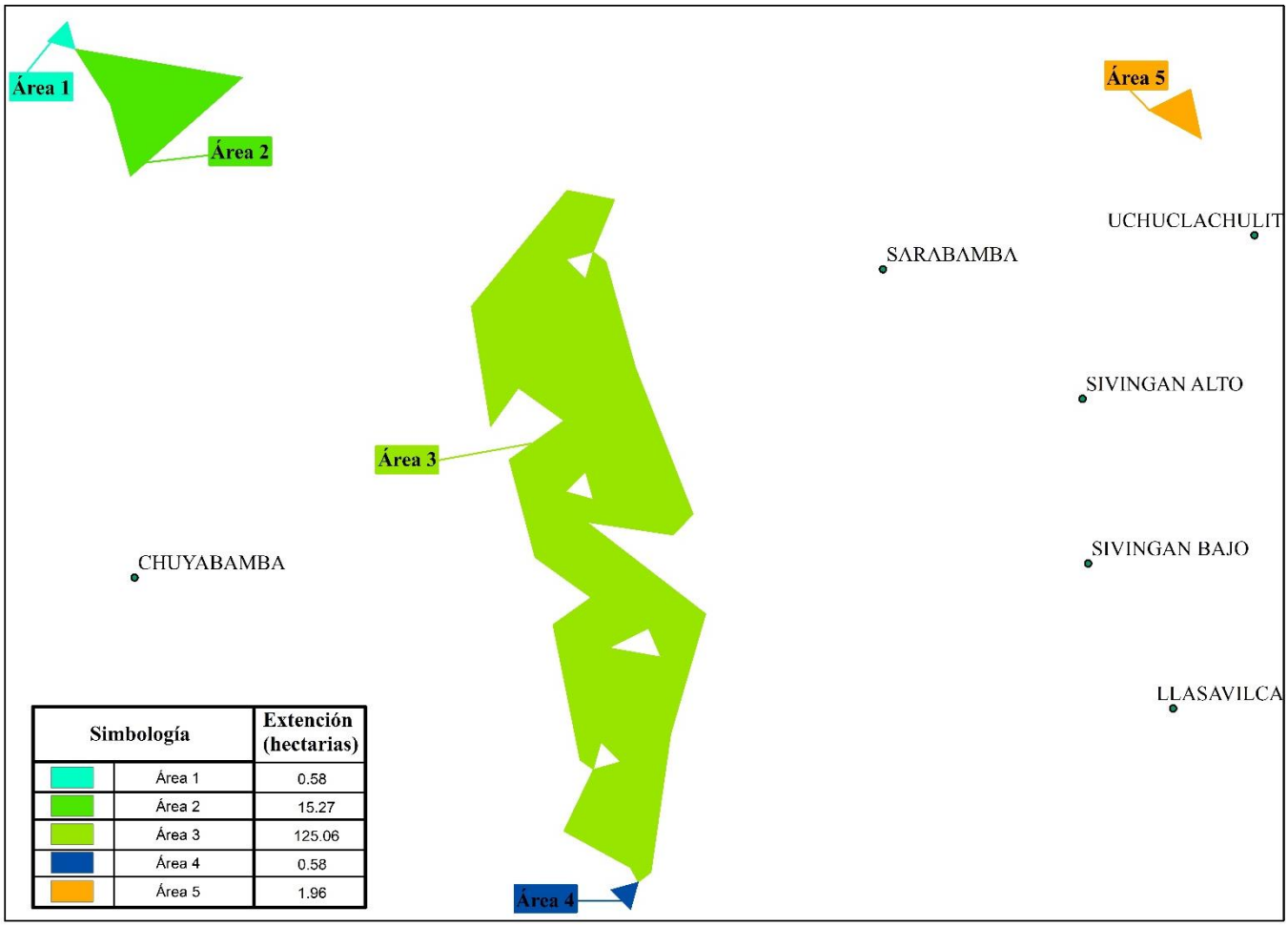



**Figura 4.** Extensión de las áreas optimas.

### 3.4.Diseño operativo de la planta de valorización de residuos sólidos

#### 3.4.1. Reaprovechamiento de la fracción inorgánica

En la Tabla N° 10 se muestra la composición de los residuos sólidos inorgánicos los cuales son producidos en las distintas actividades cotidianas, dichas concentraciones se dan en mayores concentraciones en instituciones públicas y privadas, transporte y las viviendas ubicadas dentro del distrito de Chota.

**Tabla 10.** Residuos inorgánicos generados en el distrito de Chota.

| Tipo de residuo | Porcentaje (%) | Cantidad | |
|---|---|---|---|
| | | kg/día | Ton/mes |
| **Residuos inorgánicos** | **9.25%** | **1715.78** | **52.19** |
| Papel | 1.67% | 309.77 | 9.42 |
| Cartón | 2.01% | 372.83 | 5.75 |
| Vidrio | 1.02% | 189.20 | 16.19 |
| Plástico | 2.87% | 532.35 | 16.19 |
| Metales | 1.68% | 311.62 | 9.48 |

El manejo integral de estos residuos comprenderá las actividades de minimización, segregación selectiva en la fuente, hasta actividades de almacenamiento, recolección, transporte y comercialización, las cuales estarán dentro del procedimiento denominado cadena de reciclaje establecida por la Municipalidad Distrital de San Bartolo (2020) (Figura N° 5).

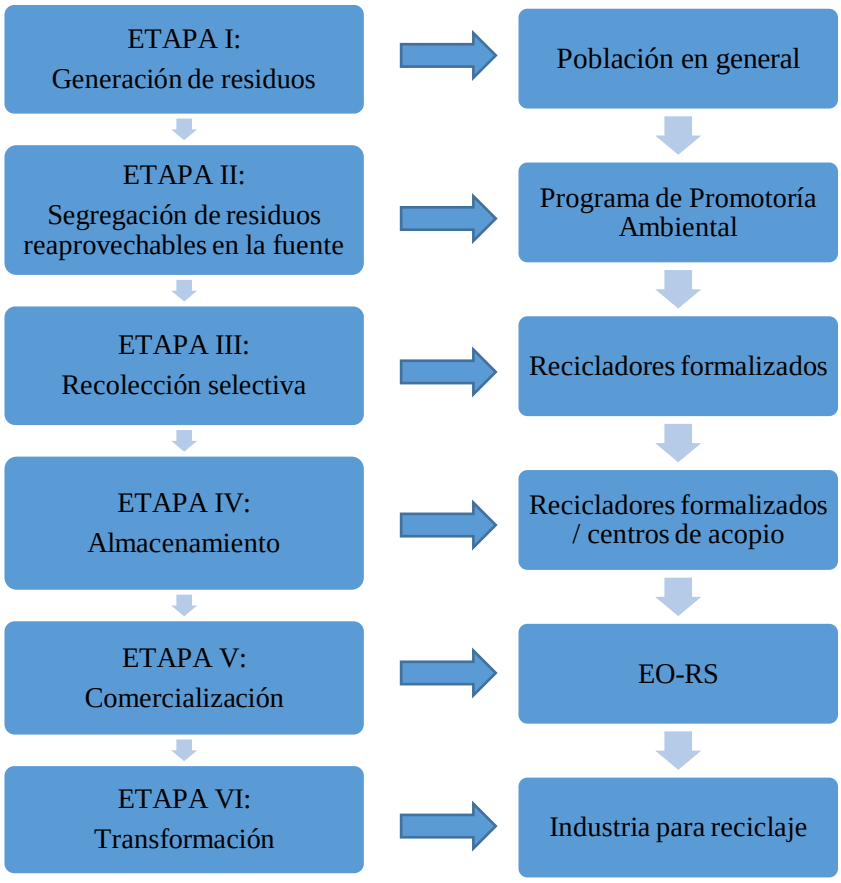



**Figura 5.** Cadena de reciclaje y actores involucrados.

1) **Acciones de educación, sensibilización y capacitación**

La educación ambiental es una herramienta que busca crear conciencia en las personas, generando un criterio básico de las relaciones existentes entre nuestras acciones y el medio ambiente, para lo cual es necesario la toma de medidas, planes y acciones que resulten en un cambio de actividades óptimas para la participación activa de la población en favor del medio ambiente.

2) **Etapa de difusión y educación ambiental**

Esta etapa presentará tres líneas de acción, las cuales serán:

- **Fortalecimiento de las capacidades del programa de Promotoría Ambiental**

La capacitación del personal operativo se llevará a cabo de forma periódica, en dichas capacitaciones se desarrollarán temas relacionados a: manejo adecuado de los residuos sólidos, reaprovechamiento de los residuos, cultura ambiental, educación ambiental, cuidado de los recursos naturales, etc.

- **Formalización de la asociación de recicladores**

Los recicladores que implementen la recolección selectiva en sus respectivas zonas serán previamente capacitados en los mecanismos de recolección y acopio de los materiales recolectados.

- **Capacitaciones y talleres a la población**

Las capacitaciones y talleres se desarrollarán de dos modalidades:

**Capacitaciones y talleres presenciales. -** estas capacitaciones se desarrollan de forma continua mediante volantes y dípticos alusivos de cómo se debe segregar correctamente los residuos inorgánicos en casa, este tipo de capacitaciones también se explicará la modalidad de recolección, así como también la frecuencia establecida para cada zona.

**Capacitaciones y talleres virtuales. –** los talleres virtuales de participación comunitaria buscan generar un ambiente de interacción cultural, dicho mecanismo permitirá implementar acciones de intervención la cual permitirá obtener mayor cobertura en la difusión de volantes mediante el volanteo, redes sociales, afiches, etc.

### 3.4.2. Reaprovechamiento de la fracción orgánica

En el presente diseño para la planta de valorización, para la elaboración del Compost se propone utilizar dos tipos de metodologías: Compostaje convencional y Lombricultura.

En la Figura N° 6 se muestra un flujograma del proceso de compostaje convencional y Lombricultura establecido por la Municipalidad Provincial del Callao (2019).

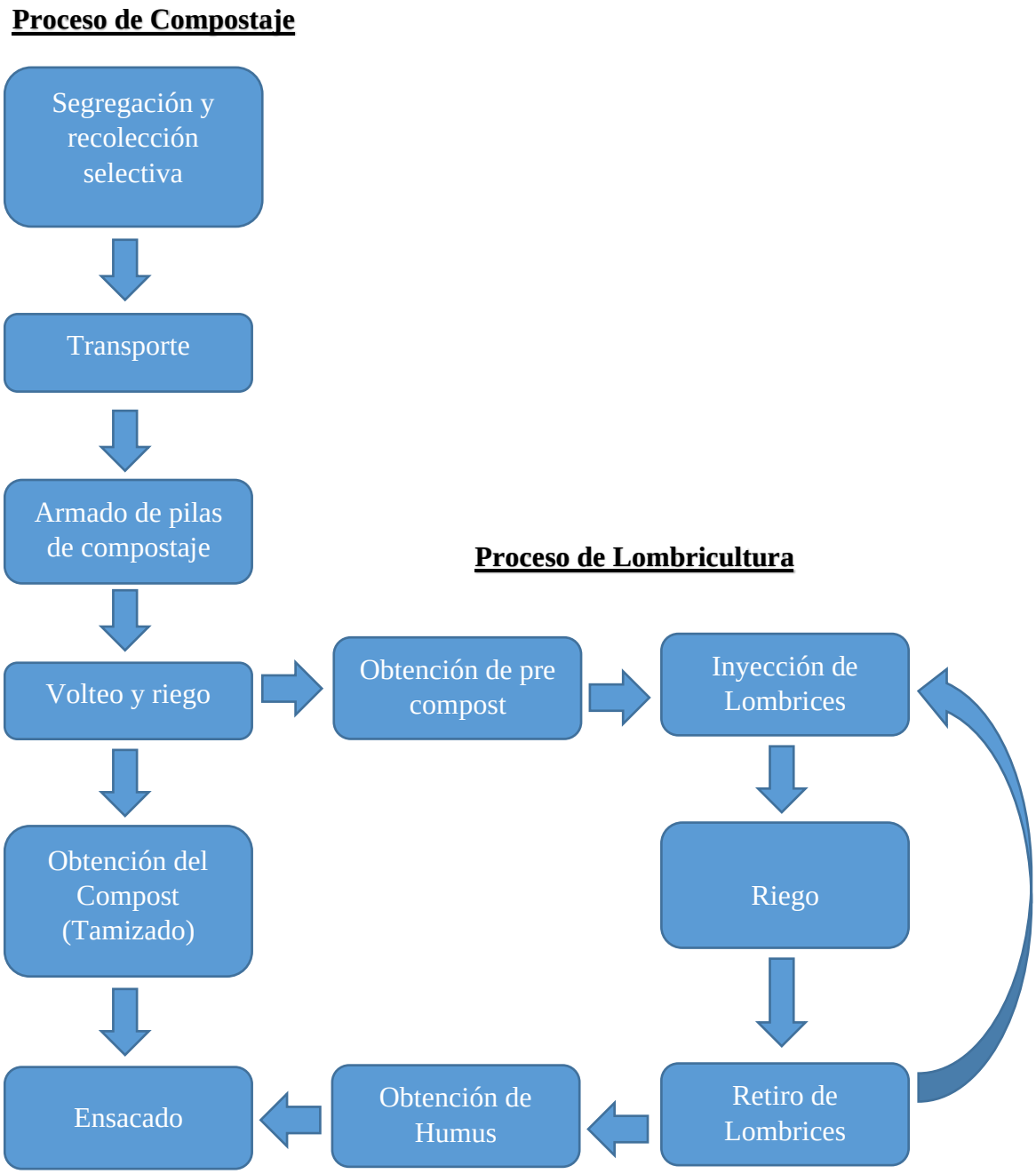



**Figura 6.** Proceso de Compostaje Convencional y Lombricultura.

1) **Descripción del proceso de compostaje convencional**

- **Armado de pilas de compostaje**

Teniendo en cuenta la cantidad de residuos sólidos orgánicos producidos al día en la ciudad de Chota (Tabla N° 11), se propone la elaboración de pilas de compostaje las cuales estarán ubicadas bajo techo con la finalidad de poder controlar variaciones de humedad producto de las lluvias.

**Tabla 11.** Cantidad de residuos orgánicos generados en el distrito de Chota.

| Tipo de residuo | Porcentaje (%) | Cantidad | |
|---|---|---|---|
| | | kg/día | Ton/mes |
| **Residuos orgánicos** | **70.52%** | **13080.7** | **397.87** |
| Residuos de alimentos. | 58.33% | 10819.56 | 329.10 |
| Residuos de maleza y poda. | 6.88% | 1276.17 | 38.82 |
| Otros orgánicos. | 5.31% | 984.95 | 29.96 |

Según Román et al. (2013) en su manual de Compostaje del Agricultor, menciona que para el establecimiento de las camas composteras (Figura N° 7) deberán de presentar un volumen mínimo de 1 $m^3$.

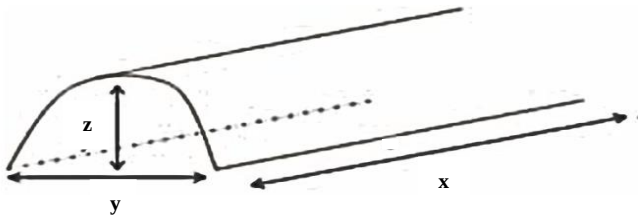



**Figura 7.** Cama Compostera.

La propuesta contempla que los residuos orgánicos previamente recolectados deberán ser picados con la finalidad de obtener un diámetro menor y así facilitar la descomposición de dichos residuos, para ello las camas composteras presentarán las siguientes dimensiones:

**Tabla 12. Dimensiones de las Camas Composteras.**

| Tipo | Dimensiones (metros) | |
|---|---|---|
| Convencional | Alto (z) | 1.5 m |
| | Ancho (y) | 2.0 m |
| | Largo (x) | 3.0 m |
| Lombricultura | Alto (z) | 1.5 m |
| | Ancho (y) | 3.0 m |
| | Largo (x) | 7.5 m |

Para la distribución de las camas composteras dentro de la planta de valorización, se está considerando espacios entre cada cama compostera de 1.5 m. Teniendo en cuenta la producción de residuos orgánicos proyectados es de 13080.7 kgr/día, se considera realizar el armado de 12 camas composteras convencionales y 3 camas para Lombricultura, dichas camas presentarán un volumen mínimo de 9 y 33.75 $m^3$ correspondientemente (Anexo N° 2).

- **Volteo y riego**

El riego a realizarse será controlado, es decir, evitando encharcamientos. La frecuencia será de dos veces por semana con la finalidad de mantener la humedad óptima recomendada por Román et al., (2013), el cual menciona que la humedad óptima deberá ser mayor de 55% para que la actividad microbiana se desarrolle eficazmente.

- **Tamizado**

Córdova & Luna (2016), mencionan que el tiempo que demora la producción de compost es aproximadamente 10 semanas, pasado este tiempo el compost estará listo para la etapa de tamizado, lo cual tiene como finalidad de lograr homogenizar el producto.

- **Ensacado**

Finalmente, luego del tamizado, queda un producto homogéneo que será almacenado en sacos o en bolsas. CONAM (2006), indica que el compost aumenta la capacidad de retención de agua por el suelo.

### 1.1.Procesos básicos en el compostaje

Sancho (2009), menciona los siguientes procesos básicos que se desarrollan en una planta de compostaje convencional:

- **Recepción y mezcla**

En esta etapa se reciben los residuos sólidos orgánicos en donde se realizará el proceso de pesado y posterior picado, con la finalidad de homogenizar los residuos sólidos.

- **Descomposición**

En esta fase de debe garantizar la higienización del material (eliminar semillas u otros organismos), así como también controlando los parámetros óptimos de temperatura, humedad garantizando la adecuada actividad microbiana.

En este proceso se tendrá en cuenta las siguientes fases:

Etapa de crecimiento. – En esta etapa se encuentran las bacterias mesófilas las cuales se desarrollan entre una temperatura de 45 – 50 °C, debido a su actividad microbiana se produce la liberación de ácidos los cuales disminuyen el pH en las camas composteras.

Etapa termófila. – como consecuencia de la intensa actividad de las bacterias y el aumento de la temperatura en las camas composteras, aparecen organismos termófilos (bacterias y hongos), los cuales soportan temperaturas entre 50 – 60 °C, produciendo una rápida degradación de la materia.

En esta epata se deberá controlar las condiciones de trabajo para evitar; temperaturas excesivas, secado del material, condiciones anaerobias, perdidas innecesarias de NH3 lo que provoca la perdida de nutrientes y muerte de microorganismos.

Etapa de maduración. – esta etapa comienza cuando se observa que la materia orgánica está prácticamente descompuesta, estabilización de la temperatura, presenta un pH que tiende a la neutralidad, estabilización de la relación C/N. Estos parámetros indicarían que el producto está listo para su retito de las camas composteras.

## 2) Descripción del proceso de Lombricultura

El proceso de Lombricultura para obtener humus de lombriz, se deriva de una de las etapas del compostaje, el tipo de lombriz que más es utilizada en este proceso es la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*).

- **Obtención de pre compost**

Aproximadamente luego de las primeras 6 semanas de haber armado las pilas composteras, parte del material será destinado al proceso de Lombricultura.

- **Inyección de Lombrices**

El pre compost obtenido, será colocado en estructuras adecuadas, adicional a eso se agregarán las lombrices, que son, el elemento fundamental de esta tecnología.

- **Riego**

La frecuencia de riego se estima que sea dos veces por semana. Rodríguez (2006) indica que la humedad óptima oscila entre el 75 – 85% de humedad, lo cual permitirá el crecimiento y desarrollo ideal de las lombrices.

- **Retiro de lombrices**

Aproximadamente al tercer mes después de haber llenado las camas composteras con lombrices, cuando se observe que el material ha tomado un color marrón/oscuro y las lombrices ya no presenten alimento, se procederá a realizar el retiro de las lombrices.

- **Tamizado y ensacado**

Por último, el tamizado y ensacado tiene el mismo procedimiento al del proceso de compostaje convencional.

**Factores a tener en cuenta para el desarrollo de la Lombriz Roja Californiana**

García (2015), establece en su manual de Lombricultura los siguientes parámetros que se deben de considerar para el desarrollo óptimo de las lombrices rojas californianas.

**Tabla 13.** Parámetros para el desarrollo de Lombrices Rojas Californianas.

| Parámetro | Nivel óptimo | Nivel adecuado | Peligro de muerte |
|---|---|---|---|
| Temperatura | 20 °C | 15° - 24 °C | - 5°C + 37°C |
| Humedad | 75 % | 70 – 80 % | - 70 % + 80 % |
| pH | 6.5 – 7.5 | 6.0 – 8.0 | - 4.5 + 8.5 |
| Iluminaciónn | Son muy sensibles a los rayos ultravioletas por lo que es recomendable ubicarlas en lugares bajo sombra o en lugares cubiertos. | | |
| Aireación | Las lombrices requieren una aireación constante por lo que se recomienda remover las camas composteras al menos una vez por semana. | | |

**Herramientas básicas para realizar el proceso de compostaje convencional y Lombricultura**

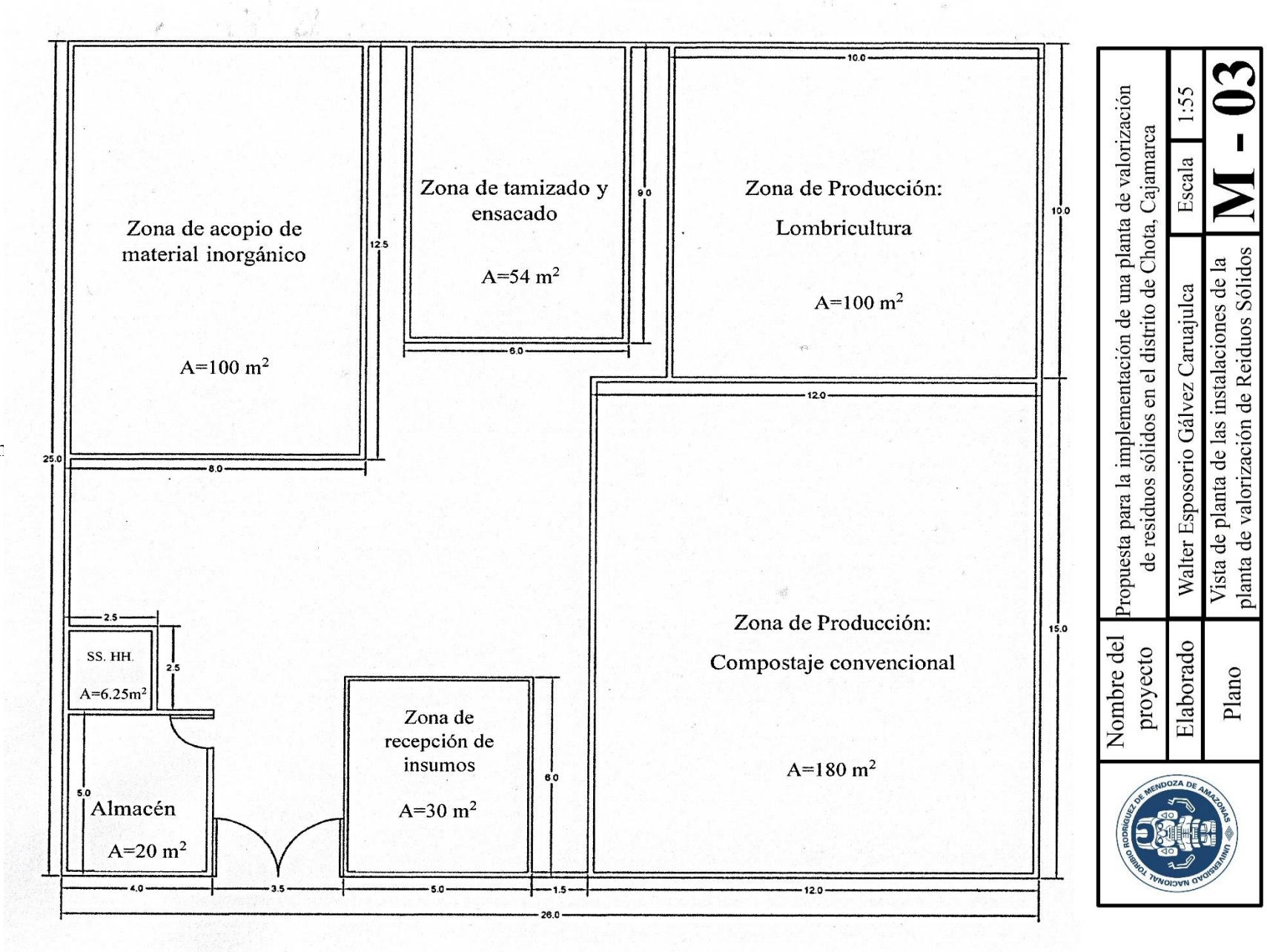
Román et al. (2013) indican que al momento de realizar el proceso de compostaje se deberá contar con las siguientes herramientas manuales básicas:

- Horqueta y/o pala. - para agregar material, voltear y sacar compost.
- Manguera, aspersor. – para mantener la humedad optima
- Tijeras de podar o trituradora. – para facilitar la reducción en el diámetro de los residuos sólidos.
- Termómetro. – para medir la temperatura en las camas composteras
- Tamiz. – para realizar actividades de cernido del material en el proceso de compostaje.
- Papel pH. – para el control de pH dentro de las camas composteras.
- Otros utensilios. – rastrillos, carretillas, valdes, etc.

### 3.4.3. Zonificación de la planta de valorización de residuos sólidos

- **Zona de recepción de insumos. –** lugar destinado para el acopio del material de origen orgánico e inorgánico reaprovechable, contará con una extensión de 30 $m^2$.
- **Zona de producción, maduración y tamizado. –** presentará un área total de 334 $m^2$, las cuales estarán distribuidas de la siguiente manera: 180 $m^2$ estará destinada para la instalación de las camas composteras convencionales, mientras que 100 $m^2$ se destinará para el proceso de Lombricultura y finalmente se tendrá un área de 54 $m^2$ destinado para el proceso de tamizado y ensacado.
- **Zona de acopio de material inorgánico reciclable. –** presenta un área de 100 $m^2$, los cuales estarán divididos en ambientes destinados para cada tipo de material reciclado teniendo en cuenta su naturaleza y origen.
- **Almacén de herramientas y vestuarios. –** se contará con un área de 20 $m^2$ y una destinada para los servicios higiénicos.

**Figura 8.** Distribución la planta de valorización Residuos Sólidos en el distrito de Chota.



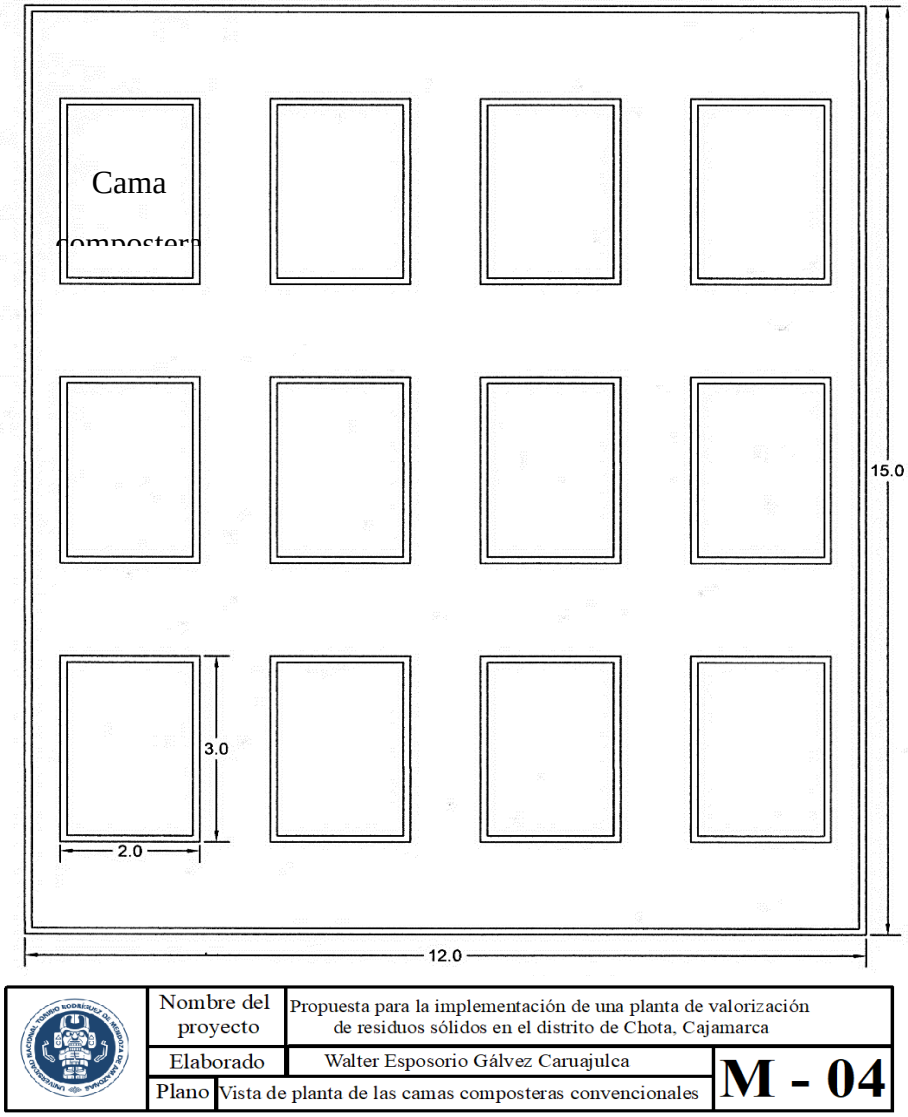



**Figura 9.** Distribución de las camas Composteras Convencionales.

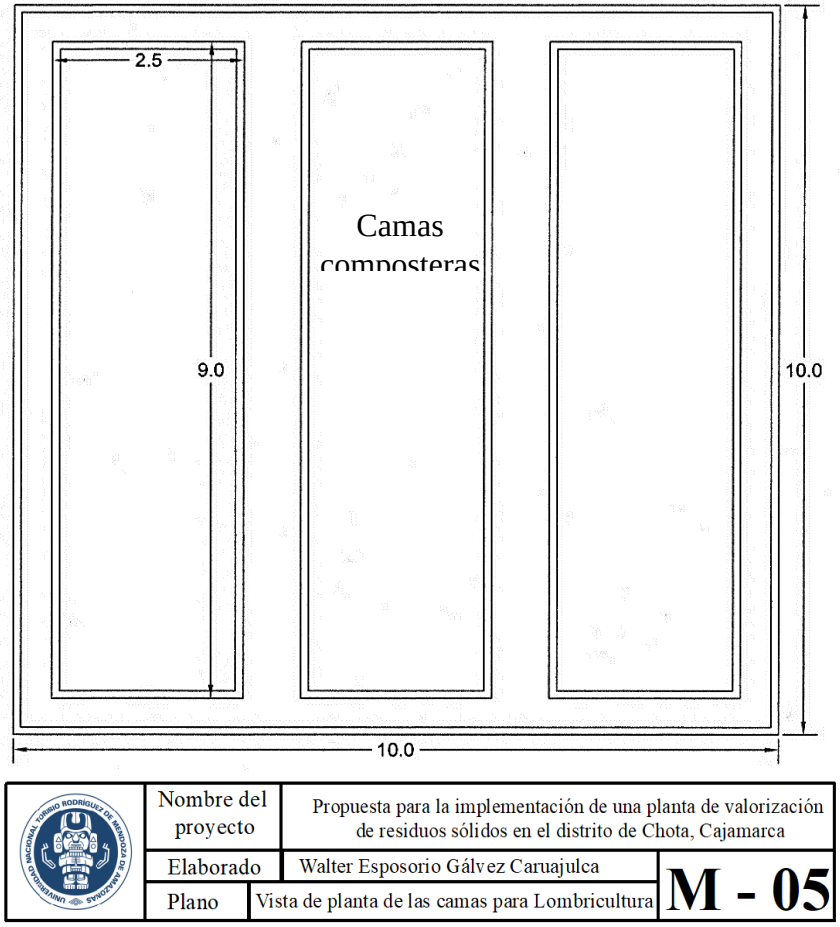



**Figura 10.** Distribución de las camas Composteras para Lombricultura.

### 3.5. Validación de la propuesta

Mediante la recopilación de datos obtenidos de la ficha de validación (Anexo N° 3.1) aplicada a los expertos se logró determinar el nivel del coeficiente de competencia obtenido por cada experto se muestra a continuación:

**Tabla 14.** Nivel del coeficiente de competencia obtenido por los expertos.

| N° | Expertos | Puntaje obtenido | Nivel del coeficiente de competencia (K) |
|---|---|---|---|
| 1 | Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos | 0.95 | K alto |
| 2 | Ing. Rogelio Mejía Barboza | 0.85 | K alto |
| 3 | Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas | 0.85 | K alto |
| 4 | Blg. Sandrita Janmari Reátegui Alva | 0.9 | K alto |
| 5 | Ing. Humberto Herrera Núñez | 0.95 | K alto |

**Tabla 15.** Afiliación de expertos.

| N° | Expertos | Afiliación |
|---|---|---|
| 1 | Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos | Municipalidad Provincial de Chota |
| 2 | Ing. Rogelio Mejía Barboza | Consultor Agrario en Instituciones públicas y privadas (APEC, PEJEZA, SENASA, Municipalidades, etc.) |
| 3 | Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas | Consorcio Superior Nueva Rinconada |
| 4 | Blg. Sandrita Janmari Reátegui Alva | Gobierno Regional de Amazonas |
| 5 | Ing. Humberto Herrera Núñez | Municipalidad Provincial de Chota |

**Tabla 16.** Promedio de validación de los expertos.

| N° | Expertos | Clasificación de la validación |
|---|---|---|
| 1 | Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos | Excelente |
| 2 | Ing. Rogelio Mejía Barboza | Buena |
| 3 | Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas | Excelente |
| 4 | Blg. Sandrita Janmari Reátegui Alva | Excelente |
| 5 | Ing. Humberto Herrera Núñez | Excelente |

## IV. DISCUSIÓN

El Perú cuenta con 193 municipios provinciales, de los cuales solo el 5% cuentan con una planta de tratamiento de residuos sólidos de solidos orgánicos e inorgánicos (OEFA, 2015). Estas plantas, cumplen con las condiciones mínimas para el funcionamiento óptimo de una planta de valorización de residuos sólidos municipales por ejemplo; no debe ubicarse en áreas que presenten zonificación residencial, comercial o recreacional; no obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal; contar con sistema de ventilación; contar con área para la maniobra y operación de vehículos; y disponer un sistema de lavado, limpieza y fumigación (MINAM, 2020). Por otro lado solamente 46 municipios distritales mediante el programa de segregación en la fuente realizan el reaprovechamiento de la materia orgánica e inorgánica a pequeña escala limitando así el alcance del programa de segregación.

La propuesta desarrollada contempla la valoración de los residuos sólidos mediante el reaprovechamiento de las fracciones orgánicas e inorgánicas reaprovechables generadas en el distrito de Chota, cuyos residuos sólidos derivan principalmente de las activades que se desarrollan en los centros comerciales, hoteles, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas, restaurantes, viviendas y actividades relacionadas al barrido, limpieza de espacios públicos y poda áreas verdes. La presente propuesta difiere de la planta de valorización del municipio de San Bartolo (Lima) en que dicho municipio solo contempla el reaprovechamiento de la fracción orgánica, pero no contempla el reaprovechamiento de los residuos inorgánicos reaprovechables (papel, cartón, PET, latas y metales). La propuesta deriva de este estudio puede ser replicada en cualquier municipio del país, ya que según lo mostrado en la página web del MINAM, la generación diaria de residuos sólidos orgánicos en la costa, sierra y selva, supera el 50 % del total de residuos, mientras que los residuos inorgánicos reaprovechables en promedio superan el 10 %.

El análisis multicriterio realizado permitió evaluar 7 subcriterios (pendiente, tipo de suelo, vías de acceso, zonas urbanas, red hídrica, fallas geológicas y zonas arqueológicas) en donde se logró identificar 5 potenciales áreas para la implementación de una planta de valorización, pero López et al., (2022) realizó un estudio en los distritos de Chachapoyas y Huancas en donde evaluaron potenciales áreas para la implementación de un relleno

sanitario empleando 14 subcriterios (elevación, pendiente, textura de suelo, fallas geológicas, precipitación anual, temperatura anual, tipo de geología, red hídrica, proximidad a ANP, cobertura de suelo, vías de acceso, zonas urbanas, centros turísticos y proximidad de aeropuertos) logrando la identificación de 12 potenciales áreas óptimas para la implementación de un relleno sanitario entre los distritos de Chachapoyas y Huancas. Ante esto, posteriores estudios en el área podrían considerar incluir los 5 subcriterios restantes.

Las acciones que se establecen en la presente propuesta están contemplando procesos que permitirán la reducción de residuos sólidos, los cuales actualmente presentan una disposición final en el botadero municipal del distrito de Chota, ocasionando que los efectos negativos debido a la inadecuada disposición final de residuos sólidos disminuyan considerablemente. Zegarra & Cruz, (2018) mencionan que la implementación de un sistema integral en el manejo de los residuos sólidos permitirá la reducción de la contaminación ambiental por encima del 70%, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero, contaminación de los suelos, pérdida de la biodiversidad, logrando así mejorar la calidad del aire y la salud de la población aledaña.

La planta de valorización de residuos sólidos orgánicos en el municipio de San Bartolo tiene una extensión para el procesamiento de los residuos orgánicos mediante el compostaje convencional de 238 $m^2$, la cual presenta una capacidad de procesamiento de 6 $m^3$ por cama compostera. En la presente propuesta desarrollada se contempla un área mínima de 280 $m^2$, cuya capacidad de procesamiento es de 9 $m^3$ por cada cama compostera convencional y de 33.75 $m^3$ por cada cama compostera para lombricultura. Además, se está considerando una distancia mínima de 1 kilómetro del límite de la ciudad con la finalidad de evitar los malos olores y la aparición de vectores (moscas, ratas, etc.). En el Perú, hasta el año 2015 solamente 10 municipios provinciales realizaban el reaprovechamiento de la fracción orgánica mediante la elaboración del compostaje convencional y mediante la Lombricultura, pero actualmente se presentan nuevas alternativas de valorización de residuos sólidos orgánicos mediante la elaboración de biogás (biodigestores) y biochar (pirolisis).

La validación de la propuesta aplicada a los 5 expertos permitió certificar que las acciones mencionadas en este estudio para la implantación de la planta de valorización de residuos sólidos son válidas y aplicables. Mirabal, (2019) aplicó la misma metodología en su investigación, la cual fue desarrollada inicialmente por Zamora, (2017). Mirabal (2019) en su investigación solicitó el criterio de 10 expertos, los cuales presentaban el siguiente perfil: especialistas en medio ambiente e inversiones, especialistas en higiene ocupacional, especialistas comerciales, y profesionales con un cargo de directores. En su investigación de los 10 profesionales, 7 de ellos obtuvieron un nivel de competencia alto y 3 de ellos obtuvieron un nivel de competencia medio, esto se debe a que los 3 expertos no presentaban un conocimiento adecuado sobre el tema de valorización de residuos sólidos. En la presente investigación se solicitó la validación de 5 expertos los cuales presentaban el siguiente perfil: una autoridad, ingenieros ambientales, agrónomos y biólogos, obteniendo un nivel de competencia alto para los 5 expertos seleccionados.

## V. CONCLUSIONES

- La producción diaria de residuos sólidos reaprovechables en el distrito de Chota se estima en 18.55 Ton/día. Dicha cantidad se logró identificar mediante los datos procesados del EC-RS de la municipalidad de Chota que solo el 79.76 % son residuos orgánicos e inorgánicos reaprovechables, de los cuales el 13.08 Ton/día (70.72 %) corresponde a la fracción orgánica reaprovechable y 1.72 Ton/día (9.25 %) a la fracción inorgánica reaprovechable.

- El análisis multicriterio aplicado a los aspectos técnicos establecidos por el MINAM, permitió identificar 5 posibles áreas que cumplen con los requisitos mínimos para la instalación de una planta de valorización de residuos sólidos. Dichas áreas cuentan con una extensión de A1: 0.58 ha., A2: 15.27 ha., A3: 125.06 ha., A4: 0.58 ha., A5: 1.96 ha.

- La presente propuesta para implementar una planta de valorización permitirá una adecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos reaprovechables generados en el distrito de Chota, en donde, se contempla la recolección, transformación y comercialización de productos nuevos de la fracción orgánica e inorgánica reaprovechable. Dicha propuesta permitirá reaprovechar aproximadamente el 80% del total de los residuos sólidos generados, lo cual permitirá mejorar la calidad ambiental y la gestión de los residuos sólidos dentro del distrito de Chota.

- Mediante la validación de la propuesta de implementación de la planta de valorización de residuos sólidos aplicada a los expertos, se logró identificar que el diseño operativo propuesto es aplicable desde el punto de vista técnico, lo cual permitirá mejorar la gestión de residuos municipales y disminuir la cantidad de residuos sólidos que presentan una disposición final en el botadero municipal del distrito de Chota.

## VI. RECOMENDACIONES

- A modo de respaldar las 5 áreas propuestas se sugiere realizar la elaboración de los siguientes documentos técnicos:
    - Documentos que especifiquen la inexistencia de áreas naturales protegidas, restos arqueológicos, vulnerabilidad a riesgos naturales.
    - Estudio de impacto ambiental para el proyecto de planta de valorización priorizando los mecanismos de participación ciudadana para la aceptación social del proyecto

- A modo de respaldar el análisis multicriterio realizado en el distrito de Chota se recomienda solicitar el criterio de un especialista en manejo de datos geográficos (SIG), así como también ampliar los subcriterios de evaluación tales como tipo de uso de suelos (zonas agrícolas, recreacionales, turísticas), humedales, cobertura vegetal y forestal, proximidad a instituciones educativas, etc., debido a que la aplicación de los 7 subcriterios empleados en la presente investigación limita los parámetros de selección de las potenciales áreas.

- Se recomienda actualizar periódicamente el Estudio de caracterización de residuos sólidos con la finalidad de poder ajustar posibles variaciones que no puedan estar contempladas dentro de los valores proyectados.

- Se recomienda realizar estudios similares en municipalidades distritales con la finalidad de poder ocupar posibles terrenos similares e implementar nuevas técnicas que permitan acelerar el proceso de transformación de los residuos sólidos, así como también realizar un picado a la materia orgánica con la finalidad de obtener un diámetro menor y facilitar el proceso de descomposición.

- Se recomienda ampliar el ámbito de aplicación del programa de segregación de residuos sólidos, debido que actualmente dicho programa está implementado en los 2 mercados principales de la ciudad de Chota. Así como también, diseñar estrategias para la recolección, transporte y posterior transformación de los residuos provenientes de las podas de parques y áreas verdes.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, *27*(4), 1275-1290. https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003

Alcívar, A. C., Mancheno, J. A. F., Villacrés, D. V. C., & Robayo, M. del P. H. (2018). Modelamiento espacial en la ubicación de un relleno sanitario para la zona de Intag, cantón Cotacachi, Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, *1*(2), 36-42. https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.1607

Álvarez, S. E. (2017). *Selección de alternativas de aprovechamiento y valorización material y energética del residuo «Neumático fuera de uso» en el Municipio de Managua, Nicaragua*. *Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Ambiental*. Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua.

Cáceres, G. K. C. (2019). *Nivel de eficiencia en el manejo de residuos sólidos en el centro histórico de Cajamarca, de la municipalidad provincial, 2015. Tesis para obtener el grado académico de Doctor en Ciencias.* Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Carpio, J., Fuentes, C., Prado, J., & Sánchez, P. (2008). *Gestión de residuos sólidos municipales*. Universidad ESAN.

Castillo, N. H., Gómez, I. de la R., Carlos Gabriel Borbón Morales, & Berriel, M. C. H. (2020). Retorno social de la inversión para gestionar los residuos sólidos urbanos de Metepec, México. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, *8*(22). https://doi.org/10.22201/enesl.20079064e.2020.22.75478

CONAM. (2006). *Guía técnica para la formulación e implementación de planes de minimización y reaprovechamiento de residuos sólidos en el nivel municipal*. 100.

Córdova, V. C. C., & Luna, M. G. R. (2016). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores*. *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo.* Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.

Delgado, G. A. C., & Escatel, A. A. P. (2015). La problemática del manejo de los residuos sólidos en seis municipios del sur de Zacatecas. *Región y sociedad*, *27*(62), 97-115.

Falcón, C. A. R. (2019). *Determinación de las características para la valorización de residuos sólidos municipales en el distrito de Sachaca, Arequipa 2019*. *Tesis para obtener el grado académico de Doctor en Biología Ambiental.* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

Gárcia, A. G. (2015). *Las lombrices y la agricultura—Informe Técnico* (p. 20). Agro Cabildo.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Cajamarca Compendio estadístico 2017*.

Insua, M. G., & Ferraro, R. (2015). Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina: ¿problema ambiental o insumos para la industria? *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, *17*, 57-85. https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1446

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Woerden, F. V. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Soild Waste Management to 2050. Urban Devolopment. Washintong, DC: World Bank*

López, J. O. S., López, R. S., Briceño, N. B. R., Fernández, D. G., Murga, R. E. T., Trigoso, D. I., Castillo, E. B., Cruz, M. O., & Gurbillón, M. Á. B. (2022).

Analytic Hierarchy Process (AHP) for a Landfill Site Selection in Chachapoyas and Huancas (NW Peru): Modeling in a GIS-RS Environment. *Advances in Civil Engineering*, *2022*, e9733322. https://doi.org/10.1155/2022/9733322

Máñez, C. A. (2018). *Diseño de una planta de valorización de residuos urbanos para el área de gestión A6 de la Comunitat Valenciana*. *Tesis para obtener el grado académico de Master en Ingeniería Industrial.* Universitat Politecnica De Valencia, España.

MINAM. (2011). *Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental.

MINAM. (2020). *Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales*.

MINAM. (2019). *Valorización de residuos orgánicos municipales*.

MINAM. (2021, julio 7). *Listado de rellenos sanitarios*.

Mirabal, M. E. P. (2019). *Procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos para el tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) en Santa Clara*. *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.* Universidad Central ‘‘Marta Abreu’’ de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial, Cuba.

Municipalidad Distrital de San Bartolo. (2020). *Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Municipales 2020* (p. 54).

Municipalidad Provincial del Callao. (2019). *Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales 2019* (p. 34).

Municipalidad Provincial del Chota. (2019). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales* (p. 27). Municipalidad Provincial de Chota.

OEFA. (2015). *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal* (p. 235). Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA.

OEFA. (2022, junio 17). *Portal de Fiscalización Ambiental*. https://publico.oefa.gob.pe/Portalpifa/Intervenciones.do?tipo=0

Rodríguez, J. A. P. (2006). *LOMRICULTURA* (p. 38). Instituto Hondureño del Café.

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. FAO. https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf

Ruiz, S. A. Q., Espinoza, N. J. E., Vaca, D. A. S., Novoa, L. G. Q., & Araujo, R. A. D. L. C. (2018). Residuos sólidos domiciliarios: Caracterización y estimación energética para la ciudad de Chimbote. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, *84*(3), 322-335.

Sancho, J. R. de. (2009). *Manual de Compostaje* (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). V.A. Impresores, S.A.

Zegarra, Bach. J. G. P., & Cruz, Bach. J. A. S. (2018). *Propuesta de implementación de un Sistema de Manejo de Residuos Sólidos para reducir la contaminación en la Institución Educativa N°82538 Manuel María Álvarez de Cascas*. *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.* Universidad Privada Del Norte, Perú.

# ANEXOS

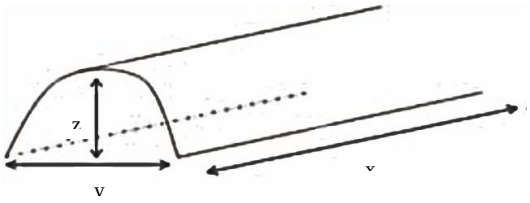
Anexo 1: Infraestructuras de disposición final en el departamento de Cajamarca según el MINAM en el 2021

**Tabla 17.** Infraestructuras de disposición final en el departamento Cajamarca.

| **Tipo de infraestructura** | | **Ubicación de infraestructura** | | | **Distritos beneficiados** | **Instrumento de gestión ambiental** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relleno sanitario** | **Relleno de seguridad** | **Departamento** | **Distrito** | **Ente administrador** | | |
| X | | Cajamarca | Jesús | Municipalidad Provincial de Cajamarca | Jesús, Llacanora, Los Baños del Inca, Namora, Cajamarca | EIA |
| X | | Cajamarca | Tongod | Municipalidad Distrital de Tongod | Tongod | DIA |

Anexo 2: Cálculo de volúmenes de las camas composteras.

2.1.Volumen de la Cama Compostera Convencional:

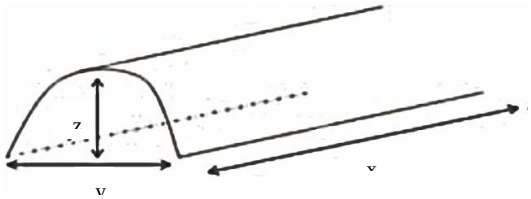


$$Volumen = x.y.z$$

$$Volumen\ (m^3) = 1.5 \times 2.0 \times 3.0$$

$$Volumen\ = 9.0\ m^3$$

2.2.Volumen de la Cama de Lombricultura:



$$Volumen = x.y.z$$

$$Volumen\ (m^3) = 1.5 \times 3.0 \times 7.5$$

$$Volumen\ = 33.75\ m^3$$

Anexo 3: Validación de la propuesta.

## 3.1.Ficha de Validación

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

**Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental**
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTO**

**I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

**1.1.** Título de la Investigación "Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca"

**1.2.** Elaborado por: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

**1.3.** Asesorado por: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

**II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO:**

**2.1.** Apellidos y Nombres: .....

**2.2.** Profesión: .....

**2.3.** Cargo e institución donde labora: .....

**2.4.** Experiencia:

.....

.....

.....

.....

**2.5.** Nivel de conocimiento sobre el tema

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |

**2.6.** Aspectos que influyen en el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar:

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Alto | Medio | Bajo |
|---|---|---|---|
| Análisis teóricos realizados por usted | | | |
| Experiencia obtenida | | | |
| Trabajo con autores nacionales | | | |
| Trabajo con autores extranjeros | | | |
| Conocimiento del estado del problema a nivel mundial | | | |
| Su intuición | | | |

1

**III. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:**

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41- 60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | |
| Objetividad | Está expresado en conductas observables | | | | | |
| Actualidad | Adecuado a la normatividad vigente. | | | | | |
| Suficiencia | Satisface la finalidad de la investigación. | | | | | |
| Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos de la investigación. | | | | | |
| Consistencia | Basado en aspectos teóricos y legales. | | | | | |
| Coherencia | Entre el problema de investigación, los objetivos y la hipótesis. | | | | | |
| Metodología | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | |
| Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | |

**IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN:** ☐

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento SÍ cumple con los requisitos para su aplicación ☐
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación ☐

Si su respuesta es NO, que aspectos considera usted que se deben de mejorar en la propuesta:

.....
.....
.....
.....
.....

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

Lugar y fecha:

_____, _____ de _____ del 2022

_____

Firma del experto

Nombre y Apellidos: _____

DNI N°: _____

Celular N°: _____

3

3.2.Nivel de conocimiento de los expertos.

| N° | Nombre y Apellidos del experto | Nivel de conocimiento ($k_c$) $k_c = n \times 0.1$ |
|---|---|---|
| 1 | Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos | 0.9 |
| 2 | Ing. Rogelio Mejía Barboza | 0.8 |
| 3 | Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas | 0.8 |
| 4 | Blg. Sandrita Janmari Reátegui Alva | 0.9 |
| 5 | Ing. Humberto Herrera Núñez | 0.95 |

3.3.Nivel de argumentación de los expertos.

3.3.1. Análisis de las fuentes de argumentación.

| **Análisis teóricos realizados por usted** | | | **Experiencia obtenida** | | | **Trabajos con autores nacionales** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alto (0.3) | Medio (0.2) | Bajo (0,1) | Alto (0.5) | Medio (0.4) | Bajo (0,2) | Alto (0.05) | Medio (0.05) | Bajo (0,05) |
| ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | |
| | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | |
| | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | |
| ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | |

| **Trabajos con autores extranjeros** | | | **Conocimientos del estado del problema a nivel nacional** | | | **Intuición** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alto (0.05) | Medio (0.05) | Bajo (0,05) | Alto (0.05) | Medio (0.05) | Bajo (0,05) | Alto (0.05) | Medio (0.05) | Bajo (0,05) |
| | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | |
| ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | |
| | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | |
| | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | |
| | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | |

3.3.2. Nivel de argumentación de los expertos.

| N° | Nombre y Apellidos del experto | Nivel de argumentación ($k_a$) $k_a = n_1 + n_2 + \ldots + n_n$ |
|---|---|---|
| 1 | Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos | 1 |
| 2 | Ing. Rogelio Mejía Barboza | 0.9 |
| 3 | Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas | 0.9 |
| 4 | Blg. Sandrita Janmari Reátegui Alva | 0.9 |
| 5 | Ing. Humberto Herrera Núñez | 0.95 |

3.4. Nivel de coeficiente de competencia de los expertos

| N° | Nombre y Apellidos del experto | Nivel de coeficiente de competencia (k) $k = 0.5(k_c + k_a)$ |
|---|---|---|
| 1 | Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos | 0.95 |
| 2 | Ing. Rogelio Mejía Barboza | 0.85 |
| 3 | Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas | 0.85 |
| 4 | Blg. Sandrita Janmari Reátegui Alva | 0.9 |
| 5 | Ing. Humberto Herrera Núñez | 0.95 |

Anexo 4: Solicitudes y fichas recibidas.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

**Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental**
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**SOLICITO: VALIDACIÓN DE PROPUESTA**

**Sr (a):**
**Ing. Kattya Nataly Idrogo Vallejos**
**Sub Gerente de Gestión de Residuos Sólidos - MPCH**

Yo, Walter Esposorio Gálvez Caruajulca, identificado con DNI. 71448051, de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas con código universitario N° 7144805142, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y manifiesto:

Que, siendo requisito indispensable el recojo de datos para el desarrollo de la etapa de validación de mi proyecto de Tesis, el cual lleva por Título "PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHOTA, CAJAMARCA", solicito a usted se sirva a validad el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Por tanto, a usted ruego acceder a mi petición.

Chota, 01 de febrero del 2022

Walter Esposorio Gálvez Caruajulca
DNI N° 71448051

**ANEXOS:**

1. Datos generales del proyecto
2. Propuesta para la implementación de la planta de valorización
3. Ficha de validación

## VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTO

### I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**1.1.** Título de la Investigación "Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca"

**1.2.** Elaborado por: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

**1.3.** Asesorado por: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

### II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO:

**2.1.** Apellidos y Nombres: Kattya Nataly Idrogo Vallejos

**2.2.** Profesión: Bach. Ingeniería Ambiental

**2.3.** Cargo e institución donde labora: Municipalidad Provincial de Chota

**2.4.** Experiencia:

- Responsable Programa de segregación de residuos sólidos.
- Responsable Planta de Valorización de Residuos Sólidos.
- Sub Gerente de gestión Integral de Residuos Sólidos

**2.5.** Nivel de conocimiento sobre el tema

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | X | |

**2.6.** Aspectos que influyen en el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar:

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Alto | Medio | Bajo |
|---|---|---|---|
| Análisis teóricos realizados por usted | X | | |
| Experiencia obtenida | X | | |
| Trabajo con autores nacionales | | x | |
| Trabajo con autores extranjeros | | x | |
| Conocimiento del estado del problema a nivel mundial | X | | |
| Su intuición | X | | |

**III. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:**

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41- 60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | X |
| Objetividad | Está expresado en conductas observables | | | | X | |
| Actualidad | Adecuado a la normatividad vigente. | | | | | X |
| Suficiencia | Satisface la finalidad de la investigación. | | | | | X |
| Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos de la investigación. | | | | X | |
| Consistencia | Basado en aspectos teóricos y legales. | | | | | X |
| Coherencia | Entre el problema de investigación, los objetivos y la hipótesis. | | | | X | |
| Metodología | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | X |
| Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | X |

**IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN:** Excelente

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento SÍ cumple con los requisitos para su aplicación: SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación:

Si su respuesta es NO, que aspectos considera usted que se deben de mejorar en la propuesta:

……
……
……
……
……

OBSERVACIONES:

- ……
  ……
  ……
  ……

Lugar y fecha:

CHOTA, 07 , FEBRERO del 2022

Firma del experto
Nombre y Apellidos: KATTYA NATALY IDROGO VALLEJOS
DNI N°: 70872778
Celular N°: 937404749

**SOLICITO: VALIDACIÓN DE PROPUESTA**

**Sr (a):**
**Ing. Juan Manuel Pizango Cárdenas**
**Especialista Ambiental – Consorcio Superior Nueva Rinconada**

Yo, Walter Esposorio Gálvez Caruajulca, identificado con DNI. 71448051, de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas con código universitario N° 7144805142, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y manifiesto:

Que, siendo requisito indispensable el recojo de datos para el desarrollo de la etapa de validación de mi proyecto de Tesis, el cual lleva por Título "PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHOTA, CAJAMARCA", solicito a usted se sirva a validad el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Por tanto, a usted ruego acceder a mi petición.

Chota, 01 de febrero del 2022

Walter Esposorio Gálvez Caruajulca
DNI N° 71448051

**ANEXOS:**

1. Datos generales del proyecto
2. Propuesta para la implementación de la planta de valorización
3. Ficha de validación

## VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTO

### I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**1.1.** Título de la Investigación "Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca"

**1.2.** Elaborado por: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

**1.3.** Asesorado por: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

### II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO:

**2.1.** Apellidos y Nombres: Pizango Cárdenas Juan Manuel

**2.2.** Profesión: Ing. Ambiental y de Recursos Naturales

**2.3.** Cargo e institución donde labora: Consorcio Supervisor Nueva Rinconada

**2.4.** Experiencia:

Ocho (08) años como Especialista Ambiental en proyectos de Construcción de carreteras

**2.5.** Nivel de conocimiento sobre el tema

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | X | | |

**2.6.** Aspectos que influyen en el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar:

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Alto | Medio | Bajo |
|---|---|---|---|
| Análisis teóricos realizados por usted | | X | |
| Experiencia obtenida | X | | |
| Trabajo con autores nacionales | X | | |
| Trabajo con autores extranjeros | | X | |
| Conocimiento del estado del problema a nivel mundial | X | | |
| Su intuición | X | | |

**III.ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:**

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41- 60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | X |
| Objetividad | Está expresado en conductas observables | | | | X | |
| Actualidad | Adecuado a la normatividad vigente. | | | | X | |
| Suficiencia | Satisface la finalidad de la investigación. | | | | | X |
| Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos de la investigación. | | | | | X |
| Consistencia | Basado en aspectos teóricos y legales. | | | | X | |
| Coherencia | Entre el problema de investigación, los objetivos y la hipótesis. | | | | | X |
| Metodología | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | X |
| Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | X |

**IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN:** Excelente

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento SÍ cumple con los requisitos para su aplicación: SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación:

Si su respuesta es NO, que aspectos considera usted que se deben de mejorar en la propuesta:

.....
.....
.....
.....
.....

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

Lugar y fecha:

Lima, 15 de febrero del 2022

Firma del experto
Nombre y Apellidos: Juan Manuel Pizango Cárdenas
DNI N°: 40662425
Celular N°: 940937486

**SOLICITO: VALIDACIÓN DE PROPUESTA**

**Sr (a):**
**Ing. Rogelio Mejía Barboza**
**Consultor Agrario – CIP N° 46332**

Yo, Walter Esposorio Gálvez Caruajulca, identificado con DNI. 71448051, de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas con código universitario N° 7144805142, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y manifiesto:

Que, siendo requisito indispensable el recojo de datos para el desarrollo de la etapa de validación de mi proyecto de Tesis, el cual lleva por Título "PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHOTA, CAJAMARCA", solicito a usted se sirva a validad el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Por tanto, a usted ruego acceder a mi petición.

Chota, 02 de febrero del 2022

Walter Esposorio Gálvez Caruajulca
DNI N° 71448051

**ANEXOS:**

1. Datos generales del proyecto
2. Propuesta para la implementación de la planta de valorización
3. Ficha de validación

## VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTO

### I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**1.1.** Título de la Investigación "Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca"

**1.2.** Elaborado por: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

**1.3.** Asesorado por: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

### II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO:

**2.1.** Apellidos y Nombres: MEJIA BARBOZA, Rogelio

**2.2.** Profesión: Consultor Externo.

**2.3.** Cargo e institución donde labora: Consultor Agrario (APEC – Chota; PEJEZA – CAMARA DE COMERCIO Y PRODUCCION DE CHOTA)

**2.4.** **Experiencia:**

Ingeniero Agrónomo - Civil, estudios concluidos en Maestría de Gestión Pública; egresado de la Universidad Nacional de Cajamarca y de la Universidad César Vallejo; estudios de Especialización en Gestión Municipal y Desarrollo Local en la Universidad ESAN y Diplomado en "Políticas de Desarrollo y Medio Ambiente" de la Facultad de Ciencias Sociales – Programa FLACSO – Guatemala.

Más de 20 años de experiencia en la promoción del desarrollo rural, facilitador de eventos de capacitación agrícolas, así como en el desarrollo de ponencias de Manejo de los Recursos Naturales, Agroecología, producción agropecuaria y transformación de productos. Ejercicio laboral en varias instituciones públicas y privadas (EDAC, FONCODES, SENASA, Municipalidades, PEJEZA, APEC-Chota, APEC San Ignacio; Cámara de Comercio y Producción de Chota).

**2.5.** Nivel de conocimiento sobre el tema

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | X | | |

**2.6.** Aspectos que influyen en el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar:

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Alto | Medio | Bajo |
|---|---|---|---|
| Análisis teóricos realizados por usted | | X | |
| Experiencia obtenida | | X | |
| Trabajo con autores nacionales | | X | |
| Trabajo con autores extranjeros | X | | |
| Conocimiento del estado del problema a nivel mundial | X | | |
| Su intuición | | X | |

### III. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41- 60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | X | | | |
| Objetividad | Está expresado en conductas observables | | X | | | |
| Actualidad | Adecuado a la normatividad vigente. | | | X | | |
| Suficiencia | Satisface la finalidad | | | | X | |

1

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | de la investigación. | | | | | |
| Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos de la investigación. | | | | X | |
| Consistencia | Basado en aspectos teóricos y legales. | | | X | | |
| Coherencia | Entre el problema de investigación, los objetivos y la hipótesis. | | | | X | |
| Metodología | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | X | | |
| Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | X | | |

**IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN:** BUENA

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento SÍ cumple con los requisitos para su aplicación: SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación:

Si su respuesta es NO, que aspectos considera usted que se deben de mejorar en la propuesta:

Lugar y fecha:

Chota,10 de Febrero del 2022

Firma del experto
Nombre y Apellidos: Rogelio Mejía Barboza
DNI N°: 27416829
Celular N°: 969800364

**SOLICITO: VALIDACIÓN DE PROPUESTA**

**Sr (a):**
**Biol. Sandrita Janmari Reátegui Alva**
**Dirección Regional de la Producción - GRA**

Yo, Walter Esposorio Gálvez Caruajulca, identificado con DNI. 71448051, de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas con código universitario N° 7144805142, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y manifiesto:

Que, siendo requisito indispensable el recojo de datos para el desarrollo de la etapa de validación de mi proyecto de Tesis, el cual lleva por Título "PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHOTA, CAJAMARCA", solicito a usted se sirva a validad el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Por tanto, a usted ruego acceder a mi petición.

Chota, 10 de febrero del 2022

Walter Esposorio Gálvez Caruajulca
DNI N° 71448051

**ANEXOS:**

1. Datos generales del proyecto
2. Propuesta para la implementación de la planta de valorización
3. Ficha de validación

## VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTO

### I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**1.1.** Título de la Investigación "Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca"

**1.2.** Elaborado por: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

**1.3.** Asesorado por: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

### II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO:

**2.1.** Apellidos y Nombres: Reátegui Alva, Sandrita Janmari.

**2.2.** Profesión: Bióloga.

**2.3.** Cargo e institución donde labora: Dirección Regional de la Producción Amazonas.

**2.4.** Experiencia:

- Directora Regional de la Producción Amazonas.
- Coordinadora del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas.
- Responsable del Área Técnica Municipal (ATM) de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas.
- Sub Gerente (e) Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas.
- Docente Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**2.5.** Nivel de conocimiento sobre el tema

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | X | |

**2.6.** Aspectos que influyen en el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar:

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Alto | Medio | Bajo |
|---|---|---|---|
| Análisis teóricos realizados por usted | | X | |
| Experiencia obtenida | X | | |
| Trabajo con autores nacionales | | X | |
| Trabajo con autores extranjeros | | X | |
| Conocimiento del estado del problema a nivel mundial | X | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Su intuición | | X | |

**III.ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:**

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41- 60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 90 % |
| Objetividad | Está expresado en conductas observables | | | | | 95% |
| Actualidad | Adecuado a la normatividad vigente. | | | | 80% | |
| Suficiencia | Satisface la finalidad de la investigación. | | | | | 100% |
| Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos de la investigación. | | | | | 95% |
| Consistencia | Basado en aspectos teóricos y legales. | | | | 80% | |
| Coherencia | Entre el problema de investigación, los objetivos y la hipótesis. | | | | | 90 % |
| Metodología | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | 100% |
| Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la | | | | 80% | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | investigación. | | | | | |

**IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN:** Excelente

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento SÍ cumple con los requisitos para su aplicación: Sí
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación:

Si su respuesta es NO, que aspectos considera usted que se deben de mejorar en la propuesta:

.....
.....
.....
.....
.....

Lugar y fecha:

Chachapoyas, 21 de Febrero del 2022

Firma del experto
Nombre y Apellidos: Sandrita Janmari Reátegui Alva
DNI N°: 46316700
Celular N°:948954846

3

**SOLICITO: VALIDACIÓN DE PROPUESTA**

**Sr (a):**
**Ing. Werner Cabrera Campos**
**Alcalde de la Municipalidad Provincial de Chota**
**Ing. Humberto Herrera Nuñez**
**Teniente Alcalde de la Municipalidad Provincial de Chota**

Yo, Walter Esposorio Gálvez Caruajulca, identificado con DNI. 71448051, de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas con código universitario N° 7144805142, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y manifiesto:

Que, siendo requisito indispensable el recojo de datos para el desarrollo de la etapa de validación de mi proyecto de Tesis, el cual lleva por Título "PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHOTA, CAJAMARCA", solicito a usted se sirva a validad el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Por tanto, a usted ruego acceder a mi petición.

Chota, 02 de febrero del 2022

Walter Esposorio Gálvez Caruajulca
DNI N° 71448051

**ANEXOS:**

1. Datos generales del proyecto
2. Propuesta para la implementación de la planta de valorización
3. Ficha de validación

## VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTO

### I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**1.1.** Título de la Investigación "Propuesta para la implementación de una planta de valorización de residuos sólidos en el distrito de Chota, Cajamarca"

**1.2.** Elaborado por: Bach. Walter Esposorio Gálvez Caruajulca

**1.3.** Asesorado por: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

### II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO:

**2.1.** Apellidos y Nombres: Humberto Herrera Núñez

**2.2.** Profesión: Ingeniero Civil

**2.3.** Cargo e institución donde labora: Teniente Alcalde de la Municipalidad Provincial de Chota

**2.4.** Experiencia:

- Teniente Alcalde de la Municipalidad Provincial de Chota.
- Jefe de la Oficina General de Infraestructura y Servicios Generales – UNACH.
- Supervisor de proyectos Fondo Social la Granja – Querocoto.
- Coordinador del Programa Vial Vecinal para el distrito de Querocoto.
- Gerente general Herrera Burga Constructores Ingenieros SAC.
- Sub Gerente de Infraestructura – Municipalidad Distrital de Querocoto.
- Proyectista, Supervisor de obra y Residente de Obra Fondo Social la Granja – Querocoto.
- Inspector de Obras, Jefe de Oficina Técnica – Municipalidad Distrital de Jepelacio.

**2.5.** Nivel de conocimiento sobre el tema

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | X | |

**2.6.** Aspectos que influyen en el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar:

| Fuentes de argumentación o fundamentación | Alto | Medio | Bajo |
|---|---|---|---|
| Análisis teóricos realizados por usted | X | | |
| Experiencia obtenida | X | | |
| Trabajo con autores nacionales | | X | |
| Trabajo con autores extranjeros | | X | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Conocimiento del estado del problema a nivel mundial | X | | |
| Su intuición | X | | |

**III.ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:**

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41- 60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | X |
| Objetividad | Está expresado en conductas observables | | | | X | |
| Actualidad | Adecuado a la normatividad vigente. | | | | | X |
| Suficiencia | Satisface la finalidad de la investigación. | | | | | X |
| Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos de la investigación. | | | | X | |
| Consistencia | Basado en aspectos teóricos y legales. | | | | | X |
| Coherencia | Entre el problema de investigación, los objetivos y la hipótesis. | | | | X | |
| Metodología | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | X |
| Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | X |

**IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN:** Excelente

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento SÍ cumple con los requisitos para su aplicación: SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación:

Si su respuesta es NO, que aspectos considera usted que se deben de mejorar en la propuesta:

.....
.....
.....
.....
.....

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

Lugar y fecha:

Chota, 03 de marzo del 2021

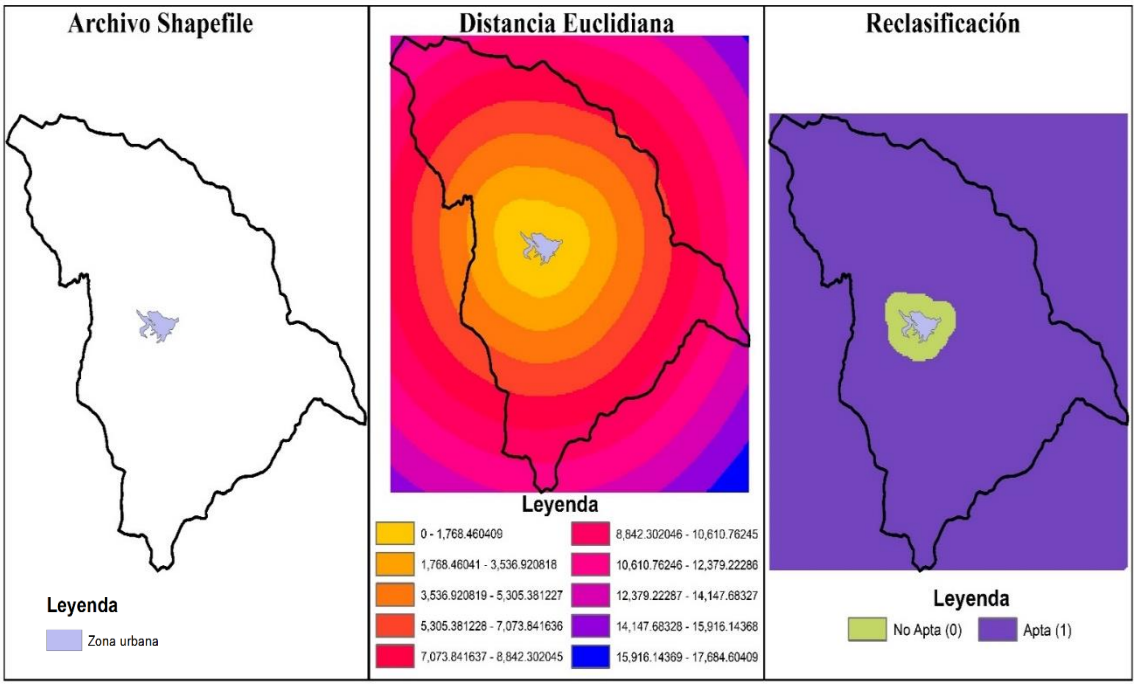
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Humberto Herrera Núñez
ALCALDE (e)

Firma del experto
Nombre y Apellidos: Humberto Herrera Núñez
DNI N°: 27416062
Celular N° 967308782

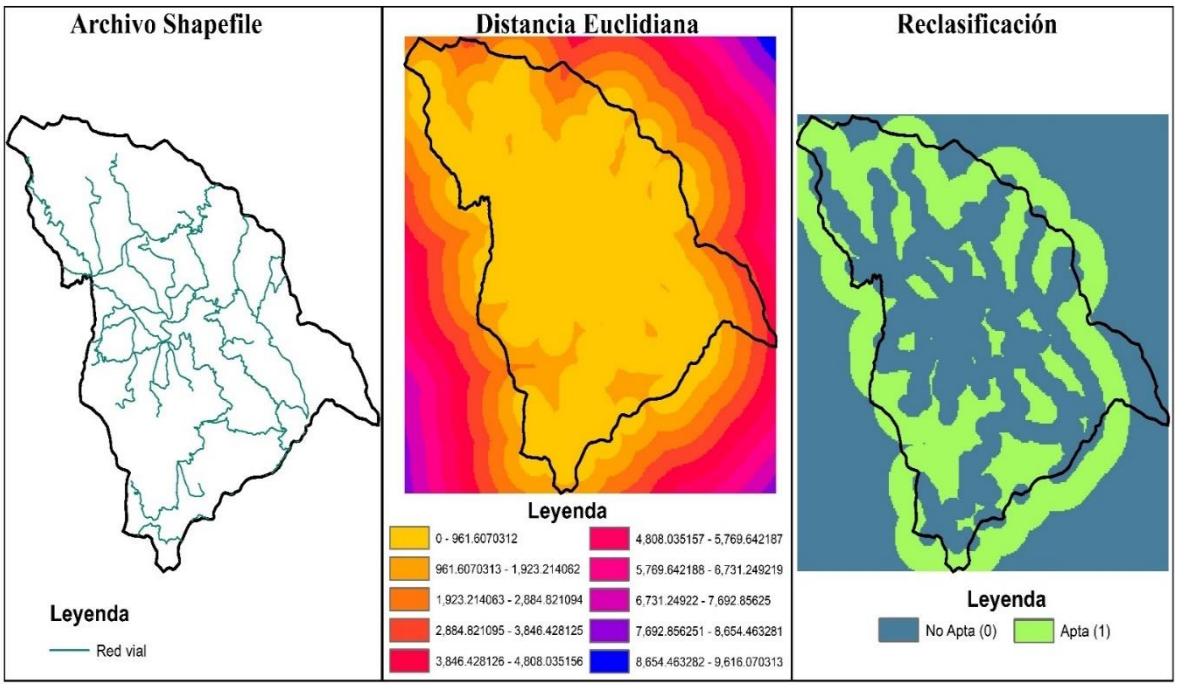
3

Anexo 5: Mapas obtenidos de los subcriterios empleados en el análisis multicriterio.

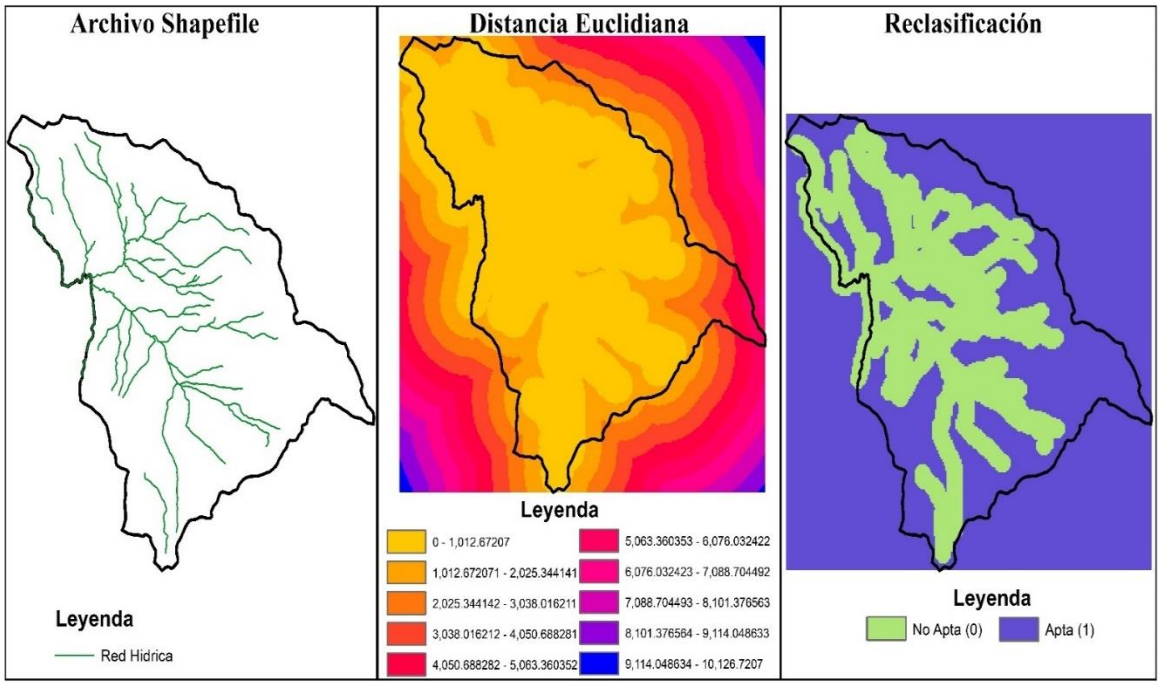
5.1. Subcriterio: Zonas urbanas



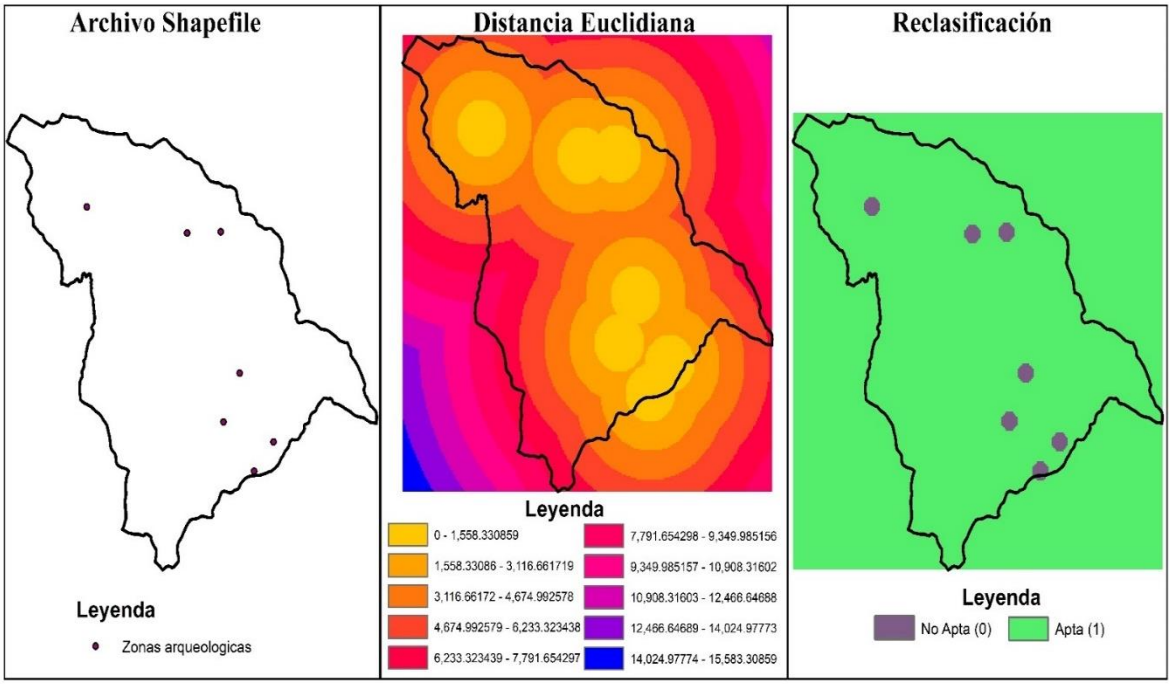

5.2. Subcriterio: Vías de acceso



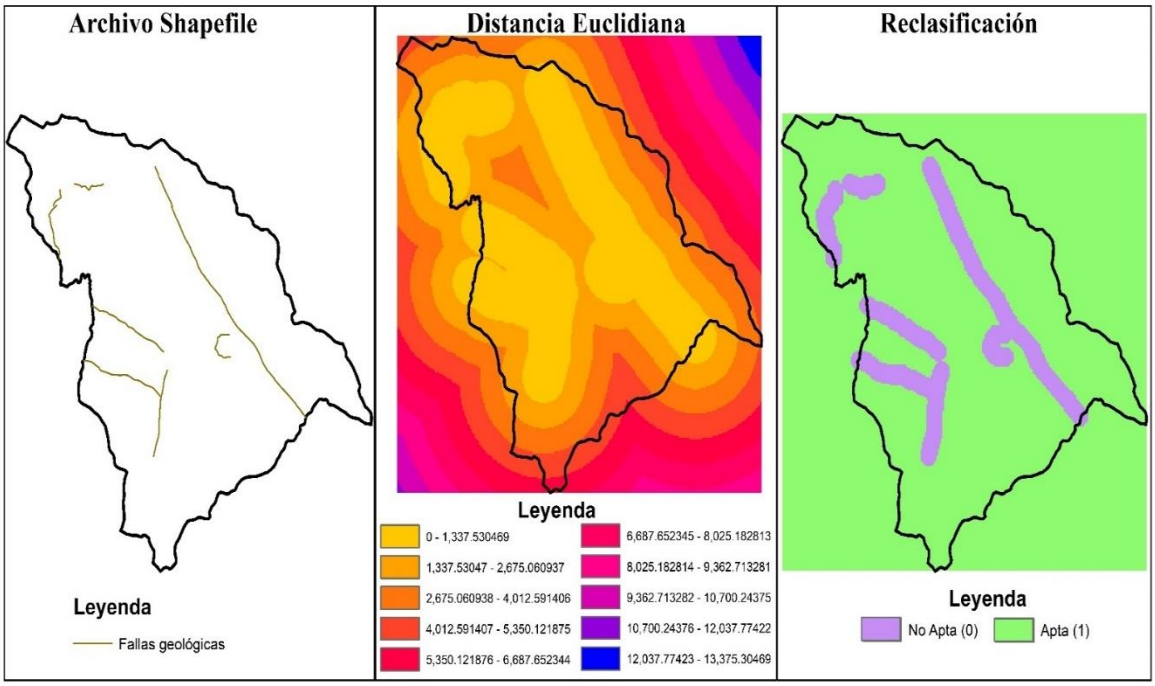
5.3. Subcriterio: Red Hídrica



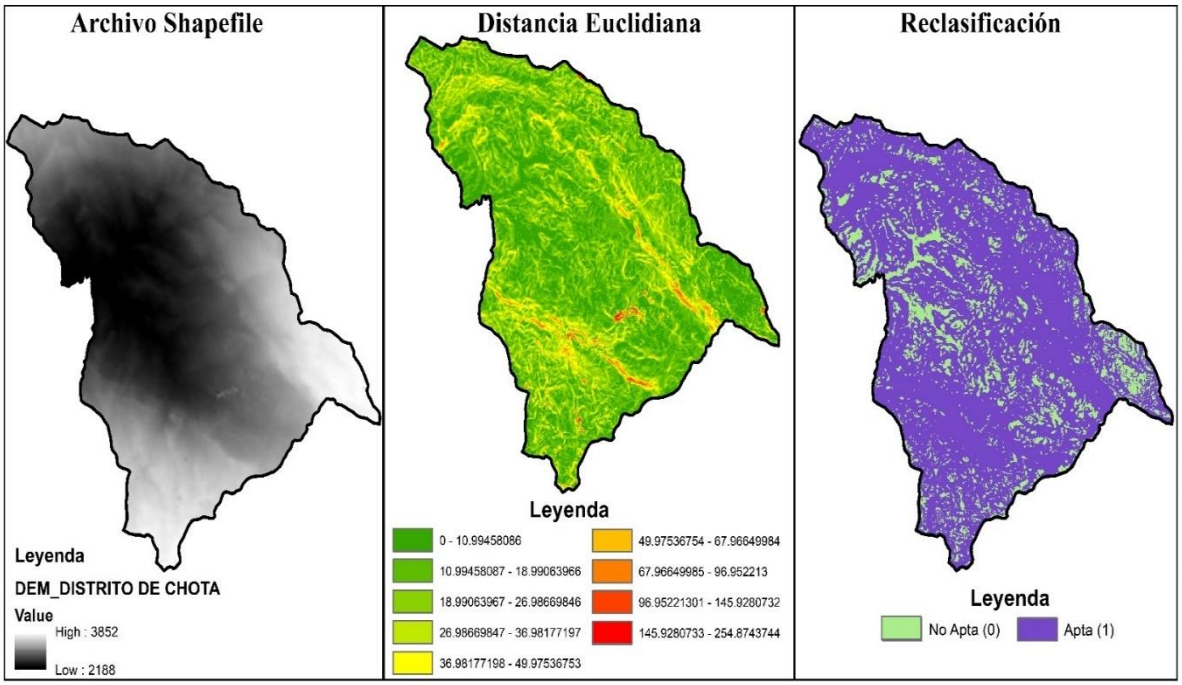
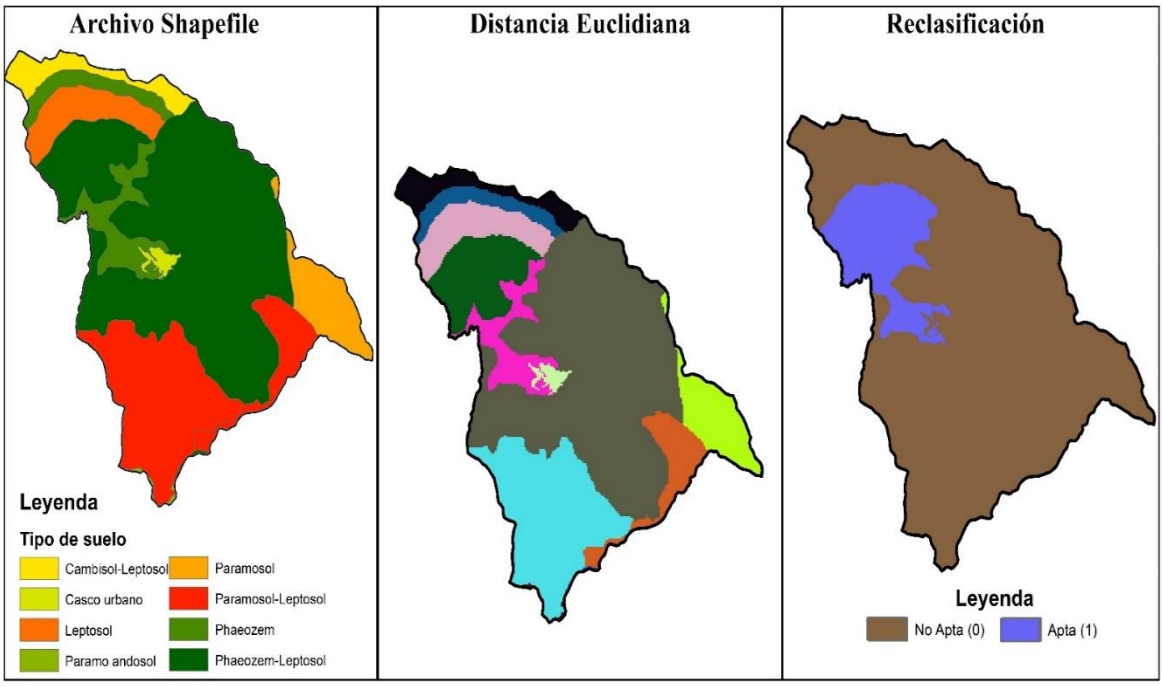

5.4. Subcriterio: zonas arqueológicas



5.5. Subcriterio: fallas geológicas




5.6. Subcriterio: Pendiente



5.7. Subcriterio: Tipo de suelo