

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Diseño de una planta de compost en una empresa agroindustrial para  
aprovechar los residuos orgánicos urbanos del distrito de Tumán**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Luciana Aurora Falla Coronel**

**ASESOR**

**Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia**

<https://orcid.org/0000-0002-7527-3834>

**Chiclayo, 2024**

**Diseño de una planta de compost en una empresa agroindustrial  
para aprovechar los residuos orgánicos urbanos del distrito de  
Tumán**

PRESENTADA POR  
**Luciana Aurora Falla Coronel**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Maria Raquel Maxe Malca  
PRESIDENTE

William Enrique Escribano Siesquen  
SECRETARIO

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mi familia y a ellos, que están en el cielo.

## **Agradecimientos**

A la ingeniera Maria Luisa Espinoza García Urrutia, mi asesora, por su paciencia y buenos consejos.

# TESIS\_FALLA CORONEL LUCIANA .pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

7%

2

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

5%

3

Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Trabajo del estudiante

1%

4

[repositorio.ug.edu.ec](https://repositorio.ug.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

5

[dspace.ups.edu.ec](https://dspace.ups.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

7

[www.coursehero.com](https://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1%

8

[renati.sunedu.gob.pe](https://renati.sunedu.gob.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

[smia.munlima.gob.pe](https://smia.munlima.gob.pe)

Fuente de Internet

## Índice

Resumen.....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de literatura .....	10
Materiales y métodos .....	14
Resultados y discusión .....	16
Conclusiones .....	38
Recomendaciones.....	39
Referencias.....	39
Anexos .....	47

## Resumen

En el distrito de Tumbán no se cuenta con una gestión beneficiosa de los residuos orgánicos generados en los hogares, siendo desechados en el vertedero sin recibir un método previo que permita su reutilización o aprovechamiento. La finalidad de la investigación es proponer una planta de compost utilizando el método Takakura en los residuos antes mencionados, con el propósito de disminuir la contaminación ambiental. Se describió el manejo actual de residuos orgánicos identificando las fases de recolección, tratamiento y eliminación solo de un porcentaje de residuos, en esta última disponen al día de 16,107 toneladas de residuos al botadero de campo "Pavillas". El estudio de mercado demostró que la región de Lambayeque cuenta con una demanda creciente de compost y con el análisis realizado se obtuvo que el primer año el producto cubrirá el 0,16% de la oferta. Por otra parte, se determinó que la cantidad de sacos de compost para el 2024 será de 79 010 sacos en presentación de 50kg y de 96 616 sacos en el 2028. Para realizar el diseño de planta se seleccionó el método Guerchet y se concluyó que la planta debe disponer de un área total de 1 435,23 m<sup>2</sup>. Con respecto a la evaluación económica financiera, se obtuvo un VAN positivo de S/ 2 744 605,4 y una TIR de 64,43%.

**Palabras clave:** compost, método Takakura, residuo sólido orgánico, municipalidad y empresa privada.

## Abstract

In the district of Tumbán there is no beneficial management of organic waste generated in homes, being discarded in the landfill without receiving a prior method that allows its reuse or use. The purpose of the research is to propose a compost plant using the Takakura method on the aforementioned waste, with the purpose of reducing environmental pollution. The current management of organic waste was described, identifying the phases of collection, treatment and elimination of only a percentage of waste, in the latter they dispose of 16, 107 tons of waste per day to the “Pavillas” field dump. The market study showed that the Lambayeque region has a growing demand for compost and the analysis carried out showed that the first year the product will cover 0,16% of the supply. On the other hand, it was determined that the number of compost bags for 2024 will be 79 010 bags in 50kg presentation and 96 616 bags in 2028. To carry out the plant design, the Guerchet method was selected and it was concluded that the The plant must have a total area of 1 435,23 m<sup>2</sup>. Regarding the financial economic evaluation, a positive VAN of S/ 2 744 605,4 and an TIR of 64,43% were obtained.

**Keywords:** compost, Takakura method, organic solid waste, municipality and private company.

## Introducción

La gestión inadecuada de los residuos sólidos (RS) origina devastadores impactos ambientales, tanto para aire, suelo y agua, la alteración de los ecosistemas, lo que la convierte en una de las problemáticas ambientales más difíciles de lidiar. Se afirmó en [1] que la producción de residuos aumentará a la mano del crecimiento poblacional y el desarrollo económico. Es por ello, que, si clasificamos a los países por la cantidad de ingreso monetario que perciben anualmente, los que proveen de una gestión adecuada de residuos son aquellos países que tienen mediano y alto ingreso monetario, recuperando sus gastos a través del compostaje y el reciclado. En cambio, en las naciones de bajos ingresos, solo se recolecta cerca del 48% de los residuos y apenas el 4% se recicla, sin obtener beneficios económicos de ello.

En [2], se menciona que mundialmente el 13,5% de los desechos se recicla y se composte el 5,5%. Cabe resaltar que en el continente americano (América Latina y el Caribe), los gobiernos no siguen los procedimientos básicos para el aprovechamiento adecuado de los residuos [3]. Esto lo convierte en un tema complejo y urgente que requiere intervención, ya que los hogares es el actor principal de generación de desechos. Por lo tanto, la investigación sobre la caracterización de estos residuos es fundamental para garantizar un manejo adecuado.

Argumentando lo antes mencionado, en el Perú, se afirmó en [4] que la principal razón para la generación de residuos sólidos es el rápido e impredecible crecimiento de la población sin proyección. En [5] se indicó que en 2021 la población urbana alcanzó los 23 330 606 habitantes, según las proyecciones de 2012 a 2030. Además, el Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) [6], reportó que la generación per cápita de RS domiciliarios y municipales fue de 0,58 kg por habitante por día y 0,83 kg por habitante por día, respectivamente, con una generación total de 8 214 355,90 t/año. Expresado en porcentajes, con respecto a los residuos reaprovechables orgánicos e inorgánicos totales corresponden al 85,34%, el cual, el 55,74% son residuos reaprovechables orgánicos y 29,60% residuos aprovechables inorgánicos [5].

Por otra parte, si mencionamos a Perú como en [1] y relacionamos el crecimiento población y su desarrollo económico, en el año 2023 la economía se contrajo 0,55%, tras una producción negativa en seis sectores principales [7]. Donde, la agricultura disminuyó en 4,1% ya que el sector agropecuario se vio afectado por diversos factores y una de las principales fue la escasez de fertilizantes [8]. Es por ello, que es preciso afirmar la falta opciones en el mercado de productos que sustituyan la importación de dicho producto. Además, en [9] el MINAM indicó que en Chiclayo periodo 2021 la generación de desechos sólidos municipales fue de 264 053,76 t/año.

PIGARS [10], citado por Rodríguez [11, p. 22], mencionó que Tumán es el segundo distrito que más residuos genera, por lo que la presente investigación se centrará en dicho distrito. En el 2011, se publicó el último informe del distrito de Tumán y sus centros poblados; donde se evidenció que regularmente se generaron 25 toneladas de residuos sólidos diarios y 18 toneladas se enviaron al botadero de campo “Pavillas” sin ninguna clasificación y tratamiento final. Cabe resaltar que la municipalidad del distrito no cumple en su totalidad con el plan de segregación para contribuir con la adecuada gestión de estos desechos; a pesar de que el Estado con la Ley N° 27314, estableció que las municipalidades deben implementar un manejo integral y sostenible de los residuos, con el propósito de contribuir con el bienestar de los ciudadanos, salvaguardar al ambiente y preservar la belleza del distrito de Tumán [12].

En el 2016, se aprobó el Decreto Legislativo N° 1278 denominada Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos en [13, p. 7], que enfatiza la importancia de un manejo adecuado de los desechos. Se hace hincapié en tres fases del proceso: recolección, tratamiento y eliminación de los residuos orgánicos (RSO) como materia prima para obtener beneficios. En el Artículo 6, inciso k [14], menciona el estrecho lazo del sector privado con las entidades públicas, es decir, municipales para trabajar en conjunto [15]. Además, en [16], numeral 26, artículo 9°, indica que una de las facultades del Consejo Municipal es admitir la aclamación de un convenio de cooperación nacional, internacional e interinstitucionales, la cual ambas entidades pueden trabajar en un propósito común.

El último estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales de Tumán concluyó que se generan un 78,09% de desechos aprovechables y un 21,91% de desechos no aprovechables en relación con los residuos domiciliarios. En cuanto a los residuos aprovechables no domiciliarios, la cifra es del 82,91% [17]. Es indispensable añadir que, hasta la fecha, no se dispone de un relleno sanitario adecuado, y la disposición final de los residuos se realiza a cielo abierto, de manera semi acondicionada, lo que provoca contaminación ambiental.

Así pues, es importante mencionar que las empresas de sector agroindustrial constituyen un pilar fundamental en la economía de Lambayeque. Este sector no solo genera empleo para una gran parte de la población local, sino que también impulsa el desarrollo económico a través de la producción y exportación de diversos productos agrícolas. La agroindustria en Lambayeque predomina la obtención de caña de azúcar, arroz, frutales y cultivos de exportación. Por lo tanto, se considera que la presente investigación quede como antecedente para que las entidades del sector agroindustrial de la región de Lambayeque, puedan generar ingresos adicionales con los residuos orgánicos aprovechables del distrito de Tumán para disminuir sus gastos de

adquisición de fertilizantes, sin depender de la importación y aprovechar el compost en sus tierras de cultivo. Además de su impacto económico, la agroindustria contribuye al bienestar social y al desarrollo sostenible en la región. Muchas empresas del sector están adoptando prácticas agrícolas sostenibles que no solo aumentan la productividad, sino que también protegen el medio ambiente.

En relación con lo anteriormente mencionado, la investigación en curso plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la viabilidad de la propuesta de diseño de una planta de compost en una empresa agroindustrial para aprovechar los residuos orgánicos urbanos del distrito de Tumán? y como objetivo general, realizar el diseño de una planta productora de compost en una empresa agroindustrial para aprovechar los residuos orgánicos urbanos del distrito de Tumán, asimismo, como objetivos específicos diagnosticar la situación actual de los residuos orgánicos urbanos aprovechables en el distrito de Tumán, determinar la demanda de compost en el distrito de Tumán, realizar un estudio técnico tecnológico de la planta de compost para aprovechar residuos orgánicos urbanos y finalmente, realizar el análisis económico – ambiental de la propuesta.

### **Revisión de literatura**

Los residuos sólidos (RS), son aquellos desechos que son originados en base a la realización de una actividad y se encuentran en fase sólida, semisólida o líquida [13, p. 7]. Proviene de sectores como, agrícolas, urbanas, industriales, forestales y etc. [18, p. 17]. Como sostiene Quispe [19], el principal problema sanitario asociado a los residuos sólidos urbanos es la contaminación que estos generan en el aire, el suelo y el agua, produciendo enfermedades debido a los malos olores, deficiencias respiratorias, alteración en el clima que generan lluvias ácidas incrementando los gases de efecto invernadero, desertificación de suelos, desaparición de especies, entre otros.

Por su naturaleza química se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Se consideran residuos orgánicos (RSO) a aquellas sustancias biodegradables en el medio ambiente, los más populares son; cáscaras de fruta o vegetales, restos de comida, semillas, pasto, estiércol, madera, maleza y otros residuos de fácil transformación [20]. Además, los procesos relacionados con los residuos incluyen: minimización, segregación, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final [13, p. 7]. De este modo, el Sistema Nacional de Información Ambiental [13, p. 5] menciona que la entidad encargada de la caracterización de los RS, son las municipalidades, quienes están obligadas a realizar la planificación de la gestión integral y clasificación (desechos sólidos no municipales y municipales). Por su parte, la Ley N° 27314 en concordancia con la ordenanza

N° 295, Decreto de Alcaldía N° 147, Artículo 4 – Lineamientos de la política, menciona que el manejo integral de los desechos sólidos es de responsabilidad compartida (entidad pública, ciudadanía y empresa privada, de ser el caso) hasta su disposición final.

En el trabajo de investigación de Dávila [21], titulado “*Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para generar compost en el distrito de Rioja*”, tuvo como objetivo determinar el rol de financiamiento de las entidades involucradas en la propuesta. Menciona que el 100% será financiado por el Gobierno Regional de San Martín y, además, se propone los pasos que se seguirán: perfil del proyecto, aprobación, expediente técnico, evaluación y ejecución de obra. Por su parte, se detalla que la municipalidad será la entidad encargada de realizar el perfil técnico y la dirección de organismos públicos de investigación – OPIs lo revisará y evaluará la viabilidad. En conclusión, el estudio indica que se necesitará una inversión de S/ 2 260 359 para la construcción de la planta de tratamientos de desechos orgánicos con una producción promedio de 64 702 sacos de compost en presentación de 50 kg en el periodo 2020 – 2024, con un tiempo de recuperación de 2 años. Esta investigación evidenció que el proyecto es rentable y viable.

Teniendo en cuenta que existen dos procesos para la recuperación de los desechos orgánicos; anaeróbico (sin oxígeno) y aeróbico, con presencia de oxígeno denominado compostaje [22, p. 20]. El compostaje es una de las alternativas más antiguas y utilizadas, se trata de una biotécnica de descomposición de material orgánico, donde intervienen organismos y pequeños animales detritívoros [23]. Respecto a las fases del proceso, presenta técnicas de, mesófila, termófila, enfriamiento y maduración [18, p. 35].

Castro [24], en su proyecto de investigación titulada “*Propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos desechados en la Empresa M.B.N. Exportaciones & CIA S.R.L. para la elaboración y comercialización de compost en la región Lambayeque*”, tuvo como propósito efectuar la caracterización de los desechos (físico - químico). Sugiere una adición de cascarilla de arroz y estiércol vacuno para su proceso a través del método de compostaje por pilas, presenta las fases de, mesófila que dura entre 2 a 8 días, termófila o de homogenización donde la temperatura es mayor a 45 °C, enfriamiento donde la fuente de carbono/nitrógeno (C/N) en los residuos se agotaron y llega a una temperatura de 25°C y, por último, la fase de maduración, que dura 04 meses. Por otra parte, demostró que la cantidad total de residuo generado al año fue de 33 408 kg, entre los productos que identificó, cáscaras de huevo y camote, afrecho de camote y yuca. Esta investigación aportó conocimiento en las fases del proceso del compostaje para su profundidad.

Según la Norma Chilena - NCh2880 [25], para obtener un buen producto, la materia prima utilizada para el compostaje debe de mantenerse en un nivel de concentración máxima de metales pesados (mg/kg) en base seca, entre los elementos traza se encuentran, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc (ver anexo 1). Además, Cachay [22, p. 21] menciona que se debe de cumplir con ciertos factores, como, la materia prima se recepciona como residuo triturado y al inicio, el porcentaje de humedad al inicio debe ser igual a 70% y al final del proceso de secado hasta un mínimo de 25%.

Es preciso mencionar que existen diversas técnicas de compostaje que se diferencian por la velocidad del proceso, entre las más lentas encontramos, pila y lombricultivo. El compostaje en pila se considera uno de los procedimientos más fáciles de manipular, ocupan mucho espacio, pero es económico. Consiste en la formación de pilas desde 2,30 m de altura o 4,5 m de ancho, donde se voltea periódicamente (4 - 6 días) para aumentar su ventilación demorándose 3 a 4 meses aproximadamente y emitiendo olores fétidos durante la descomposición, a causa de que algunas partes serían anaerobias [18, p. 38].

Cachay [22], en su investigación denominada “*Proyecto de instalación de una planta industrial productora de compost en el distrito de Monsefú para el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios*”. El trabajo tuvo como objetivo realizar compost con el método de pilas, con dimensiones de: 2,8 m de largo, 3 m de ancho y 1 m de alto, donde establece que el volteo será manual tres veces durante las 4 primeras semanas y luego un volteo semanalmente durante un periodo de 3 meses. Por su parte, añade que se tiene que duplicar el área utilizada, ya que, será empleada para el volteo de los insumos por lo que se necesitará contar con más espacio. Esta investigación aportó conocimiento del proceso de producción de compost por el método de pilas.

Por su parte, el lombricultivo es un proceso de difícil manipulación y tardío (3 a 4 meses), ya que, las encargadas de todo el sistema son lombrices en cautiverio que requieren cuidados especiales, donde la humedad si se excede al 80% les podría generar la muerte, el rango óptimo de la temperatura es de 25 - 28°C y el pH permitido oscila en 5,5 a 9 [18, p. 43], [26].

Valdivia y Cuela [27], en su investigación denominada “*Comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022*”. Tuvieron como objetivo determinar la composición de tres muestras de residuos en el proceso de humus; donde, la mezcla del tratamiento 1 es de 70% de desechos de frutas y 30% de residuos de hortalizas, tratamiento 2 de 50% de frutas y 50% de hortalizas y el tratamiento 3 que presenta 30% de residuos de frutas y 70% de hortalizas. Concluyendo que, los tratamientos 1 y 3 presentaron una mayor producción de humus durante

los primeros 30 días a comparación del tratamiento 2, el cual, tenía mitad de ambos residuos (verdura y fruta). Esta investigación aportó conocimiento del proceso de humus a partir de lombrices rojas californianas.

Entre las diversas técnicas de compostaje más rápidas (velocidad del proceso), encontramos, método de tambor giratorio, bokashi y Takakura. El método de tambor giratorio se utiliza como biorreactores, son fáciles de manipular por las labores de volteo para mezclar y airear, sobre un eje horizontal. Presenta un rápido proceso de 02 meses y de inversión media por el recipiente que se utiliza para almacenar los desechos triturados. El espacio y almacenaje dependerá de las dimensiones específicas de las composteras [28].

Tumbaco y Viteri [29] en su investigación denominada *“Elaboración de compostaje por el método de tambor giratorio, como modelo de gestión de residuos orgánicos en urbanización privada en la ciudad de Guayaquil”*. El proyecto tuvo como objetivo comparar la cantidad de compost producido en tres tambores giratorios, utilizando la misma cantidad de residuos orgánicos sólidos (10 kg) pero variando el porcentaje del medio de cultivo. En la primera compostera se añadieron 2,5 kg de aserrín y 2,5 kg de cartón; en la segunda, se incorporaron 5 kg de hojas y ramas; y en la tercera compostera se agregaron 2,5 kg de aserrín y 2,5 kg de hojas y ramas. Los resultados de las pruebas de laboratorio demostraron que la tercera compostera tuvo el mejor rendimiento, produciendo un compost de alta calidad y con un contenido nutricional óptimo, gracias a la cantidad de medio de cultivo utilizado. Este método permitió comparar el porcentaje de medio de cultivo empleado en cada caso.

Así pues, Rodríguez [11] menciona que el sistema bokashi o bocashi, es un método que demora 01 mes para la obtención de abono. Con respecto a complejidad se considera intermedio, ya que, necesita de ingredientes indispensables para su preparación y son: afrecho, guano, chancaca, levadura y yogurt. Se considera un proceso de compostaje incompleto, denominado también como pre-compost y algunos autores lo consideran abono orgánico fermentado [18, p. 46]. Según el Instituto de Investigación Agropecuarias en [30] menciona que bokashi es un abono con efecto gradual, ya que poco a poco va mejorando la vida del suelo y consta de 03 procedimientos en fase líquida, sólida y mezcla.

Finalmente, el método Takakura es una técnica de compostaje que utiliza microorganismos para degradar los residuos orgánicos. Este proceso de fermentación dura entre una y dos semanas, en comparación con las técnicas tradicionales, y es además fácil y económico [31]. Además, en [32] indica que en este método se emplea una mezcla salada y dulce, para así ayudar a la pronta descomposición de los residuos, disminución de gases, menor costos y aumento de la producción. En [33, p. 47] se realizó una investigación experimental donde el rendimiento

del método Takakura es de 65%, es decir de cada 20 kg de residuos orgánicos se generan 16,84 kg de compost.

Abdo *et al.* [34] en su investigación denominada “*Takakura composting method for food wastes from small and medium industries with indigenous compost*”, tuvo como objetivo investigar las características biológicas, químicas y físicas de los desechos orgánicos de las pequeñas y medianas empresas comparando sus residuos en dos tipos de reactores, muestra 1 compuesto por tierra con fibra de coco como medio de descomposición y cáscara de plátano como líquido de fermentación (IC) y la muestra 2 compuesta por tierra con cáscara de arroz como medio de descomposición y soja fermentada como líquido de fermentación (CC). Por su parte, los reactores fueron operados a una temperatura de 44 °C, pH de 6 a 8,5 y a 40 – 45% de humedad y se añadió 250 g de sal en 3 litros de agua. Las conclusiones demuestran que elementos como nitrógeno, fósforo, potasio en el reactor CC (muestra 2) fueron mayor que en el reactor IC, con resultado de 8 400, 15,45 y 727,81 ppm respectivamente. Esta investigación aportó la comparación de compuestos diferentes, tanto como medio de descomposición y como líquido de fermentación para que en próximas investigaciones el producto sea un compost estable y aceptable. Además, se hace hincapié que ambos tipos de reactores se encuentran bajo las legislaciones de compost (CLS) permitidas.

En relación con su nivel de calidad, la Norma Chilena - NCh2880 [25] menciona que el compost cuenta con dos categorías A y B. Para la clase A, cumple con las concentraciones de metales pesados máximas, resultado inferior o igual a 25 en relación carbono/nitrógeno (C/N) y una conductividad eléctrica inferior a 3 dS/m. En cuanto a, el compost clase B se considera como producto de calidad media, cumple con especificaciones de metales pesados, una conductividad eléctrica inferior o igual a 8 dS/m y una relación menor o igual de 30 carbono/nitrógeno (ver anexo 2). Otros autores, mencionan la existencia de una Clase C, que no puede aplicarse en suelos agrícolas [35]. En cuanto a las exigencias sanitarias, todas las clases de compost deben cumplir con tolerancia en base seca con respecto a microbiológico, que incluyen: coliformes fecales por debajo de 1000 NMP (Número Más Probable) por gramo de compost, *salmonella* sp a 3 NMP en 4 g de compost, y un huevo de helmintos viable por cada 4 g de compost [25, p. 15].

## **Materiales y métodos**

*Diagnosticar la situación actual de los residuos orgánicos urbanos aprovechables en el distrito de Tumán.*

Se solicitó a la Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales, Unidad de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Saneamiento Ambiental de la Municipalidad Distrital

de Tumán los resultados del Estudio de Caracterización de Residuos - 2019 que tienen una vigencia de 05 años (ver anexo 3 y 4), donde, contiene datos de: población urbana, generación per cápita (domiciliaria, no domiciliaria y municipal), clasificación por rubros (domiciliaria, establecimientos comerciales, generación per cápita en hoteles, mercado municipal y etc.), densidad, caracterización de desechos (no aprovechables y aprovechables), recolección y disposición final de residuos sólidos cruciales para su investigación [17]. Toda la información obtenida fue útil para hallar la oferta del proyecto [22], así mismo, en la Tabla 1 se identifica los puntos críticos producidos por los residuos mediante la toma de fotografías (se utilizó un celular de marca iPhone). Con respecto a la valoración de los impactos ambientales se identificó a través de la matriz de Leopold [24].

*Determinar la demanda de compost en el distrito de Tumán.*

Se identificaron las características del producto a vender, determinando el posible mercado en base a la cantidad que se utiliza en las hectáreas de cultivo, se describió las oportunidades de venta más viable, posteriormente se reconoció los factores que reducen o fijan la comercialización. Luego se realizó el análisis de demanda, tomando en cuenta la demanda histórica de los últimos 5 años, cualidades del consumidor y características del producto, estableciendo el método de proyección a usar. La oferta fue determinada con los datos obtenidos en el diagnóstico. Luego, mediante un balance demanda-oferta se determinó la demanda insatisfecha y así hallar la demanda del proyecto [36]. Finalmente se lleva a efecto la proyección de precios mediante la proyección lineal para saber su conducta en el futuro, seguido de un plan de ventas [21].

*Realizar el estudio técnico - tecnológico de la planta de compost para aprovechar residuos orgánicos urbanos.*

Para identificar los roles de las entidades se hizo uso de antecedentes de convenios. Además, se utilizó la investigación de libros y fichas bibliográficas donde se analizó el método a utilizar, este se seleccionó mediante el ranking de factores, teniendo en cuenta características tales como: velocidad del proceso, calidad del compost, inversión y etc. Con respecto a la distribución de planta se consideró la localización (factores de micro localización y macro localización) [37], tomando en cuenta las vías de acceso, mano de obra, transporte, disponibilidad de materia prima, agua y energía eléctrica. En base a la capacidad de planta se determinaron los equipos o maquinarias a utilizar y a su vez se realizaron las cotizaciones finales, se trabajó el método Guerchet para determinar las áreas de la planta de compost y se podrá reflejar el diseño de esta a través de Visio [18].

*Realizar el análisis económico - ambiental de la propuesta.*

Se evaluó la inversión requerida para la implementación de la planta, tomando en cuenta los materiales, la mano de obra tanto directa como indirecta, así como los gastos administrativos y comerciales y las fuentes de financiamiento [22]. Así, se realizó una evaluación económica y financiera con el fin de analizar la tasa de rentabilidad del proyecto, su viabilidad y el retorno de la inversión.

Para el análisis ambiental se utilizó la matriz de Leopold [22], de esta manera se representó las actividades para el desarrollo del proyecto y su impacto ambiental en magnitud e importancia.

## **Resultados y discusión**

### *Diagnosticar la situación actual de los residuos orgánicos urbanos aprovechables en el distrito de Tumán*

El distrito de Tumán está situado a 54,7 km de la provincia de Chiclayo, su extensión territorial es de 18 km y presenta una altitud de 56 msnm (ver anexo 5) [38]. En el censo del año 2017 en [39], tuvo como resultado que el distrito de Tumán cuenta con 27 782 habitantes, se actualizaron los datos en el año 2019 en [40] donde incrementó en 28 340 habitantes de los cuales 25 981 son población urbana y 2 359 pertenecen a la población rural. Cuenta con un total de 9 240 casas de las cuales 8 509 se encuentran ocupadas y 731 desocupadas (ver anexo 6) [41].

Por su parte, la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos tenemos: domiciliaria es de 0,504 kg/hab/día y 0,57 kg/día municipal (ver anexo 7). Con relación a la generación total de RS es de 16,107 t/día y 5 808,52 t/año (ver anexo 8) y el total de densidad suelta de desechos sólidos promedio es de 160,62 kg/m<sup>3</sup> (ver anexo 9). En el “*Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales de Tumán, 2019*”, muestra que los residuos aprovechables domiciliarios se dividen en 68,91% orgánicos e inorgánicos con un 9,18% (ver anexo 3) [17]. A saber, la presente investigación se centrará en darle tratamiento al porcentaje mayor perteneciendo a desechos orgánicos domiciliarios del distrito de Tumán

En Tumán y centros poblados, para el 2019 se produjeron aproximadamente 28 toneladas diarias de RS, 20 toneladas de estos residuos fueron derivadas al vertedero a campo “Pavillas” sin ninguna clasificación ni tratamiento final (expresado en porcentajes es del 72%), las 8 toneladas restantes fueron valorizadas y comercializadas provenientes de residuos inorgánicos [40]. Entonces, se infiere que la municipalidad del distrito no cumple en su totalidad con el plan de segregación de residuos para contribuir con la adecuada gestión de estos, además, la recolección de residuos se realiza por “administración directa”, su cobertura es del 95% y cubre

aproximadamente 4,0 km desde el centro del distrito hasta el botadero, con respecto al diagnóstico de recolección de desechos sólidos, el transporte que se utiliza y sus características se detalla en el anexo 11 [42]. Por consiguiente, es importante mencionar que el manejo de residuos comprende las etapas de recolección, tratamiento y eliminación; donde:

*Recolección.* La Municipalidad del distrito de Tumán posee un programa de presupuesto propio denominado “*Valorización de residuos sólidos municipales*”, trata residuos orgánicos e inorgánicos. Para los residuos inorgánicos se trabaja con 2 entidades (Asociación de Recicladores de Tumán y Centros Poblados – ARTUCP con Título N° 2010-00061931 y la Asociación de Recicladores FLASH con Título N° 2017-02005116) [40]. Mientras que el acopio de los residuos reúne a cuatro actores; 1 mercado, 3 áreas verdes, 7 comercios generales y 60 casas de aproximadamente 5 personas c/u (ver el anexo 10) [40], es decir, expresado en porcentajes el 0,847 % de viviendas participa de este programa y un 99,15% de las viviendas no participan; donde la recolección de los desechos se realiza por el método tradicional (acopio sin segregación), mediante camiones recolectores designados por ruta y capacidad (ver el anexo 11).

*Tratamiento.* El programa mencionado anteriormente logró recuperar 8 toneladas de residuos inorgánicos en 2019, que incluían papel blanco y mixto, PET, cartón mixto, plástico duro y metales. Estos materiales fueron clasificados y comercializados. En lo que respecta a los residuos orgánicos valorizados, en 2019 se procesaron 5,9 toneladas a través del compostaje.

*Eliminación.* La etapa comienza con tres actores principales; recolectores de residuos a pie, camión y recojo de residuos orgánicos del plan de valorización, hasta la quema de desechos orgánicos en el botadero cielo abierto semi acondicionado “Pavillas”. Se observa en la figura 1, el diagrama del proceso de cogida actual del distrito de Tumán cuenta con 17 operaciones y 1 inspección.

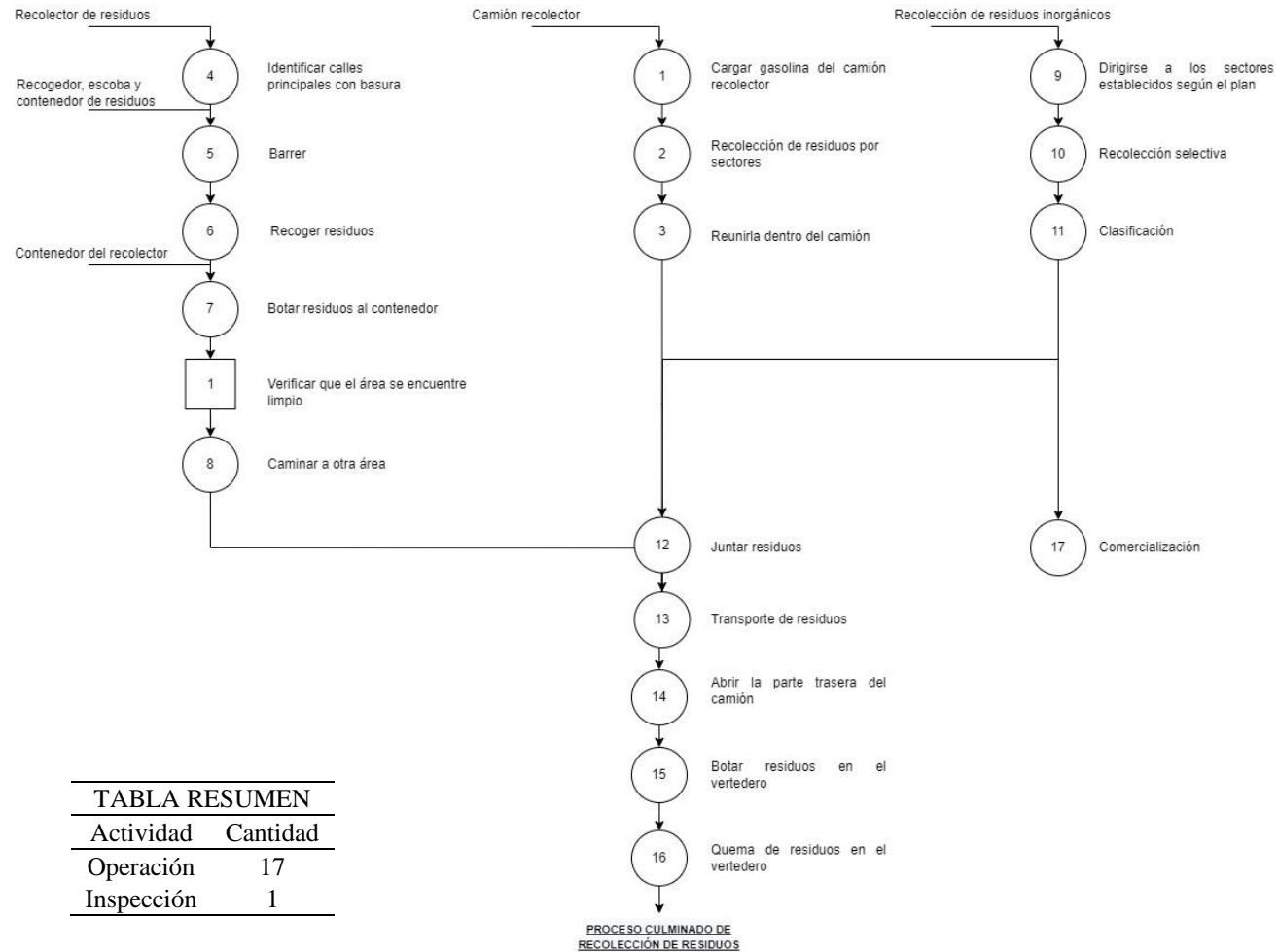






TABLA RESUMEN	
Actividad	Cantidad
Operación	17
Inspección	1

**Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso de recolección actual de residuos**

**Fuente: Elaboración propia**

Resumiendo, y basándose en la indagación realizada en la Municipalidad de Tumán, se concluye que la recolección de residuos no cuenta con la capacidad necesaria, lo que ha llevado a la acumulación de basura en seis puntos críticos visibles. En la tabla 1, se muestran las imágenes captadas, los cuales afectan a los pobladores al generar malos olores, atraer insectos y roedores, deteriorar el paisaje y contaminar el suelo y el subsuelo. Además, en ocasiones los habitantes queman la basura.

**Tabla 1. Puntos críticos e identificación de impacto ambiental**

PUNTOS CRÍTICOS DEL DISTRITO DE TUMÁN		
U B I C A C I Ó N	 <p><b>Figura. Av. José Carlos Mariátegui</b> Fuente: Elaboración propia</p>	 <p><b>Figura. Calle Santa Anita</b> Fuente: Elaboración propia</p>
	 <p><b>Figura. Parte posterior de una Institución Educativa pública (Av. Industrial)</b> Fuente: Elaboración propia</p>	 <p><b>Figura. Av. José Rioja</b> Fuente: Elaboración propia</p>
	<p><b>IMPACTO AMBIENTAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición de basura al aire libre.</li> <li>• Impacto ambiental (negativo/severo): calidad de aire y suelo.</li> <li>• Pobladores habitan en zonas aledañas.</li> </ul>	
	<p><b>Fuente: Elaboración propia</b></p>	

Para identificar los impactos ambientales se utilizará un método cualitativo, se utilizó la matriz Leopold (ver figura 2), donde se muestran las acciones donde se genera afectación al ambiente a causa de una mala disposición final. Teniendo en cuenta que, en las filas se enumeran los factores, las columnas se detallan las acciones que ejercen efecto en los factores, la intersección de filas y columnas se establece una valoración próxima al efecto que puede causar.

En el anexo 12 se presentan las puntuaciones a tener en cuenta de acuerdo con la escala de magnitud e importancia [43]. En la acción de *generación* se tiene: el factor ambiental *viviendas* es la principal fuente de producción de desechos sólidos es por ello por lo que se consideró un impacto negativo de -6 (media/alta) en su magnitud e importancia 6 (permanente/local), además, el factor *ambiental territorios y recursos humanos* son los que generan y desechan los residuos sólidos es por ello por lo que se debe concientizar a la población, por lo que se consideró una puntuación negativa de -5 (media) en su magnitud y 5 (media/local) en su importancia. Dando como un total de 4 afectaciones.

Por su parte, en la acción de *almacenamiento* se tiene: el factor ambiental *calidad de aire y salud* resulta ser los factores más perjudicados en el almacenamiento de RS, es por ello, que se consideró una puntuación de -10 (muy alta/alta) en su magnitud y 6 en su importancia (permanente/local), además, el factor ambiental *calidad de agua* resulta ser uno de los botaderos más asequibles en el almacenaje de residuos sólidos y se contaminan, es porque se le dio una puntuación de -9 (alta) en su magnitud y 6 (permanente/local) en su importancia ya que no se le hace limpieza o mantenimiento. El factor ambiental *paisajes* resulta ser uno de los factores menos perjudicados ya que se sitúan en zonas específicas del almacenaje de residuos sólidos, es por ello, por lo que se consideró una puntuación de -2 (baja/media) en su magnitud y 2 (media/puntual) en su importancia.

Con respecto, a la acción de *recolección* se tiene un impacto positivo por lo que se puntuó la magnitud (+), donde, el factor *paisaje, salud y economía* resultan ser los sectores más beneficiados en el recojo oportuno de RS; se consideró una puntuación de 10 (muy alta/alta) en su magnitud y 6 en su importancia (permanente/local). La acción de *transporte* de RS resulta ser negativo con respecto a la economía, ya que el botadero del distrito de Tumán se encuentra alejado, consumiendo más combustible, es por ello que se le dio una puntuación de -2 (baja/media) en su magnitud e importancia de 2 (media/puntual). Por su parte, la acción de *disposición en botadero* resulta ser de impacto negativo, siendo perjudicial en todos los componentes de *aire, agua, suelo, flora, fauna y social*, ya que representa un grave punto de contaminación ambiental; se consideró una puntuación de -10 (muy alta/alta) en su magnitud y 6 (permanente/local) de importancia.

Resumiendo, la matriz de Leopold nos brindó un resultado de -421, donde el medio físico es el más afectado brindado un resultado de -232, seguido del medio económico con -152 y por último el medio biológico con - 37.

FACTORES AMBIENTALES			ACCIONES												Afectaciones		Total Afecciones	Agregado del Impacto	Impacto por componente
			GENERACIÓN		ALMACENAMIENTO		RECOLECCIÓN		TRANSPORTE		DISPOSICIÓN FINAL EN BOTADERO		+	-					
Medio	Componente Ambiental	Factores ambientales	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I							
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	-2	-10	5	6	7	6			-10	6	1	3	4	-88	-232		
	AGUA	Calidad de agua		-9		6	9	5			-10	6	1	2	3	-69			
	SUELO	Calidad de suelo	-6	-3	4	3	9	2			-10	6	1	3	4	-75			
BIOLÓGICO	FLORA	Paisajes		-2		2	10	6			-10	4	1	2	3	16	-37		
		Ecosistemas terrestres		-5		3	10	5			-10	5	1	2	3	-15			
		Vegetación		-6		3	10	5			-5	6	1	2	3	2			
	FAUNA	Aves									-10	2	0	1	1	-20			
		Mamíferos									-10	2	0	1	1	-20			
SOCIECONÓMICO	SOCIAL	Salud		-10		6	10	6			-10	6	1	2	3	-60	-152		
		Viviendas	-6		6						-2	6	0	2	2	-48			
		Calidad del paisaje		-9		5	10	5			-6	6	1	2	3	-31			
		Economía					10	-2	6	2	-10	5	1	2	3	6			
		Territorios y recursos humanos	-5	-4	5	2	10	5			-6	6	1	3	4	-19			
Afectaciones		+	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	27	37	-421			
		-	4	9	4	9	0	1	13	13	27	27							
Total de afectaciones			4	9	4	9	10	1	13	13	37	37							
Agregado del impacto			-95	-273	-95	-273	485	-4	-534	-534	-421	-421							

Figura 2. Matriz de Leopold

Fuente: Elaboración propia

### Determinar la demanda de compost en el distrito de Tumán

*Producto principal.* El compost es el producto principal por elaborar, resultado de la desintegración natural de los desechos orgánicos, hojas de plantas y estiércol de ganado vacuno. Una de sus principales características físicas lo definen como un polvo de menor o igual a los 16 mm, de color negro marrón oscuro o ceniza [44], ver anexo 13 para más detalle. Se recomienda considerar los parámetros que determinan la calidad y las clases de compost, entre ellas, Clase A, B y C; y los parámetros (ver anexo 14). Diversos actores mencionan los usos del compost, tales como: uso en suelos agrícolas convencionales (compost Clase B), viveros, restauración de terrenos desnudos, recuperación de suelo degradados (compost Clase C), paisajismo y como sustratos en jardinería (compost Clase A) [23], [35], [45]. Entre los productos similares, se puede encontrar: humus, guano (de aves marinas, de la isla y artificial) y té de compost [46], [47].

*Zona de influencia.* El componente clave para definir el mercado del producto está vinculado directamente a los clientes involucrados en los procesos agrícolas. También se consideraron aquellos que no pertenecen a la zona de Tumán, como las agroindustrias que buscan alcanzar un producto para mejorar sus tierras y cultivos. El mercado objetivo para la comercialización del compost se compone principalmente de los pobladores y empresas de la región de Lambayeque que cuentan con terrenos destinados al cultivo.

Con respecto a las estrategias de lanzamiento al mercado se consideraron las siguientes: feria Regional Ganadera Lambayeque en [48], días festivos como el “Día Mundial del Medio Ambiente o Día de la Tierra” en [49], enviar muestras a clientes potenciales, webinars con voluntariados comprometidos con el cuidado ambiental, conferencias gratuitas a estudiantes, profesionales sobre los beneficios del producto y los procesos a realizarle para su obtención.

Por su parte, los elementos que limitan la comercialización tenemos, nivel de aceptación, conocimientos de la población que pueden restringir la negociación, idiosincrasia del poblador sobre los beneficios del producto y competencia extranjera.

*Demanda histórica.* De acuerdo, a la situación actual de la demanda, en la tabla 02 se observa que, la demanda histórica está en función a las hectáreas destinadas para cultivo agrícola de toda la región Lambayeque en [50], además, Suquilanda en [51], menciona que por cada hectárea se necesita un promedio de 25 toneladas de compost.

*Proyección de la demanda.* Para la proyección de la demanda se halló mediante el método de regresión lineal, donde, el valor de  $R^2$  es de 0,87 demostrando que es el método correcto. Por otra parte, en [22, p. 35] menciona que la demanda y la oferta del compost es la demanda

insatisfecha dado que el Ministerio de Agricultura y Riesgo presenta datos a nivel nacional y no por distritos.

**Tabla 2. Demanda histórica y proyectada de compost**

Años	Hectáreas (ha)	Demanda Histórica (ha* 25 t de compost)	Años	Demanda proyectada de compost (t)
2018	63 586	1 589 650	2024	2 404 800
2019	65 569	1 639 225	2025	2 552 188
2020	68 463	1 711 575	2026	2 699 575
2021	79 168	1 979 200	2027	2 846 963
2022	86 264	2 156 600	2028	2 994 350

**Fuente: Elaboración propia. En base a la Gerencia Regional de Agricultura [50] - [52]**

*Análisis de la oferta.* En cuanto a la producción, Perú no es un fabricante significativo de fertilizantes. Por lo tanto, se utilizó información proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Riego, a través del Sistema Integrado de Estadística Agraria, sobre la producción de abonos orgánicos y un acumulado de las importaciones realizadas en la región de Lambayeque. Entre los años 2018 y 2022, la producción total en Perú fue de 18,922.96 toneladas, alcanzando 20,854.46 toneladas en el último año (ver anexo 15) [53].

*Oferta histórica.* La oferta histórica de la materia prima se fundamenta en la proyección de generación de los desechos sólidos domiciliarios en el 2018 - 2022 (ver anexo 16), con una generación per cápita es de 0,57 kg/hab/día [17]. Por su parte, lo que respecta a la generación de RSO es de 4 047,97 toneladas en el año 2018 y 4 065,06 toneladas en el año 2022.

*Proyección de la oferta.* Con los datos logrados se realizó la proyección de la oferta de RSO a través de la fórmula aplicada en [54], dando como resultado que en el 2024 la oferta de compost es de 4 065,87 y 4 067,91 toneladas en el año 2028 (ver anexo 17), cabe resaltar que la oferta que se ha estimado incluye los insumos que se agregarían a los residuos sólidos. En [22, p. 123] menciona que, para la producción de compost en la planta piloto, se descartará un promedio del 5% de la materia prima.

*Demanda del proyecto.* Se toma en cuenta la demanda de la cantidad de compost que se necesita cada hectárea de cultivo. Además, como no se tiene información del distrito de Tumán.

**Tabla 3. Oferta histórica y proyectada de compost**

Años	Generación de RSO (t/año)	Años	Proyección de la oferta RSO (t/año)	Oferta de compost (t/año)	Demanda insatisfecha (t)	Porcentaje por cubrir de la demanda insatisfecha (%)
2018	4 047,97	2024	4 065,87	3 950,51	2 404 800	0,16%
2019	4 063,03	2025	4 066,28	3 950,91	2 552 188	0,15%
2020	4 064,25	2026	4 066,69	4 390,34	2 699 575	0,16%
2021	4 064,65	2027	4 067,09	4 390,78	2 846 963	0,15%
2022	4 065,06	2028	4 067,91	4 830,82	2 994 350	0,16%

Fuente: Elaboración propia

*Precios.* Se determinó el precio tomando en cuenta las características similares del producto orgánico como en [22], donde se compara el humus de lombriz, guano de la isla y gallinaza (ver anexo 18). Para proyectar el precio, se utilizó el método de regresión lineal, obteniendo un valor de  $R^2$  de 0.91, lo que demuestra la adecuación del método (ver tabla 4). Así, se fijó el precio en S/ 35.00 por saco de 50 kg, lo que representa un precio menor en comparación con el guano de la isla y otros abonos orgánicos, con expectativas de aumento en los próximos años.

**Tabla 4. Precios**

Año	Precio histórico	Año	Proyección de precios de compost
2017	S/19,58	2024	S/ 35,19
2018	S/20,30	2025	S/ 37,56
2019	S/21,50	2026	S/ 39,94
2020	S/27,10	2027	S/ 42,32
2021	S/28,06	2028	S/ 44,69

Fuente: Elaboración propia. En base al Ministerio de Agricultura y Riego [53]

*Plan de ventas.* Se estableció a partir de la demanda del proyecto, determinando que el producto se comercializará en sacos de 50 kilogramos, considerando también el precio.

**Tabla 5. Plan de ventas y producción del proyecto (S/ sacos de 50 kilogramos)**

Año	Demanda insatisfecha	Sacos de 50 kilogramos	Precio por saco	Total (soles)
2024	3 601 135	79 010	S/ 35,19	2 780 212,95
2025	3 601 495	79 018	S/ 37,56	2 968 238,12
2026	4 002 061	87 807	S/ 39,94	3 507 000,96
2027	4 002 461	87 816	S/ 42,32	3 716 001,32
2028	4 403 588	96 616	S/ 44,69	4 317 979,55

Fuente: Elaboración propia

*Comercialización del producto:* se lanzará al mercado directamente, donde se dará a conocer a los agricultores los beneficios y su valor agregado o diferencia de los productos sustitutos. Como estrategia de lanzamiento, se enviarán muestras gratuitas a los posibles compradores para que evalúen la calidad y los beneficios del producto. A las empresas grandes se les ofrecerá una visita a la planta, donde se explicarán las etapas del compostaje y se podrá verificar la calidad

del producto a través de análisis de laboratorio. En resumen, se está preparado para competir en precio, que será inferior al de otros fertilizantes orgánicos disponibles.

*Realizar el estudio técnico tecnológico de la planta de compost para aprovechar residuos orgánicos urbanos*

Se recomienda que para la implementación de este proyecto se realice un convenio entre empresa agroindustrial interesada (privada) y municipalidad. Por su parte, es indispensable mencionar las funciones de cada una, en la etapa de iniciación la concientización se realizará por las entidades involucradas.

En la etapa de acopio o recolección, la Ley N° 1278 en [14] menciona que la entidad responsable del acopio de los residuos es la municipalidad, es por ello que la Municipalidad de Tután en [42], se llevó a cabo un estudio para optimizar la eficiencia en las rutas, la frecuencia, el uso del personal y otros aspectos, con el objetivo de proporcionar un nivel de servicio adecuado, cumplir con los reglamentos técnicos y garantizar las condiciones de seguridad laboral, salud ocupacional y completar el servicio de recolección con el menor costo posible. Las zonas de intervención se dividen en 3 sectores seleccionados, tales como: Sectores Pampa El Toro, Santa Rosa, Aviación y Jarrín, el segundo en Sectores Casuarinas I y II, Barrio Antiguo, Los Pinos, Av. Micaela Bastidas, Mariátegui y Blocks 1 - 3 y 18 y, por último, sectores Acapulco, El Naranjo, Cruz del Calvario, blocks 4 - 17 y urb. Juan Velasco (ver anexo 11).

La Municipalidad de Tuman organizará jornadas de capacitación dirigidas a las familias que participan en el proyecto, con el objetivo de mejorar sus capacidades. Estas jornadas estarán enfocadas en proporcionar conocimientos y habilidades en áreas esenciales como la producción agrícola sostenible, la gestión eficiente de recursos, el manejo adecuado de desechos y la comercialización de productos. Además, las capacitaciones incluirán temas de desarrollo personal y comunitario, como liderazgo, trabajo en equipo y gestión financiera, con el objetivo de fortalecer el tejido social y económico de la comunidad. La municipalidad también proporcionará asesoramiento técnico y seguimiento continuo para asegurar que los conocimientos adquiridos se implementen de manera efectiva y sostenible. Estas iniciativas son esenciales para el éxito del proyecto y para asegurar un impacto positivo y sostenible en la comunidad de Tután.

Se aconseja que la empresa privada sea la entidad que realice el seguimiento de la realización del proyecto para obtener compost, ya que esta obtendrá mayores beneficios.

*Selección del método de compost.* El proceso productivo para la obtención del producto a realizar debe seguir una serie de procesos y se describe líneas abajo. Para la selección del

método de compostaje se realizó mediante el método de Ranking de Factores observado en [55]. En la tabla 6, se presentan los factores que se profundizaron en la revisión de bibliografía.

**Tabla 6. Factores**

Factores	Pilas	Lombricultivo	Composteras Giratorias	Bokashi	Takakura
A. Velocidad del proceso	Lento	Lento	Rápido	Rápido	Rápido
B. Facilidad de aprender el método	Fácil	Difícil	Muy fácil	Intermedio	Intermedio
C. Inversión inicial	Baja	Media	Media	Media	Media
D. Espacio que ocupa	Mucho	Mucho	Poco	Mucho	Poco
E. Residuos que se pueden añadir	Pocas restricciones	Muchas restricciones	Pocas restricciones	Algunas restricciones	Algunas restricciones
F. Propenso a generar malos olores	Moderada	Baja	Baja	Alta pero tolerables	Baja
G. Calidad del compost	Muy buena	Muy buena	Buena	El producto final es pre-compost	Muy buena

Fuente: Elaboración propia. En base a Pineda *et al.* [26], [28], [56] y [57]

Por su parte, en la tabla 7, se observa la matriz de enfrentamiento según los factores antes mencionados. Se asignaron valores de 0 y 1 para la puntuación, donde 0 indica que los factores no están relacionados y 1 que sí lo están, por otra parte, la ponderación se realizó mediante una regla de tres simple, siendo igual a 100%.

**Tabla 7. Matriz de enfrentamiento**

Factor	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	Conteo	Ponderación (Peso)
A.		1	1	0	1	1	1	5	17,0%
B.	1		0	0	1	0	0	2	6,5%
C.	0	0		0	1	0	1	2	6,5%
D.	1	1	1		1	0	0	4	14,0%
E.	1	1	1	1		1	1	6	21,0%
F.	1	0	0	1	1		1	4	14,0%
G.	1	1	1	1	1	1		6	21,0%
							<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Ayala [55]

En la calificación se los métodos se consideraron de acuerdo con una puntuación de 1 – 4, siendo 1 el menor y 4 el mayor en [55].

**Tabla 8. Ranking de factores**

FACTORES	PESO	Pilas		Lombricultivo		Composteras Giratorias		Bokashi		Takakura	
		C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
A	17,0%	1	0,17	1	0,17	3	0,51	3	0,51	4	0,68
B	6,5%	3	0,195	1	0,065	4	0,26	2	0,13	2	0,13
C	6,5%	4	0,26	2	0,13	2	0,13	2	0,13	2	0,13
D	14,0%	1	0,14	1	0,14	3	0,42	1	0,14	3	0,42
E	21,0%	4	0,84	1	0,21	3	0,63	2	0,42	2	0,42
F	14,0%	2	0,28	4	0,56	4	0,56	1	0,14	4	0,56
G	21,0%	4	0,84	4	0,84	3	0,63	1	0,21	4	0,84
<b>TOTAL</b>		2,950		1,810		3,270		2,600		<b>3,280</b>	

**Fuente:** Elaboración propia. En base a Ayala [55]

En conclusión, en la tabla 8 se seleccionó el método japonés Takakura con un puntaje mayor a comparación de otras técnicas. En el estudio de Iliquín, en [58], demostró que la técnica Takakura es el proceso más eficiente en términos de madurez del compost, con un promedio de 57,67 días, considerando que se sacaron muestras del compost en los días 21, 45 y 70 obteniendo los tres resultados dentro de los rangos establecidos, es decir, que el compost es óptimo desde el día 21 (ver anexo 19).

*Plan de producción.* Comprende la proyección de los años 2024 – 2028, donde, se producirá todo el año, 6 días a la semana y 8 horas diarias de trabajo. En el anexo 20, se detalló que en el primer año se producirán 79 010 sacos y en el último año 96 616 sacos con 50 kg; se estima que la producción de compost no tendrá un inventario inicial, atenderá únicamente una fracción mínima de la demanda no satisfecha y es un producto solicitado por los compradores.

*Requerimiento de materiales e insumos.* Para este aspecto, es crucial conocer los datos de generación per cápita, que es de 0,57 kg/hab/día, según el Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales 2019 de la Municipalidad del distrito de Tumán. Esto implica que se generan diariamente aproximadamente 14,28 toneladas de residuos domiciliarios [17], de los cuales el 68,91% corresponde a materia orgánica. Además, el Plan de Valorización de Residuos Sólidos Municipales 2020 proporciona el horario de recolección, que se lleva a cabo de 7:30 a.m. a 11:30 a.m. de lunes a sábado.

Según el Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Municipales [59], menciona que el método Takakura cuenta con 4 fases para su elaboración y son, elaboración de semilla, lecho, degradación, afinado y envasado. En el anexo 21, se observa las cantidades a utilizar en la fase de elaboración de semilla (ingredientes) y se replicará los requerimientos de insumos mediante una regla de tres simples para la presentación de 50 kilogramos [33, p. 47]. Además, en el periodo 2024 – 2028 se utilizarán 59,38 kg de RSO y se le añade 63,57 kg de insumos,

entre ellos: agua, azúcar, queso, levadura, yogurt, sal, naranja, uva, papaya, manzana, lechuga, pepinillo, col, aserrín, harina y hojarasca.

*Disponibilidad de materia prima e insumos.* Con respecto, a la accesibilidad de materia prima de los años 2024 – 2028 se tendrá en cuenta tipo de residuos domiciliarios (orgánicos) en el distrito de Tumán en el Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 (ver anexo 22) y relación con los insumos requeridos para el proceso de compostaje, es importante considerar que su adquisición se realizará en las áreas cercanas a Tumán.

*Localización y tamaño.* En cuanto a la macro localización, se indica que la planta estará situada en el departamento de Lambayeque, específicamente en Chiclayo, mientras que la micro localización se encuentra en Tumán ya que se trabajará con los residuos orgánicos e insumos de dicho distrito. En el anexo 23, se presenta la matriz de enfrentamiento que evalúa los factores de ponderación de la micro localización junto con elementos esenciales como la disponibilidad de materia prima (MP), mano de obra (MO), espacio para expansión, acceso a energía y agua, factores ambientales y cercanía al mercado de consumo. Al comparar las distintas alternativas, se determinó que la mejor ubicación para establecer la planta procesadora de compost a partir de residuos orgánicos domiciliarios es en el distrito de Chocupe, obteniendo un puntaje de 2,25.

*Tamaño de planta.* Para el estudio del tamaño - mercado, se hace referencia a la demanda del proyecto, se observa que los agricultores que se dedican a la producción agrícola suelen emplear ureas, fertilizantes y/o productos químicos con regularidad para mejorar la calidad de sus cultivos y suelos. El objetivo principal de esta planta es ofrecer un producto que pueda sustituir parcialmente el uso de estos fertilizantes químicos, ya que el compost procesado posee características muy similares y puede contribuir a mejorar la calidad del suelo y de los cultivos. Como sabemos, la presentación de los sacos es de 50 kg de compost y la demanda está basada en esa cantidad obteniendo que para el año 2024 se requerirá 48 096 sacos de compost y 59 887 sacos para el año 2028 (ver anexo 24). Para el tamaño - materia prima, se necesitará 59,38 kg de RSO y 63,37 kg de insumos, obteniendo un total de 122,95 kg para producir 50 kg de compost (ver anexo 25).

*Ingeniería y tecnología.* El método a seguir, elegido mediante un ranking de factores, fue el de Takakura; es un enfoque japonés para producir compost de alta calidad, que se centra en la participación comunitaria y la utilización eficiente de los recursos locales. Cabe resaltar que el rendimiento del método Takakura es de 65% [33, p. 47].

Comienza con *la recolección de materiales orgánicos*, de origen doméstico, como restos de cocina, residuos de jardín y otros desechos orgánicos recogidos por los trabajadores de la

Unidad de Gestión de Residuos Sólidos y Saneamiento Ambiental de la municipalidad distrital de Tumán [24].

Luego, el proceso de *recepción de materia prima* seguido del proceso de *selección*, donde se verifica que la materia prima no contenga otros agentes por medio del control de calidad. Los materiales recogidos se clasifican y se separan para eliminar contaminantes como plásticos, metales y otros materiales no biodegradables.

La materia prima se reagrupa, con el objetivo que ser *pesada* para estar al tanto de la cantidad que tenemos y así sacar la proporción de mezclas e insumos a utilizar.

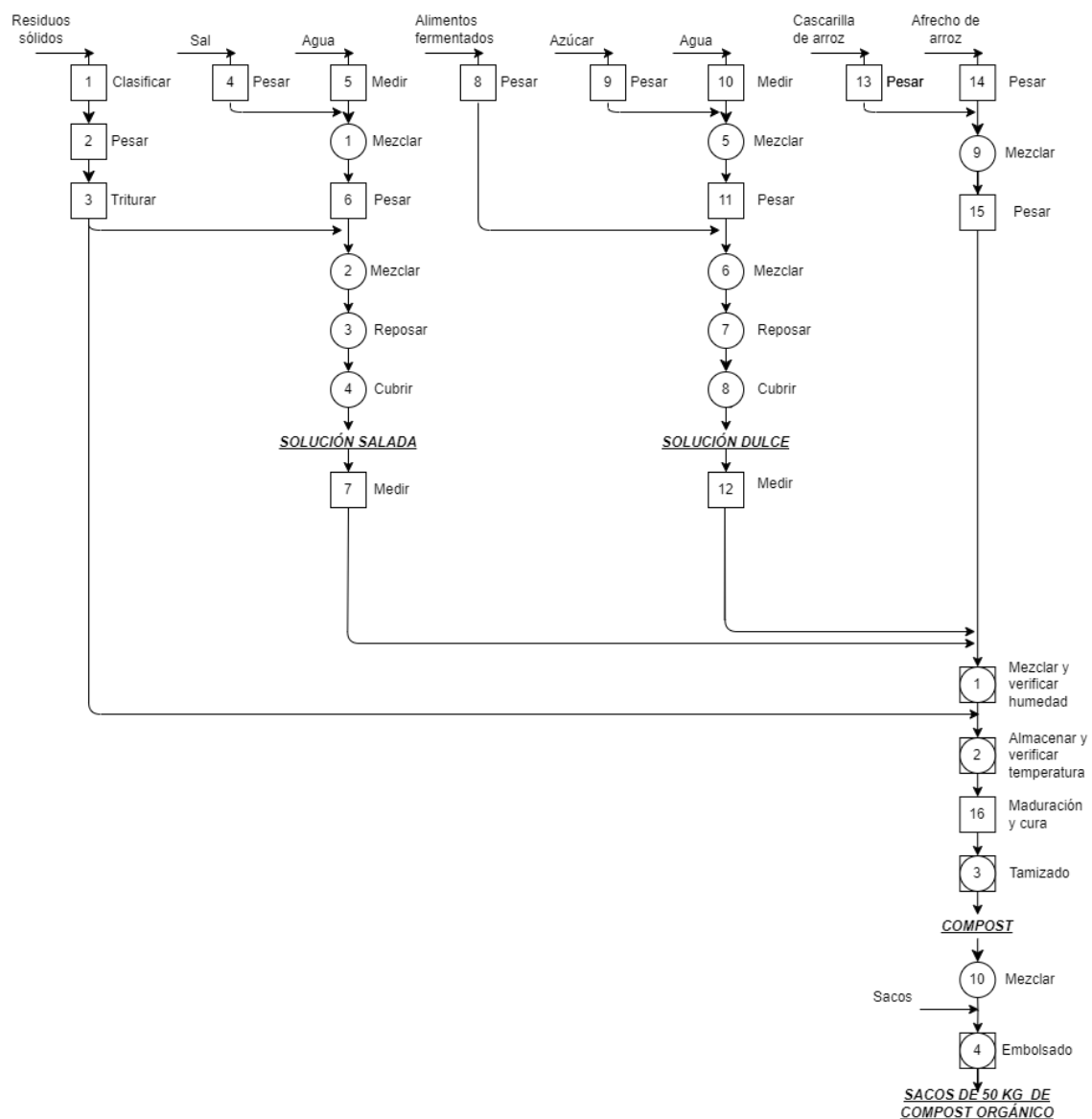
En la etapa conocida como *triturado*, se utiliza un molino de martillos, que es una de las máquinas utilizadas para moler los desechos orgánicos. En este proceso, es importante asegurarse de que la humedad se mantenga dentro del rango deseado, que es del 40% al 60%.

Paralelamente se prepara el mezclado que consiste en una solución salada (agua + sal) y una dulce (agua + azúcar), conocida como elaboración del compost semilla. En la primera mezcla de la solución salada se mezcla con las frutas y hortalizas. Por su parte, el agua azucarada, se incorpora cualquier alimento fermentado. Es esencial cubrir los recipientes para protegerlos de los insectos y dejar las soluciones mencionadas durante 3 a 5 días para permitir el desarrollo de los microorganismos fermentativos. Una vez obtenidas las soluciones de fermentación, se procede a preparar el lecho de fermentación, mezclando en un recipiente aparte cascarilla de arroz, afrecho de arroz y tierra vegetal en una proporción de 1 a 1.

La *mezcla* se almacena en pilas y se remueve a diario para proporcionar aire a los microorganismos aerobios. Además, se airean y humedecen las pilas de compost para fomentar la descomposición aeróbica de los materiales. La aireación se logra mediante la inserción de tubos de ventilación en las pilas. Las pilas de compost se voltean regularmente para asegurar una descomposición uniforme y facilitar la circulación del aire. Esto también ayuda a mantener una temperatura adecuada para la descomposición. Es fundamental asegurarse de que los niveles de humedad y temperatura se mantengan dentro del rango adecuado durante todo el proceso, siendo el objetivo un 3% de humedad [60]. Si la temperatura supera este nivel, es necesario remover la mezcla para liberar el calor acumulado. En un período de 21 a 45 días, se podrá obtener el compost listo para su utilización. Después de un período de descomposición adecuado, el *compost* maduro se retira de las pilas y se deja curar durante un tiempo para completar su proceso de descomposición y obtener un producto final estable y maduro.

El compost maduro pasará por el proceso de *tamizado* para eliminar cualquier material no descompuesto y obtener un producto final más fino y homogéneo.

La etapa final del proceso consiste en el embolsado y pesaje del compost. Para este fin, se emplean sacos de 50 kg, que se almacenan en un lugar adecuado para su posterior distribución. Una vez que el compost ha alcanzado su madurez y curación completa, se puede utilizar en jardinería, agricultura o para mejorar la calidad del suelo en las áreas locales, contribuyendo así a la sostenibilidad y a la economía circular en la comunidad. Como se mencionó previamente, se lleva a cabo una serie de operaciones y procesos para la producción de compost. En el anexo 24, se presenta el diagrama de bloques del proceso productivo que culmina en la obtención de compost, el cual se envasa en sacos de 50 kilogramos. Por su parte, en la figura 3 se visualiza el diagrama de operaciones de la elaboración del compost, proporcionando una representación clara y detallada de cada etapa del proceso.



**Figura 3. Diagrama de proceso: DOP**

Fuente: Fuente: Elaboración propia. En base a Gómez y Tarazona [32]

*Capacidad diseñada.* La capacidad de la planta se establecerá considerando 288 días de operación al año, con jornadas laborales de 8 horas diarias. Se estima que para el año 2028, la producción alcanzará los 96,616 sacos anuales; con esta información, se realizará el cálculo para determinar la capacidad de diseño.

$$Capacidad\ diseñada = \frac{96\ 616\ sacos}{año} * \frac{1\ año}{312\ días} * \frac{1\ días}{8\ horas}$$

$$Capacidad\ diseñada = 39 \frac{sacos}{hora}$$

*Capacidad real.* Para calcular, se considera la cantidad efectiva fabricación que se alcanzará, teniendo en cuenta las condiciones habituales de operación. Esto implica que habrá una disminución respecto a la capacidad de diseño. Este índice de producción ayuda a evaluar las condiciones existentes en un momento específico.

$$Capacidad\ real = \frac{79\ 010\ sacos}{año} * \frac{1\ año}{312\ días} * \frac{1\ días}{8\ horas}$$

$$Capacidad\ real = 32 \frac{sacos}{hora}$$

*Capacidad utilizada.* Para establecer la capacidad, se considera el volumen máximo de producción esperado para cada uno de los años proyectados. Este se calcula dividiendo la capacidad real entre la capacidad diseñada.

$$Capacidad\ utilizada = \frac{32 \frac{sacos}{hora}}{39 \frac{sacos}{hora}} * 100$$

$$Capacidad\ utilizada = 81,78\%$$

*Indicadores de producción.* Los indicadores de gestión en un sistema de producción son esenciales durante la implementación de los procesos productivos, ya que facilitan la mejora continua en los ciclos de producción. Uno de los indicadores más importantes es la productividad, que se refiere a la eficiencia del sistema de producción. En términos simples, es la relación entre la producción lograda y la cantidad de recursos empleados.

En el indicador de productividad, se evalúa el uso de los materiales durante la etapa de producción. Se calcula dividiendo la producción total entre la cantidad de materiales consumidos.

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ recursos\ empleados}$$

$$Productividad = \frac{50\ kg}{59,38\ kg\ de\ RSO + 63,57\ kg\ de\ insumos}$$

$$Productividad = 0,41$$

*Productividad por hora – hombre.* Este índice mide la eficiencia con la que se utiliza la mano de obra para generar productos. Se obtiene dividiendo el total de horas trabajadas por el número de empleados.

$$Productividad\ hora - hombre = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ recursos\ empleados\ (operarios) * horas * días}$$

$$Productividad\ hora - hombre = \frac{\frac{96\ 616\ sacos}{año}}{11\ operarios * 8\ horas * 312\ días}$$

$$Productividad\ hora - hombre = \frac{3,52\ sacos}{\frac{hora}{operario}}$$

*Balance de masa.* Es crucial para garantizar que los procesos industriales sean eficientes, sostenibles y cumplan con las regulaciones ambientales. También se utiliza para evaluar la conservación de la masa en sistemas tanto cerrados como abiertos (ver anexo 25).

*Tecnología.* Para identificar la maquinaria requerida para la producción de compost, es esencial considerar varios factores, como la potencia, capacidad, precio, dimensiones y otras características relevantes. Esto asegura la adquisición del equipo apropiado y optimiza la producción de compost, garantizando eficiencia y calidad en el proceso (ver anexo 26).

*Consumo de energía.* Para hacer un balance de energía del proceso productivo del compost, hay que desglosar y analizar cada etapa, identificando el consumo de energía asociado a cada una, provocando que se necesitan 86,75 kW \* día (ver anexo 27).

*Requerimiento de mano de obra.* La mano de obra es un recurso crucial, ya que son los trabajadores quienes garantizan que el compost final cumpla con los parámetros establecidos

en la empresa. En el anexo 28, se especifican los requisitos de mano de obra directa, destacando que se necesitarán 13 trabajadores. Es fundamental que estos operarios estén capacitados para llevar a cabo tareas rutinarias y repetitivas a un ritmo constante, minimizando así los desperdicios.

*Distribución de planta.* Se emplea el método de determinación de áreas para calcular los espacios físicos necesarios en la planta, utilizando el método SLP (Systematic Layout Planning) y el método Güerchet (ver anexo 29). Para la planta procesadora de compost situada en el distrito de Chocupe, Tumán, la ubicación precisa fue establecida mediante el método de factores ponderados.

La disposición de producción en línea para una planta procesadora de compost implica una organización secuencial de las operaciones, maquinarias, equipos y personal necesario para convertir los residuos orgánicos en compost. La disposición en “U” es una estrategia de organización que accede una mayor eficiencia en el flujo de trabajo y la proximidad de la maquinaria, optimizando tanto el espacio como el tiempo de operación. En el contexto de una planta productora de compost, este tipo de distribución puede facilitar la secuencialidad del proceso y minimizar los desplazamientos innecesarios. Para planificar la distribución de una planta de compost utilizando el método Güerchet, es necesario identificar y dimensionar correctamente las áreas funcionales de la planta. Este método ayuda a optimizar el uso del espacio y garantizar un flujo eficiente del proceso productivo (ver anexo 30).

Seguidamente, en la tabla 9 se presenta una tabla síntesis con la dimensión necesaria para cada área de la planta, para observar completo la determinación de las áreas.

**Tabla 9. Resumen de las áreas (m<sup>2</sup>)**

<b>Simbología</b>	<b>Significado</b>	<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>
A1	Área de patio de maniobras	384,00
A2	Área de almacenamiento de insumos	43,30
A3	Área de almacenamiento de materia prima	98,36
A4	Área de oficina de gerencia	15,21
A5	Área de oficina de producción	15,21
A6	Área de oficina de administración y logística	15,21
A7	Área de servicio higiénico del personal administrativo	11,67
A8	Área de vestuarios y baños del personal de producción	43,25
A9	Área del comedor	34,55
A10	Área de caseta de seguridad	6,15
A11	Área de control de calidad	8,28
A12	Área de producción	332,83
A13	Área de limpieza	5,11
A14	Áreas verdes	50,00
	Área general	1 063,14
	Espacio para la expansión	35%
	<b>Área total</b>	<b>1 435,23</b>

**Fuente: Elaboración propia**

*Cronograma de ejecución.* En relación con el cronograma de ejecución del proyecto, se definieron los plazos requeridos para realizar las actividades necesarias y permitir el inicio de operaciones en la planta (ver anexo 31).

*Recursos humanos y administración.* Para los puestos de mayor rango se necesitará a profesionales titulados en las ramas correspondientes a su campo de estudio, habilidades de acuerdo con las exigencias del puesto y con experiencia de 1 a 3 años en el puesto a incursionar. Por otro lado, para el personal de menor rango deben tener conocimientos básicos sobre el proceso de compostaje, además, se tuvo en cuenta la estructura organizacional de la empresa (ver anexo 32).

*Realizar el análisis económico - ambiental de la propuesta*

*Inversiones.* Para hallar la inversión de los equipos y maquinarias, se tuvo que multiplicar la cantidad de la maquinaria por el costo unitario, dando un total de S/ 40 509 (ver anexo 33), El costo total de los equipos de oficina asciende a S/ 14 320, mientras que los equipos de limpieza tienen un costo de S/ 3 095. Además, la compra del terreno se realizó por S/ 35 880,81. También se consideraron los costos de la inversión tangible expresadas en el acondicionamiento de local de S/ 155 543 (ver anexo 34) y la inversión del transporte de dos minivans con el precio de S/ 71 733,20 (ver anexo 35). Con respecto a la inversión intangible es de S/ 7 297 (ver anexo 36).

*Resumen de Inversión Total.* La participación del promotor del proyecto es del 25%, mientras que el financiamiento representa el 75%.

**Tabla 10. Resumen de Inversión**

<b>Descripción</b>	<b>Inversión total</b>		<b>Promotor del proyecto</b>		<b>Financiamiento</b>	
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	S/	<b>S/1 252 775,88</b>	S/	<b>313 193,97</b>	S/	<b>939 581,91</b>
<b><i>Inversión tangible</i></b>						
Equipos de producción	S/	40 418,54	S/	40 418,54		
Equipos de oficina	S/	9 315,00	S/	9 315,00		
Equipos de Limpieza	S/	2 441,00	S/	2 441,00		
Compra del terreno	S/	28 704,65	S/	28 704,65		
Acondicionamiento de Local	S/	155 543,10			S/	77 771,55
Transporte	S/	71 733,20	S/	71 733,20		
<b>Total Inversión Tangible</b>	S/	<b>321 080,65</b>	S/	<b>165 537,55</b>	S/	<b>77 771,55</b>
<b><i>Inversión intangible</i></b>						
Gastos Pre operativos	S/	7 296,80	S/	7 296,80		
<b>Total, Inversión Intangible</b>	S/	<b>7 296,80</b>	S/	<b>7 296,80</b>		
Imprevistos 2%	S/	31 623,07	S/	31 623,07		
<b>Inversión total</b>	S/	<b>1 612 776,40</b>	S/	<b>517 651,39</b>	S/	<b>1 017 353,46</b>

Fuente: Elaboración propia

*Evaluación económica financiera.* Se halló el total de ingresos, donde en el primer año de iniciación será de S/ 2 180 209,05 y para el año 2028 será de S/ 3 593 356,65, ver anexo 38. En la tabla 11 se demuestra la evaluación económica financiera de la planta de compostaje que es un proceso crucial para determinar rentabilidad (ingresos y egresos) y la viabilidad.

*Sostenibilidad ambiental.* La matriz de Leopold, figura 4, se consideró factores ambientales específicos con respecto a los componentes y se enfrentó a las acciones del proyecto en fase de construcción y operación. A cada etapa con el medio se le punto positivo o negativo, dependiente a su grado de relación (ver anexo 12). Donde, el medio se dividió en físico, biológico y socioeconómico, el impacto por componente dio un total de -61, -43 y 150 respectivamente. Las acciones correspondientes a las etapas de construcción y operación fluctúan entre -12 y 34. El resultado es favorable, con valores de +46 y +55, lo que indica que el proyecto no generará un impacto negativo significativo en el medio ambiente, ubicándose en moderado en [62], por lo tanto, no se considera un proyecto de mitigación.

Tabla 11. Estado financiero proyectado

Ítems	0 año	2024	2025	2026	2027	2028
<i>Ingresos</i>						
Capital social	S/	595 422,94				
Préstamos a CP y LP	S/	1 017 353,46				
Cuentas por cobrar (ventas a crédito)	S/	1 112 085,18	S/	1 187 295,25	S/	1 402 800,38
Cobranzas ventas año (contado)	S/	1 668 127,77	S/	1 780 942,87	S/	2 104 200,57
Depreciación	S/	23 520,38	S/	23 520,38	S/	23 520,38
<b>Total ingresos</b>	<b>S/</b>	<b>1 612 776,40</b>	<b>S/</b>	<b>2 803 733,33</b>	<b>S/</b>	<b>3 530 521,33</b>
<i>Egresos</i>						
Costos de producción	S/	1 252 775,88	S/	1 252 862,76	S/	1 349 503,67
Gastos administrativos	S/	116 325,97	S/	116 325,97	S/	116 325,97
Gastos de comercialización	S/	24 225,00	S/	21 200,00	S/	19 291,25
Amortización de préstamos	S/	101 735,35	S/	101 735,35	S/	101 735,35
<b>Total egresos</b>	<b>S/</b>	<b>-</b>	<b>S/</b>	<b>1 495 062,19</b>	<b>S/</b>	<b>1 586 856,24</b>
Saldo bruto (antes de impuestos)	-S/	1 612 776,40	S/	1 308 671,13	S/	1 499 634,42
Impuesto a la renta	S/	-	S/	392 601,34	S/	449 890,33
Saldo (déficit/superávit)	-S/	1 612 776,40	S/	916 069,79	S/	1 049 744,09
Utilidad acumulada	-S/	1 612 776,40	-S/	696 706,60	S/	353 037,49
<b>VAN</b>	<b>S/</b>	<b>2 744 605,4</b>				
<b>TIR</b>		<b>64,43%</b>				
<b>COSTO/BENEFICIO</b>		<b>2,05</b>				
<b>Fuente: Elaboración propia</b>				<b>TMAR</b>		14%

FACTORES AMBIENTALES			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN												Afectaciones		Total Afecciones	Agregado del Impacto	Impacto por componente
			DELIMITACIÓN DEL ÁREA		REMOCIÓN DE LA CAPA SUPERFICIAL DEL SUELO		CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA		RECEPCIÓN	SELECCIÓN	PESADO	TRITURADO	MEZCLADO	COMPOSTAJE	TAMIZADO	PESAJE Y EMBOLSAD		ALMACENADO					
Medio	Componente Ambiental	Factores ambientales	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	+	-	
FÍSICO	AIRE	Contaminación del aire	/	/	/	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-3	/	/	/	/	0	2	
		Nivel de Olor	/	/	/	/	/	/	/	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	2
	AGUA	Consumo de agua	/	/	-3	/	-5	/	/	/	/	/	/	/	/	-1	/	/	/	/	0	3	
BIOLÓGICO	SUELO	Calidad de suelo	/	/	-2	/	-3	/	/	/	/	/	-3	/	/	/	/	/	/	/	0	3	
		Erosión	/	/	/	2	/	3	/	/	/	-3	/	3	/	/	/	/	/	/	0	4	
		Salinización	/	/	-1	/	/	-2	/	-1	/	/	/	-3	/	3	/	/	/	/	0	4	
	FLORA	Cambio de uso	/	/	/	/	-4	/	/	/	/	/	/	/	/	-2	/	/	/	/	0	1	
		Pérdida de Biodiversidad	-1	/	/	/	/	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	2	
	FAUNA	Migración de especies	/	/	-2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	1	
Afectación del hábitat		/	/	/	-2	/	/	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	1		
SOCIECONÓMICO	SOCIAL	Empleabilidad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	12	0	
	ECONÓMICO	Desarrollo Agroindustrial	5	2	2	2	4	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5	5	5	0	
Afectaciones		+	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	17	22	39	
		-	1	4	6	2	2	2	0	2	2	3	0	0	0	0	0	2	5	22			
Total de afectaciones			3	6	8	4	3	1	3	3	4	1	1	2	39								
Agregado del impacto			34	-2	-42	20	6	9	-9	5	-12	9	9	34	61								

Figura 4. Matriz de Leopold

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

Para llevar a cabo un análisis adecuado de la situación actual de los desechos orgánicos urbanos aprovechables en Tumán, se consideró la información proporcionada por la municipalidad distrital, específicamente por la Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales, en la Unidad de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Saneamiento Ambiental. Según estos datos, el 68,91% de los residuos son orgánicos, y existe un programa denominado “Valorización de residuos sólidos municipales”, que involucra al 0,85% de las viviendas. Esto significa que la mayoría de los hogares optan por otras alternativas al momento de segregar sus residuos, como deshacerse de ellos en lugares cercanos, lo que genera contaminación.

Baca [37] señala que el estudio de mercado es fundamental para establecer el éxito o el fracaso en la venta de un producto, así como para analizar la demanda del proyecto, establecer una política de ventas y definir la mejor estrategia de comercialización. Además, es relevante destacar que el producto a ofrecer se considera "noble" porque no presenta variaciones significativas en función de las fluctuaciones estacionales. Por lo tanto, para calcular la demanda de compost, se utilizó el método de regresión lineal, donde, en el año 2028 se requerirá 2 994 350 toneladas de compost, se cubrirá la demanda insatisfecha en 0,16%.

En relación con el estudio técnico y tecnológico de la planta de compost, se destacó la importancia de la participación de diversas entidades, como la empresa agroindustrial y la municipalidad, en la selección de la ubicación de la planta. Castro [24] utilizó una matriz llamada Guerchet en su investigación, la cual tuvo en cuenta factores como la proximidad al mercado, la disponibilidad de mano de obra y el acceso a vías de transporte para facilitar la comercialización del producto. En este artículo, se eligió el distrito de Chocupe como la ubicación más adecuada, dado que cumple con todos los requisitos mencionados para la implementación del proyecto.

Gómez [32] menciona que en el análisis económico - ambiental de la propuesta el porcentaje del TIR debe ser mayor al TMAR Global, en la presente investigación se obtuvo un TIR positivo y un TMAR Global de 14%. Por su parte, en el análisis ambiental se observa que en la matriz de Leopold tiene un puntaje positivo, el resultado se ubica en moderado y no se considera un proyecto de mitigación en [62].

## Conclusiones

El diseño de una planta de compostaje se presenta como una iniciativa factible desde múltiples enfoques: comercial, técnico, tecnológico y ambiental, según el análisis realizado en correlación con cada uno de los objetivos señalados.

El análisis de la situación actual de los desechos orgánicos urbanos aprovechables de Tumán reveló que estos residuos son una materia prima que no se está utilizando adecuadamente y que, en su mayoría, se desperdician.

El estudio de mercado permitió identificar la demanda insatisfecha y la oferta para el período 2024 - 2028, la cual estará basada en la cantidad de desechos orgánicos generados en el distrito de Tumán. El producto se presentará en sacos de 50 kilogramos, y se estima que la producción alcanzará 96 616 sacos de compost para el año 2028.

En el estudio técnico - tecnológico se utilizó Ranking de factores para la elección del método de compostaje, en el cual, se seleccionó la técnica japonesa Takakura con un puntaje mayor de 3,28. En los roles del proyecto entre empresa y municipalidad se estableció un convenio, donde en su etapa de iniciación estas dos entidades están encargadas de la concientización de la adecuada separación de residuos orgánicos. En el acopio la municipalidad es la encargada y la empresa será la entidad que asuma la etapa de la realización del producto terminado. La planta tendrá unas dimensiones de 1 435,23 m<sup>2</sup> y será adquirida en su totalidad.

En el análisis económico-financiero, el estudio de prefactibilidad obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 2 744 605,4, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 64,43% y una relación costo-beneficio de S/. 2,05, lo que indica que por cada sol invertido se genera una ganancia de S/. 1,05.

### **Recomendaciones**

Emplear insumos orgánicos que no contengan contaminantes, como metales pesados, ya que estos pueden ser dañinos tanto para la salud humana como para la calidad del suelo.

Explorar otros métodos para utilizar residuos orgánicos en la producción de compost a pequeña escala.

Investigar a profundidad sobre convenios entre municipalidad y agente privada.  
Analizar las propiedades de los efluentes generados en el proceso para reducir el impacto ambiental que los contaminantes puedan causar.

### **Referencias**

- [1] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata y F. Van Woerden, «What a Waste 2.0: una instantánea global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050,» 20 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10986/30317>. [Último acceso: 20 Enero 2021].

- [2] «Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos,» 20 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/7f5v>. [Último acceso: 25 abril 2021].
- [3] M. Hernández, Q. Aguilar, P. Taboada, R. Lima, M. Eljaiek, L. Márquez y O. Buenrostro, «Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe,» 2016. [En línea]. [Último acceso: 15 enero 2021].
- [4] C. Huamani, J. Tudela y A. Huamani, «Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca, Puno, Perú,» 2020. [En línea]. [Último acceso: 25 enero 2021].
- [5] Ministerio del Ambiente, «Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012,» 2012. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/QkeKOFO>. [Último acceso: 22 enero 2021].
- [6] A. H. Cruz, «El Peruano,» 23 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://acortar.link/cRMAH4>. [Último acceso: 5 Abril 2024].
- [7] Gestión/Perú, «El Economista,» 15 Febrero 2024. [En línea]. Available: <https://acortar.link/Qxxrtl>. [Último acceso: 5 Abril 2024].
- [8] C. d. I. d. I. U. d. P. (CIUP), Junio 2022. [En línea]. Available: <https://acortar.link/PIeliJ>. [Último acceso: 5 Abril 2024].
- [9] Estado Peruano, «Plataforma Nacional de Datos Abiertos,» 2020. [En línea]. Available: <https://acortar.link/CIEE3v>. [Último acceso: 25 enero 2021].
- [10] O. p. e. D. S. (. y. A. y. D. S. S. (AMBIDES), «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos (PIGARS),» Chiclayo, 2012.
- [11] R. T. R. Alejandro, «Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo,» 2023. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5973>. [Último acceso: 6 Abril 2024].
- [12] Ministerio del Ambiente, «Cuarto Informe Nacional de Residuos Sólidos: municipales y no municipales,» noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/1EQq0ay>. [Último acceso: 25 enero 2021].
- [13] Sistema Nacional de Información Ambiental, «SINIA,» 2016. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/DEQw7ZE>. [Último acceso: 3 setiembre 2021].
- [14] Sistema Peruano de Información Jurídica y el Ministerio de Justicia, «Decreto Legislativo N° 1278,» 2017. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/oEQwlQS>. [Último acceso: 2 septiembre 2021].

- [15] Municipalidad de La Victoria, «Directiva N°005-2016-MLV: Lineamientos para la formulación, aprobación, ejecución y control de los convenios de cooperación interinstitucional en la Municipalidad de la Victoria,» 2016. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/oEZYM9I>. [Último acceso: 9 mayo 2021].
- [16] Municipalidad Provincial de Tocache, «Acuerdo de Consejo N° 036 - 2019 - MPT,» 2019. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/ZEZiIlu>. [Último acceso: 6 mayo 2021].
- [17] Municipalidad Distrital de Tután, «Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales - 2019».
- [18] G. Jaramillo y L. Zapata, «Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia,» 2008. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/wEQwP20>. [Último acceso: 14 febrero 2021].
- [19] J. J. Quispe Estela, «Propuesta de implementación de una planta de compostaje a partir de residuos orgánicos generados en el distrito de Catache, provincia de Santa Cruz-Cajamarca; para el cultivo de granadilla orgánica,» 2019. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1927>. [Último acceso: 3 febrero 2021].
- [20] Universidad Nacional de Costa Rica, «Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost,» 2015. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/XEQuBPW>. [Último acceso: 2 marzo 2021].
- [21] E. D. Dávila Carajulca, «Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para generar compost en el distrito de Rioja,» 2019. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2501>. [Último acceso: 10 febrero 2021].
- [22] C. K. Cachay Gonzales, «Proyecto de instalación de una planta industrial productora de compost en el distrito de Monsefú para el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios,» 2018. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1949>. [Último acceso: 3 febrero 2021].
- [23] Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, «Manual para la elaboración de compost - Bases conceptuales y procedimientos,» [En línea]. Available: <http://ops-uruguay.bvsalud.org/pdf/compost.pdf>. [Último acceso: 1 junio 2021].
- [24] C. Castro, «Propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos desechados en la Empresa M.B.N. Exportaciones & CIA S.R.L. para la elaboración y comercialización de

- compost en la región Lambayeque,» 2019. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2364>. [Último acceso: 7 febrero 2021].
- [25] S. A. y. G. ( e. I. N. d. N. (INN), «Norma NCH2880,» Chile, 2005.
- [26] P. Pineda y B. Barreto, «Diseño de un sistema de compostaje y lombricultivo como solución primaria para el procesamiento de residuos biodegradables, en la zona de influencia del ecoparque los trapiche,» 2019. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/10901/19767>. [Último acceso: 20 noviembre 2021].
- [27] O. A. Valdivia Ayca y A. M. Cuela Rojas, «Comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de ciudad nueva, Tacna, 2022,» 2022.
- [28] G. Aguilar y K. Cubas, «Efectividad del compost mediante métodos de pilas dinámicas y compostera giratoria, obtenidas de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión,» 2020. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3378>. [Último acceso: 1 noviembre 2021].
- [29] K. R. Tumbaco Pacheco y M. Á. Vitero Espinoza, «Elaboración de compostaje por el método de tambor giratorio, como modelo de gestión de residuos orgánicos en urbanización privada en la ciudad de Guayaquil,» 2023.
- [30] C. Mc Leod B., K. Águila M., G. Zegers M. y J. Cárcamo G., «Bokashi: Importante Pilar de la agricultura agroecológica,» 2021.
- [31] Agencia Japonesa de Cooperación Internacional - JICA, «Compostaje para la Reducción de Residuos - Juego de informaciones,» 2009. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/mELJCOT>. [Último acceso: 28 septiembre 2021].
- [32] A. Gómez y E. Tarazona, «Estudio de prefactibilidad para la fabricación de abono a base de residuos sólidos orgánicos,» octubre 2019. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/dELJtED>. [Último acceso: 1 octubre 2021].
- [33] K. Beingolea, «Eficiencia del Método Takakura y Bocashi en el Compostaje de Residuos Orgánicos de Restaurantes en la Urbanización Enace Ayacucho, 2021,» 2021. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/iRsuPCz>. [Último acceso: 29 septiembre 2021].
- [34] S. A. Abdo Al-Khadher, A. Abdul Kadir, A. A. Saeed Al-Gheeth and N. Wahidah Azhari, "Takakura composting method for food wastes form small and medium industries with indigenous compost," 2021. [Online]. Available: <https://cutt.ly/RELOWrq>. [Accessed 2021 julio 2021].

- [35] D. Redondo Avilés, «CSR LABORATORIO,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/Kp45fv>. [Último acceso: 22 abril 2024].
- [36] J. Vásquez, «Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta procesadora de zanahoria para la exportación a EE.UU.,» 2016. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/807>. [Último acceso: 20 marzo 2021].
- [37] G. Baca, «Evaluación de proyectos,» 2001. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/yEQqYlk>. [Último acceso: 18 febrero 2021].
- [38] «Municipalidad distrital de Tumán,» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/mEQetSG>. [Último acceso: 26 enero 2021].
- [39] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), «Lambayeque: Resultados finales,» octubre 2018. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/TE6RyVG>. [Último acceso: 24 enero 2021].
- [40] Área de Residuos - Municipalidad Distrital de Tumán, «Aspectos Generales del PMRS 2020 - Municipalidad del distrito de Tumán,» Tumán, 2020.
- [41] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Censo Nacional,» 2018. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/LEQwKob>. [Último acceso: 13 febrero 2021].
- [42] Municipalidad Distrital de Tumán, «Diagnóstico de recolección de residuos sólidos municipales distrito de Tumán,» Tumán, 2021.
- [43] A. Garmendia, A. Salvador, C. Crespo y L. Garmedia, «Evaluación de impacto ambiental,» 2010. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/fEr8ysg>. [Último acceso: 10 febrero 2021].
- [44] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, «Norma Técnica colombiana - NTC 5167,» 2004. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/ZEYX4gc>. [Último acceso: 2 junio 2021].
- [45] E. Oviedo, L. Marmolejo y P. Torres, «Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia,» 2017. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/ERtfQaO>. [Último acceso: 21 junio 2021].
- [46] Ministerio del Ambiente, «Ministerio del Ambiente,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.minam.gob.pe/>. [Último acceso: 3 junio 2021].

- [47] S. Sanabria Quispe, R. Come y A. Reynoso, «Efecto del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en suelo degradado,» 2020. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/cRtgkys>. [Último acceso: 2 junio 2021].
- [48] «Perulactea,» 22 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/zEQwXa0>. [Último acceso: 3 junio 2021].
- [49] «Andina,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/cw68K>. [Último acceso: 18 junio 2021].
- [50] I. N. d. E. e. I. INEI, «Plataforma del Estado Peruano,» 2024. [En línea]. Available: <https://acortar.link/EHPV3e>. [Último acceso: 30 Abril 2024].
- [51] M. Suquilanda, «Agricultura Orgánica,» 2012. [En línea]. Available: <https://abyayala.org.ec/producto/agricultura-organica-pdf/>. [Último acceso: 20 junio 2021].
- [52] Gerencia Regional Lambayeque - Gerencia Regional de Agricultura Lambayeque, «Siembras principales cultivos transitorios por Campaña Agrícola (10 años),» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/3E5BZs5>. [Último acceso: junio 2021].
- [53] «Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) - Sistema Integrado de Estadística Agraria,» [En línea]. Available: [https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea\\_bi/index.html](https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html). [Último acceso: 5 mayo 2024].
- [54] Ministerio del Ambiente - Sistema Nacional de Información Ambiental, «Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil,» noviembre 2008. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/VE55vcS>. [Último acceso: 7 julio 2021].
- [55] P. Ayala, «Método de evaluación de localización aplicado a los negocios internacionales,» 2018.
- [56] I. Mulyawati, N. Gusdini y L. Febrina, «Takakura training for community empowering in managing domestic waste at Kampung Tengah, Kramat Jati, Jakarta Timur,» 25 noviembre 2019. [En línea]. [Último acceso: 10 julio 2021].
- [57] M. Quiroz y C. Céspedes, «Bokashi como enmienda y fuente de nitrógeno en sistemas agrícolas sostenibles: una revisión,» 2019. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/2TSSJrh>. [Último acceso: 10 octubre 2021].

- [58] R. E. Iliquin Fernández, «Elaboración de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los,» Agroindustrial Science, Universidad Nacional de Trujillo, Amazonas, Perú, 2014.
- [59] Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, «Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Municipales,» Quito, Ecuador, 2020.
- [60] I. Rodríguez, «Influencia del uso de residuos orgánicos de domicilios, mercados y jardinería, en la calidad y eficiencia del compost Takakura, Laredo - 2017,» 2017. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/yTyYtQs>. [Último acceso: 12 octubre 2021].
- [61] «Reporte de Inflación: panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2021 - 2022,» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/FRivMFHm>. [Último acceso: 3 octubre 2021].
- [62] A. Ramos, «Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: Matriz de Leopold y Método Mel-Enel,» noviembre 2004. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/FT0tKiX>. [Último acceso: 26 noviembre 2021].
- [63] «Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) y el Ministerio del Ambiente,» 2021. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/IEYNrGl>. [Último acceso: 3 abril 2021].
- [64] Municipalidad del distrito de Tumbán, «Tumbán City,» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/es>. [Último acceso: 29 septiembre 2021].
- [65] Municipalidad Distrital de Tumbán, «Plan Anual de Valorización Sólidos Municipales,» Tumbán, 2020.
- [66] L. C. Castillo Huaman, «Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019,» Universidad Continental, Huancayo, 2020.
- [67] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), [En línea]. Available: <https://cutt.ly/ITyj97G>. [Último acceso: octubre 2021].
- [68] I. F. R. E., «Elaboración de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los métodos takakura y em-compost,» Agroindustrial Science, Universidad Nacional de Trujillo, Amazonas, Perú, 2014.
- [69] A. Marchena Tafur, J. Palma Urcia, E. Torres Loyola, E. Takayama Bravo y C. Terán Flores, «Los chalets como patrimonio agroindustrial: Las viviendas del azúcar en Tumbán (Lambayeque, Perú,» 2023.

- [70] «The Weather Channel,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/cY40Q8>.
- [71] F. A. Nuzir, S. Hayashi and K. Takakura, "Takakura Composting Method (TCM) as an Appropriate Environmental Technology for Urban Waste Management," 28 junio 2019. [Online]. Available: <https://cutt.ly/RW4w4kn>. [Accessed 21 junio 2021].
- [72] Gerencia Regional de Agricultura - Lambayeque, «Gobierno Regional de Lambayeque,» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/uE5VXvS>. [Último acceso: 13 junio 2021].
- [73] Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. - Corpac S.A., «Manual de Normas y Procedimientos: Elaboración, Aprobación y Suscripción de Convenios Interinstitucionales,» 2013. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/TbKG0PW>. [Último acceso: 7 mayo 2021].
- [74] Municipalidad Distrital de San Martín de Porres y Desarrollos Terrestes Perú S. A., «Convenio de cooperación interinstitucional entre la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres y Desarrollos Terrestre Perú S. A.,» 2019. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/WEZubd2>. [Último acceso: 13 mayo 2021].
- [75] S. Castañeda y J. Rodríguez, «Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia,» 2017. [En línea]. [Último acceso: 2 febrero 2021].
- [76] P. Graziani, «Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina,» 2018. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/uRtfNw9>. [Último acceso: 9 febrero 2021].
- [77] T. M. -. E. d. c. p. e. d. i. d. l. empresas, 2024. [En línea]. Available: <https://shorturl.at/deYZ1>. [Último acceso: 30 Abril 2024].

## Anexos

## Anexo 1: Concentración máxima de metales pesados en materias prima para el compostaje

Tabla 1A. Concentración máxima en mg/kg de compost

Elementos traza	Concentración máxima en mg/kg de compost en base seca <sup>1</sup>
Cadmio	10
Cobre	1 500
Cromo	1 000
Mercurio	10
Níquel	200
Plomo	800
Zinc	3 000

1) Concentraciones expresadas como contenidos totales

Fuente: Elaboración propia. En base a la Norma Chilena - NCh2880 [25]

## Anexo 2: Clasificación del compost según el tipo de clase

Tabla 2A. Concentración máxima en mg/kg de compost

Elementos traza	Concentración máxima en mg/kg de compost en base seca <sup>1</sup>		
	Clase a	Clase b	Clase c
Arsénico	15	20	-
Cadmio	2	8	3
Cobre	100	1 000	400
Mercurio	1	4	2,5
Níquel	20	80	100
Plomo	100	300	200
Zinc	200	2 000	1 000
Cromo VI	No detectado (ND)		

Fuente: Adaptado de la Norma Chilena - NCh2880 [25] y CSR LABORATORIO [35].

### Anexo 3: Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 - tipo de residuos domiciliarios en el distrito de Tumbán

TIPO DE RESIDUOS DOMICILIARIOS – DISTRITO TUMAN -2019	PORCENTAJE(%)
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>78.09%</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>68.91%</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	43.64%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	9.71%
Otros orgánicos (estérilcol de animales menores , huesos y similares)	15.56%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>9.18%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>1.41%</b>
Bianco	0.48%
Periódico	0.35%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.57%
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>1.38%</b>
Bianco (liso y cartulina)	0.40%
Marrón (Corugado)	0.88%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.11%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>0.48%</b>
Transparente	0.26%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.09%
Otros (vidrio de ventana)	0.13%
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>2.57%</b>
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.36%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )	0.35%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.09%
PP-polipropileno (5) (baldes, sillas, rafla, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.53%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogur, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.18%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.07%
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.13%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>2.92%</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	2.70%
Acero	0.00%
Fierro	0.15%
Aluminio	0.07%
Otros Metales	0.00%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.15%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jébe</b>	<b>0.13%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>21.91%</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	0.81%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/baños sanitarios, excretas de mascotas.)	12.92%
Pilas	0.02%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.31%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	7.65%
Restos de medicamentos	0.13%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.02%
Otros residuos no categorizados	0.04%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

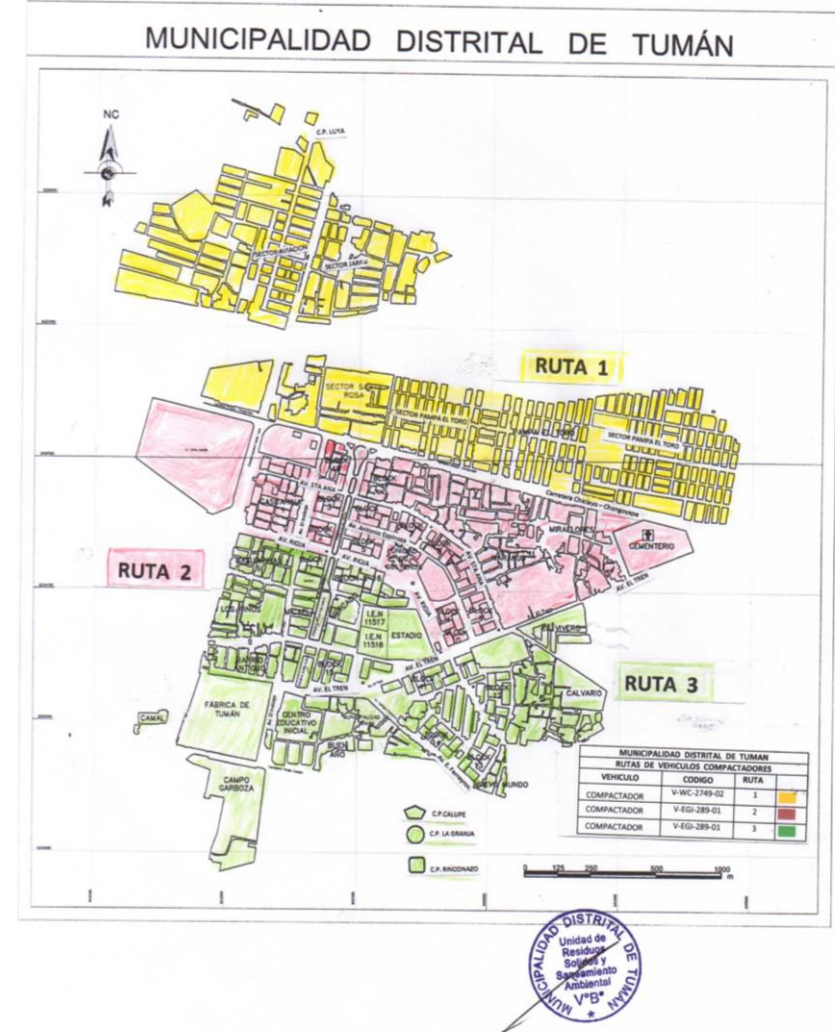
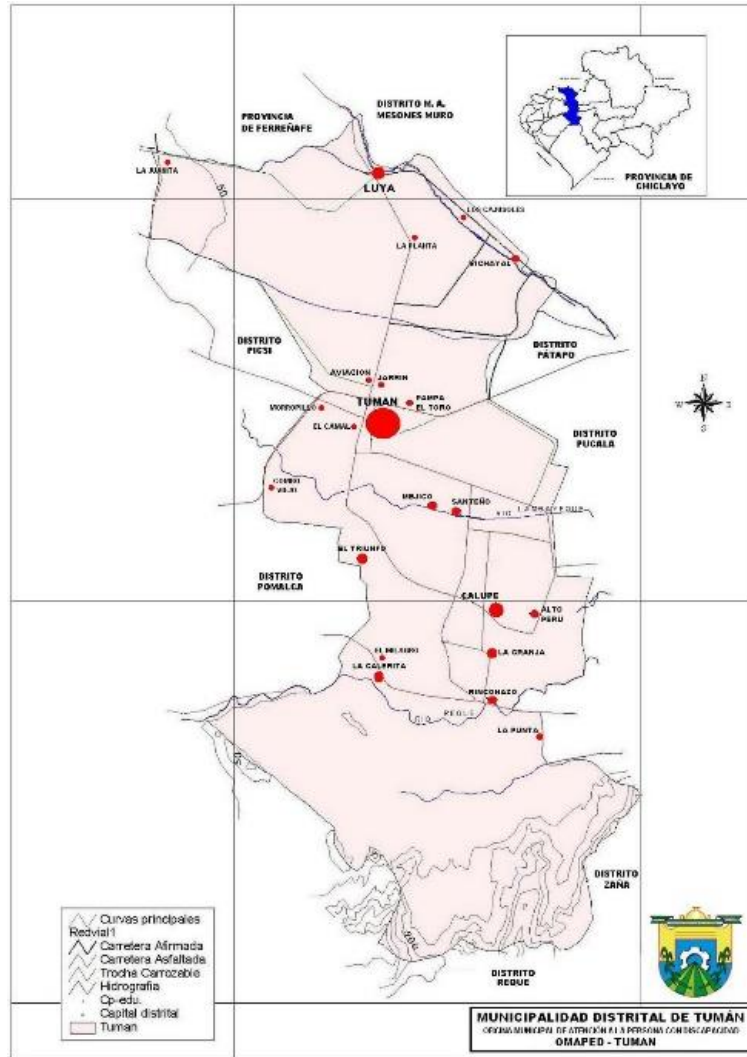
Fuente: Municipalidad del distrito de Tumbán [63]

**Anexo 4: Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 - tipo de residuos no domiciliarios en el distrito de Tumán**

TIPO DE RESIDUOS-NO DOMICILIARIOS- DISTRITO TUMAN 2019	PORCENTAJE
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>82.91%</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>74.53%</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	52.80%
Residuos de maizca y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	7.75%
Otros orgánicos (estriacol de animales menores, huesos y similares)	13.99%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>8.38%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>1.23%</b>
Blanco	0.39%
Periódico	0.39%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.46%
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>1.40%</b>
Blanco (iso y cartulina)	0.32%
Marrón (Corugado)	0.97%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.11%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>0.47%</b>
Transparente	0.12%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.11%
Otros (vidrio de ventana)	0.25%
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>2.53%</b>
PET–Tereftalato de polietileno (1) (acete y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.18%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )	0.51%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.07%
PP-polipropileno (5) (balde, lina, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.63%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de CDs, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.05%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.09%
<b>1.2.5. Tetra brík (envases multicapa)</b>	<b>0.11%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>2.49%</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	2.27%
Acero	0.00%
Hierro	0.12%
Aluminio	0.11%
Otros Metales	0.00%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.13%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jete</b>	<b>0.02%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>17.09%</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	0.70%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	9.80%
Pilas	0.02%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.19%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	6.22%
Restos de medicamentos	0.08%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.05%
Otros residuos no categorizados	0.02%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Municipalidad del distrito de Tumán [63]

Anexo 5: Plano del distrito de Tuman



Fuente: Municipalidad del distrito de Tuman [42], [64]

### Anexo 6: Cantidad de casas en el distrito de Tumbán

DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas II	Desocupadas
140120	DISTRITO TUMBÁN			27 782	13 478	14 304	9 240	8 509	731
0001	TUMBÁN	Chala	71	23 335	11 290	12 045	7 596	7 004	592
0002	LUYA	Chala	89	699	337	362	383	331	52
0003	VICHAYAL	Chala	92	225	114	111	86	78	8
0004	PLANTA ELECTRICA	Chala	79	4	4	-	3	3	-
0005	PUNTE HERMOSA (CAMPO ALIAGA)	Chala	63	61	28	33	18	18	-
0006	POTRERO (EL NARANJO)	Chala	73	78	45	33	31	30	1
0009	CALUPE	Chala	76	1 425	673	752	438	402	36
0010	LA HUMEDAD	Chala	71	6	3	3	5	5	-
0011	SANTÉÑO	Chala	80	72	38	34	33	32	1
0013	EL TRIUNFO	Chala	72	248	118	130	78	76	2
0014	LA GRANJA	Chala	73	384	180	204	113	109	4
0015	LOS COCOS	Chala	83	3	1	2	1	1	-
0017	EL MILAGRO	Chala	79	34	13	21	17	14	3
0018	LA CALEPITA	Chala	58	80	43	37	45	40	5
0019	RINCONAZO	Chala	81	455	238	217	165	150	15
0020	LA PUNTA	Chala	81	183	98	85	57	54	3
0021	LOS CAJUSCOLES	Chala	91	159	81	78	55	54	1
0022	EL CARMEN	Chala	87	42	19	23	11	11	-
0023	COMBO VIEJO	Chala	70	24	13	11	10	10	-
0026	MORROPILLO NUEVO	Chala	76	157	84	73	48	48	-
0027	NUEVO MEXICO	Chala	84	48	25	23	12	12	-
0029	CRUCE EL MILAGRO	Chala	68	25	13	12	15	12	3
0030	SANTA TERESITA	Chala	70	23	11	12	13	8	5
0033	HUACA EL MONO	Chala	72	12	9	3	7	7	-

Fuente: Municipalidad del distrito de Tumbán [39], [41]

### Anexo 7: Residuos sólidos municipales

Tabla 3A. Generación per cápita

Distrito	Población Urbana del Distrito (hab) AÑO 2019	GPC domiciliaria (kg/hab/día)	Generación Domiciliaria (kg/día)	Generación No domiciliaria (kg/día)	Generación Municipal (kg/día)	GPC Municipal (kg/hab/día)
Tumbán	28 340	0,504	14 283,36	1 827	16 110,36	0,57

Fuente: Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 - Municipalidad del distrito de Tumbán [17]

### Anexo 8: Residuos sólidos en el distrito de Tumbán

Tabla 4A. Generación total de residuos sólidos en el distrito de Tumbán

Rubros	Unidad	Generación Per cápita	Generación total (t/día)	Generación total (t/año)
Domiciliaria	kg/ hab. /día	0,504	14,28	5 142,01
Establecimientos comerciales	kg/ estb. /día	1,41	0,60	217,26
Generación Per cápita en Hoteles	kg/ hotel /día	2,24	0,015	5,73
Mercado Municipal	kg/ estb. /día	575,285	0,575	209,98
Generación Per cápita en Restaurantes	kg/ rest. /día	2,25	0,154	56,26
Instituciones Públicas y Privadas	kg/ estb. /día	2,99	0,077	28,34
Instituciones Educativas	kg/alumno /día	0,04	0,241	87,82
Barrido de calles	kg/persona /día	13,21	0,157	57,35
Especiales	kg/ estb. /día	0,70	0,0081	3,10
TOTAL			16,107	5 808,52

Fuente: Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 - Municipalidad del distrito de Tumbán [17]

**Anexo 9: Tipo de rubros de los residuos sólidos en el distrito de Tumán**

**Tabla 5A. Densidad promedio**

<b>Rubros</b>	<b>Densidad Promedio kg/m<sup>3</sup></b>
Domiciliarios	172,34
Establecimiento Comerciales	150,40
Mercado Municipal	197,60
Instituciones Educativas	146,84
Instituciones Públicas y Privadas	112,49
Barrido de Calles	184,06
Densidad Promedio Aproximado	160,62

**Fuente:** Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 - Municipalidad del distrito de Tumán [17]

## Anexo 10: Plan de Valorización de residuos sólidos municipales 2020



**MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE TUMÁN**

**PLAN ANUAL DE  
VALORIZACION DE  
RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES  
2020**



### INDICE

1. Descripción del estado actual del Programa local de valorización de los residuos municipales (orgánicos e inorgánicos).
2. Implementación de la valorización de residuos sólidos municipales:
  - 2.1. Valorización de residuos sólidos inorgánicos municipales. Tener en cuenta los siguientes aspectos:
    - 2.1.1. Describir la forma en que la municipalidad implementará la valorización de residuos inorgánicos municipales, incluyendo los actores que intervendrán en cada una de las etapas: Segregación en la fuente (tipo y número de generadores), recolección selectiva y comercialización (asociaciones de recicladores, empresas operadoras de residuos sólidos o personal municipal).
    - 2.1.2. Describir las acciones de educación, sensibilización o información que se realizarán a los generadores de residuos sólidos inorgánicos municipales.
    - 2.1.3. Horarios y rutas priorizadas para la recolección selectiva que se utilizarán en el proceso (adjuntar el plano respectivo).
    - 2.1.4. Unidades que se utilizarán para la recolección selectiva, los equipos, herramientas y otros medios a utilizarse en la valorización de residuos sólidos inorgánicos municipales.
    - 2.1.5. Ubicación de los centros de acopio de residuos inorgánicos valorizados y los procesos que se realizan en el mismo.
    - 2.1.6. Ubicación de los centros de comercialización, donde se realiza la compra y venta de los residuos sólidos inorgánicos.
  - 2.2. Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. Tener en cuenta los siguientes aspectos:
    - 2.2.1. Describir a los generadores de residuos sólidos orgánicos municipales que participarán en el proceso.
    - 2.2.2. Describir las acciones de educación, sensibilización o información que se realizarán a los generadores de residuos sólidos orgánicos municipales.
    - 2.2.3. Horarios y rutas priorizadas para la recolección selectiva que se utilizarán en el proceso (adjuntar el plano respectivo).
    - 2.2.4. Unidades que se utilizarán para la recolección selectiva, los equipos, herramientas y otros medios a utilizarse en la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. Describir la tecnología utilizada.
    - 2.2.5. Ubicación de la planta de valorización de residuos orgánicos valorizados y los procesos que se realizan en el mismo. Área total, Croquis y descripción de la distribución de los ambientes, señalando el material de construcción.
3. Cronograma de intervención.
4. Presupuesto.

## PLAN ANUAL DE VALORIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

### 5. ANEXOS

- 5.1. Plano de la ruta de recolección selectiva de la zona priorizada (en formato PDF).
- 5.2. Registro de viviendas, establecimientos comerciales, instituciones públicas o privadas que participaron efectivamente de la segregación en la fuente y recolección selectiva, según el Anexo 03-A, 03-B, 03-C, 03-D y 03-E de la presente Guía.
- 5.3. Plano de distribución de la planta de valorización de residuos orgánicos municipales, donde se muestre los ambientes y metrados de los mismos.
- 5.4. Fotos fechadas y georreferenciadas de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.

### 1. DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA LOCAL DE VALORIZACION DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES (organicos e inorganicos).

- El programa local de valorización de los residuos sólidos municipales en lo que se refiere a los residuos inorgánicos en el distrito de Tumbes se viene trabajando con 02 Asociaciones de Recicladores; la Asociación de Recicladores de Tumbes y Centros Poblados- ARTUCP con Titulo N° 2010-00061931 y la Asociación de Recicladores FLASH con Titulo N° 2017-02005116 formalizados ante la SUNARP.
- En la valorización de los residuos orgánicos la municipalidad lo asume por Administración Directa contratando a personal obrero para ejecutar dichas funciones.
- La cantidad de residuos sólidos inorgánicos valorizados en el año 2018 con las 02 Asociaciones de Recicladores se logró recuperar 104.87 y en año 2019 alrededor de 118.9 Toneladas de residuos inorgánicos entre Papel blanco, Papel mixto, PET, Cartón mixto, Plástico duro y Metales (chatarra) actualmente se viene trabajando con 2,220 predios entre viviendas y establecimientos comerciales.
- La cantidad de residuos orgánicos valorizados en el año 2019 fue de 5.9 toneladas considerando 04 fuentes generadoras: 01 mercado de abastos, 03 áreas verdes, 60 domicilios y 07 comercios.
- El Centro de Acopio de los residuos inorgánicos y la planta de valorización de los residuos orgánicos son de propiedad municipal actualmente se encuentran operativas, para los residuos inorgánicos tiene un área de 122.95 m2 con un perímetro de 45.56 ml, la planta de valorización de los residuos orgánicos tiene una área de 841.69 m2 con un perímetro, de 118.96 ml, dividido en diferentes compartimientos para el flujo de operaciones, ambos recintos cuentan con servicios higiénicos, duchas y vestuario para el personal operativo.
- El Plan cuenta con un presupuesto en la Actividad 5006160 "Valorización de residuos sólidos municipales" del Programa Presupuestal 0036 "Gestión Integral de residuos sólidos"
- Las unidades de recolección selectiva, la municipalidad actualmente cuenta con 02 Trimovil o Motofurgón con capacidad de 1 tonelada cada uno que son utilizada específicamente para la recolección de los residuos sólidos municipales, para su valorización, actualmente se encuentran operativas.

## Residuos sólidos inorgánicos valorizados de enero a noviembre de 2019-DISTRITO DE TUMAN

n°	Tipo de residuos	Proceso	Cantidad de residuos (t/mes) en viviendas											Peso total (t)
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	
1	Papel blanco	Recolectado	0,2	0,18	0,22	0,27	0,2	0,21	0,28	0,23	0,21	0,26	0,29	2,55
		Comercializado							1,56	0,23	0,21	0,26	0,29	2,55
2	Papel mixto	Recolectado	0,35	0,4	0,3	0,32	0,25	0,45	0,53	0,5	0,37	0,4	0,3	4,17
		Comercializado							2,6	0,5	0,37	0,4	0,3	4,17
3	Cartón mixto	Recolectado	1,5	1,6	1,2	1,4	1,2	1,4	2	1,7	1,38	1,5	1,5	16,38
		Comercializado							2,5	4,7	3,38	3,2	2,6	16,38
4	PET	Recolectado	0,85	0,65	1,02	0,75	1	0,8	1,33	0,6	0,78	0,98	0,8	9,56
		Comercializado							1,5	1,5	1,78	2,18	2,6	9,56
5	Plástico duro	Recolectado	1,2	0,9	0,9	1,4	1,1	0,9	1,22	0,75	0,9	1	0,8	11,07
		Comercializado							2,1	2,1	2,1	2,5	2,27	11,07
6	Fe (Chatarra)	Recolectado	1,7	1,1	1	1,25	1	1,05	1,4	1,2	1,3	1,1	1,2	13,3
		Comercializado							1,2	2,8	3,3	3,2	2,8	13,3
Peso total de residuos recolectados en viviendas (t)													57,03	
Peso total de residuos comercializados en viviendas (t)													57,03	
n°	Tipo de residuos	Proceso	Cantidad de residuos (t/mes) en establecimientos (1)											Peso total (t)
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	
1	Papel blanco	Recolectado	0,26	0,25	0,4	0,6	0,5	0,27	0,6	0,28	0,4	0,28	0,5	4,34
		Comercializado							2,88	0,28	0,4	0,28	0,5	4,34
2	Papel mixto	Recolectado	0,47	0,35	0,41	0,35	0,6	0,46	0,65	0,55	0,8	0,8	0,65	6,09
		Comercializado							1,19	1,5	1,2	1,1	1,1	6,09
3	Cartón mixto	Recolectado	1,36	1,1	1,4	1,5	1,4	1,1	1,8	0,98	1,05	1,3	1,15	14,14
		Comercializado							2,4	3,1	3	2,84	2,8	14,14
4	PET	Recolectado	1,05	1,1	1,2	1	1,1	0,9	1,6	1	0,85	0,9	0,9	11,6
		Comercializado							2,1	2,5	2,85	2,1	2,05	11,6
5	Plástico duro	Recolectado	0,9	1,3	0,8	0,9	1,2	1,3	1,75	1,1	0,98	1,15	1,1	12,48
		Comercializado							2	2,1	2,8	2,9	2,68	12,48
6	Fe (Chatarra)	Recolectado	0,68	0,98	1	1,3	1,1	1,2	1,9	1,28	1,1	1,38	1,3	13,22
		Comercializado							1,9	2,9	2,54	2,9	2,98	13,22
Peso total de residuos recolectados en establecimientos (t)													61,87	
Peso total de residuos comercializados en establecimientos (t)													61,87	
PESO TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO (RECOLECTADOS) (t)													118,9	
PESO TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO (COMERCIALIZADO) (t)													118,9	

## Reporte de toneladas de residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido de JUNIO a NOVIEMBRE de 2019 - Distrito de TUMAN

N°	Residuo origen	Proceso	CANTIDAD DE RESIDUOS (t/mes)						Peso total
			JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	
1	MERCADO	Recolectado	0,037	0,951	0,56	0,52	0,55	0,65	3,268
		Valorizado(%)	0,034	0,945	0,55	0,51	0,54	0,6	3,179
		Producto obtenido	0,02	0,567	0,33	0,306	0,324	1,36	2,907
2	AREAS VERDES	Recolectado	0,017	0,329	0,188	0,18	0,198	0,22	1,132
		Valorizado	0,016	0,329	0,17	0,18	0,19	0,22	1,105
		Producto obtenido	0,001	0,2	0,102	0,108	0,114	0,12	0,645
3	DOMICILIOS Y RESTAURANTES	Recolectado	0,024	0,55	0,302	0,283	0,27	0,32	1,749
		Valorizado	0,023	0,539	0,295	0,27	0,26	0,3	1,687
		Producto obtenido	0,013	0,3232	0,177	0,162	0,156	0,16	0,9912
Peso total recolectado (t)								6,149	
Peso total valorizado (t)								5,971	
Peso total del producto obtenido (t)								4,5432	

2. IMPLEMENTACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES:

2.1. Valorización de residuos sólidos inorgánicos municipales. Tener en cuenta los siguientes aspectos:

2.1.1. Describir la forma en que la municipalidad implementará la valorización de residuos inorgánicos municipales, incluyendo los actores que intervendrán en cada una de las etapas: Segregación en la fuente (tipo y número de generadores), recolección selectiva y comercialización (asociaciones de recicladores, empresas operadoras de residuos sólidos personal municipal).

- Unidad responsable de la implementación.

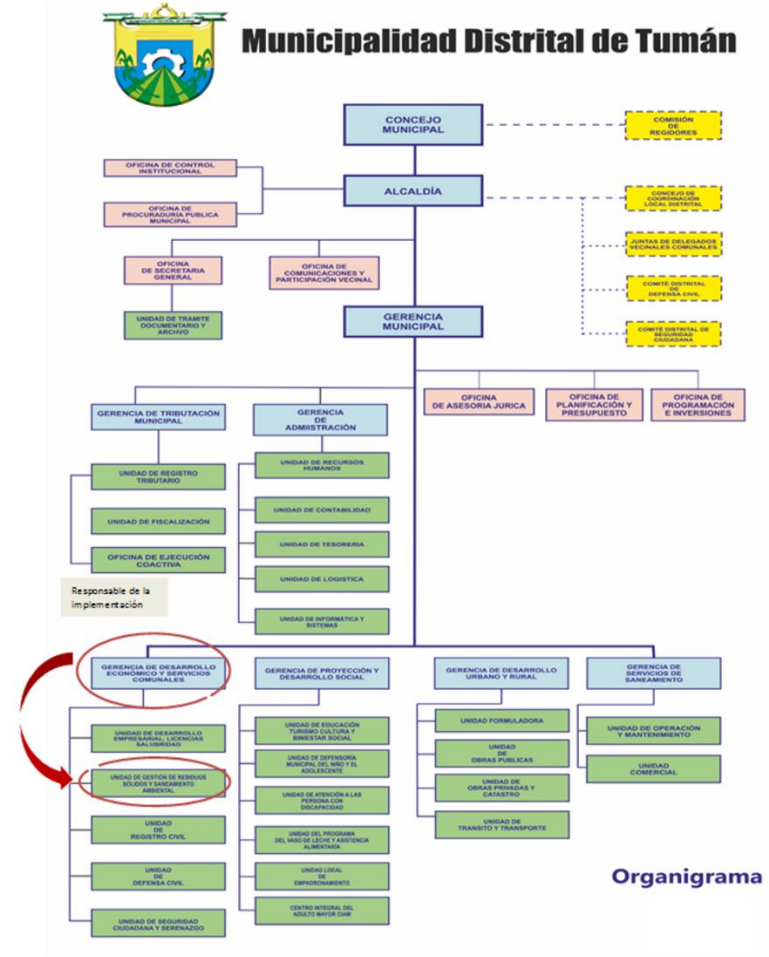
El responsable de la implementación estará a cargo de la Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales, a través de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos y Saneamiento Ambiental. En Gerencia trabajan 02 personas Administrativos, el Gerente y la Secretaria, en la Unidad el Jefe, 04 Choferes y 40 obreros de Limpieza Pública.

El organigrama de la Municipalidad se detalla en el GRAFICO N° 01

CUADRO N°01: PERSONAL RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACION DE LA SEGREGACION

GERENCIA/UNIDAD	CARGO	N° DE TRABAJADORES	TOTAL
Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales	Gerente	01	02
	Secretaria	01	
Unidad de Gestión de Residuos Sólidos y Saneamiento Ambiental	Jefe	01	45
	Choferes	04	
	Obreros de Limpieza	40	
			47

GRAFICO N°01: UNIDAD RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACION DE LA SEGREGACION



- **Descripción de los participantes involucrados de la implementación.**  
Se trabajará en la segregación en la fuente con una participación efectiva total de 2,220 entre Viviendas y Establecimientos Comerciales. Se muestra CUADRO N° 02

CUADRO N°02: RESUMEN DE PARTICIPANTES EFECTIVOS EN SEGREGACION

N°	TIPO DE GENERADOR	CANTIDAD	ZONA/ SECTOR
1	VIVIENDAS	2,220	CERCADO
2	ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES	20	CERCADO
<b>TOTAL</b>		<b>2,261</b>	<b>CERCADO</b>

La relación de todos los participantes efectivos se muestra en los ANEXOS.

- **Estimar cantidad de residuos inorgánicos.**  
Es importante conocer previamente la composición y cuantificación de los residuos reaprovechables (inorgánicos) que se manejan en la segregación, para ello es importante tener en cuenta los resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito, porque en función a ello se debe identificar en el cuadro de composición física, los residuos que pueden ser reaprovechados porque existe una demanda y tienen un valor en el mercado del reciclaje.

Según el estudio de caracterización realizado en junio del 2019, los residuos reaprovechables con mayor valor de cambio en la canasta de precios del mercado del reciclaje que forman parte de la segregación son los siguientes:

- **Papel** : 1.41% (Blanco:0.48%;Periodico:0.35%;Mixto: 0.57%).
- **Cartón** : 1.38% (Blanco:0.48%;Corrugado:0.88%;Mixto:0.11%).
- **Plástico** : 2.57% (PET: 1.36%; Plástico duro: 1.13%).
- **Fe (Latas)** : 2.92% (Latas hojalatas: 2.70%; Fe, otros: 0.22%).

La valorización económica de los residuos reaprovechables identificados y con potencial de comercialización, se determina a partir de la canasta de precios del mercado local del reciclaje. Para efecto se debe considerar que según el Censo del INEI del 2017 el Distrito de Tumbán según proyección para el 2019 reporta 7,085 viviendas urbanas, pero dentro de la segregación se viene trabajando con 2,220 viviendas urbanas representando un total de 31.3%.

CUADRO N° 03: RESIDUOS INORGÁNICOS REAPROVECHABLES SEGÚN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN COMPOSICIÓN DE REAPROVECHABLES INORGÁNICOS			
N°	REAPROVECHABLES INORGÁNICOS	Peso Kg	Composición %
1	Papel blanco tipo bond	1.10	0.48
2	Papel Mixto	2.1	0.92
3	Cartón mixto y corrugado	2.25	0.99
4	PET Botellas plásticas transparentes	3.10	1.36
5	Plástico Duro	2.55	1.13
6	Latas y tapas de lata y otros (Fe)	6.65	2.92
<b>TOTAL</b>		<b>17.75</b>	<b>7.8</b>

FUENTE: ESTUDIO DE CARACTERIZACION JUNIO 2019

En seguida se detalla la cantidad de viviendas participantes

<b>Total, de Viviendas urbanas en el Distrito</b>	:	<b>7,085</b>
<b>N° de viviendas participando en el Programa</b>	:	<b>2,220</b>
<b>% de viviendas participantes</b>	:	<b>31.3%</b>
<b>Generación Per Cápita</b>	:	<b>0.504 (Kg/ha/día)</b>

La cantidad de residuos que genera la población participante se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 4: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS QUE GENERA LA POBLACIÓN PARTICIPANTES EN LA SEGREGACION – AÑO 2020

Viviendas que participan	Habitantes por Viviendas	Población proyectada	GPC Kg/habitante/día	Generación total de Residuos Sólidos Ton/día
A	B	C = A X B	D	E = C x D / 1000
2,220	5	11,100	0.504	5.6

- **Identificar las zonas de intervención en donde se ubican los participantes.**  
Para la implementación de la segregación se ha realizado el análisis para maximizar la eficiencia de las rutas de recolección, frecuencia, empleo de personal, entre otros elementos; con el fin de brindar un nivel de servicio apropiado, satisfacer los reglamentos técnicos, cumplir las condiciones de seguridad laboral y de salud ocupacional, y completar el servicio de recolección con el menor costo posible.

- **Sectores.** La zona de intervención para la implementación de la Segregación se ha dividido en 3 Sectores teniendo en consideración algunos sectores donde se genera de acuerdo al estudio de caracterización la mayor generación de residuos sólidos reaprovechables con valor de cambio, mayor disposición para participar en proyectos de diversos índole realizados por la Municipalidad y el fácil acceso para los vehículos con avenidas y calles anchas.

Los Sectores seleccionados son los siguientes:

- **SECTOR 1** : (Sectores Pampa El Toro, Santa Rosa, Aviación y Jarrín)
- **SECTOR 2** : (Sectores Casuarinas I y II, Barrio Antiguo, Los Pinos, Av. Micaela Bastidas, Mariátegui y Blocks 1, 2,3 y 18).
- **SECTOR 3** : (Sectores Acapulco, El Naranjo, Cruz del Calvario, Blocks 4,5,6,7,8,9, 10,11,12,13,14, 15, 16,17 y Urb. Juan Velasco)

En total en la zona seleccionada comprende un total de 2,220 viviendas y 41 predios de generadores no domiciliarios, haciendo un total de 2,261 predios participantes.

- **Recolección Selectiva.** La recolección selectiva en domicilios como en generadores no domiciliarios se realizará en forma mixta donde participaran los Recicladores formalizados y personal obrero de la municipalidad, supervisados por la Entidad Edil. La vivienda participante o giro de negocio separa los residuos inorgánicos en tacho plástico de color azul o bolsa plástica y lo entrega al personal de la Municipalidad.  
Durante la puesta en marcha de la recolección selectiva se estará verificando en campo la aplicación de los distintos diseños operacionales como son: La participación de la población en la segregación de sus residuos y calidad del servicio así como el cumplimiento de las rutas, frecuencia y horarios de recolección por parte de los operarios.
- **Reaprovechamiento.** Los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables son diferenciados y organizados dentro del local de acondicionamiento ubicado en el Sector El Camal de propiedad Municipal, luego son empacados y pesados en sacos de polietileno y almacenados en el local de la municipalidad para que la Asociación de Recicladores proceda su comercialización.
- **Comercialización:** El destino final de los productos inorgánicos reaprovechables producto de la segregación lo comercializará la Asociación de Recicladores FLASH con RUC N° 20604720070, que son llevados a la Provincia de Chiclayo y Lambayeque para su comercialización. Entre ellas tenemos: Empresa COMERCIALIZADORA EXPORTADORA INBC SRL., ubicada en la Carretera Panamericana Km.776.5, Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, Empresa RECUPERADOS INDUSTRIALES MENDOZA SRL., ubicado en Calle los Gorriones N° 385 Pueblo Joven San José

Obrero, Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque y RECICLADORA BENAVIDES, ubicado en Calle Sánchez Cerro S/N Sector Acapulco-Tumán.

### 2.1.2. *Describir las acciones de educación, sensibilización o información que se realizarán a los generadores de residuos sólidos inorgánicos municipales.*

Se realizarán las siguientes actividades:

- **Empadronamiento y sensibilización a las viviendas y generadores no domiciliarios.** Antes de la recolección de los residuos reaprovechables se llevará cabo el empadronamiento y la sensibilización a los vecinos que vienen participando en forma efectiva en la Segregación; para ello se empleará la metodología de “visita casa por casa” conjuntamente con la entrega de material. El contacto directo con el vecino nos va permitir:
  - Informar acerca del funcionamiento de la Segregación, beneficios que origina y la forma de participación.
  - Dar consejos prácticos para una adecuada segregación: enjuagar envases, aplastar envases a fin disminuir volumen, cuidar que envases de vidrio no se rompan, entre otros.
  - Se entregaran volantes, dípticos, trípticos y sticker e indicar con ayuda de estos materiales ejemplos de residuos reciclables que deben segregarse, así como el día, hora y responsable de recojo.
  - Solicitar datos de la vivienda y del vecino según lo requiera el Formato de Registro de Viviendas y de generadores no domiciliarios.
  - Absolver cualquier pregunta o duda del vecino y tomar nota de sus sugerencias.
  - Se efectuaran talleres de capacitación con visita de campo con los resultados del año pasado y de algunas experiencias exitosas.

### 2.1.3. *Horarios y rutas priorizadas para la recolección selectiva que se utilizarán en el proceso (adjuntar el plano respectivo).*

- **Rutas.** La zona de intervención se ha dividido en 3 sectores tomando como referencia los grupos habitacionales, Avenidas, calles, Blocks y urbanizaciones para asignarle a cada sector un día, frecuencia y horario de recolección para luego establecer el diseño de la ruta de acuerdo al número de viviendas por sector.  
Se ha considerado 3 tipos de rutas.
  - **Ruta de traslado.** Es el recorrido de la Moto furgón desde que sale del centro de acopio, hasta que llega a la zona de inicio de ruta de recolección.
  - **Ruta de recolección.** Es la que recorre el vehículo desde el inicio de la ruta de recolección hasta el final de la misma, realizando la recolección de los

residuos segregados por las viviendas, comercios u otros generadores no domiciliarios de la zona programada.

- **Ruta de transporte.** Es la que recorre el vehículo una vez terminado la operación de recolección o el vehículo ya se encuentra lleno, desplazándose hacia el centro de acopio o lugar de comercialización según sea el caso, para realizar la descarga o venta de los residuos recolectados.
- **Horarios y Frecuencia.** El horario establecido es de 11.30 a.m. a 2:00 p.m. en forma interdiaria.
- **Lunes, miércoles y viernes.** Block 4, 5, 7, 10,11, 12, 13, 14, 17 y 18, Unidad de Solteros, Casuarinas II Etapa, Los Pinos, Urbanización Juan Velasco, Av. El Tren, Pampa El Toro, Sector Santa Rosa, Aviación y Jarrín.
- **Martes, jueves y sábado.** Block 1, 2, 3, 6, 8, 9, 15, 16, Micaela Bastidas, Casuarinas I Etapa, Sector Mariátegui, Barrio Antiguo, Los Chalet, Sector El Arco Av. El Trabajo y Sector Buen Año.

**2.1.4. Unidades que se utilizarán para la recolección selectiva, los equipos, herramientas y otros medios a utilizarse en la valorización de residuos sólidos inorgánicos municipales.**

- **Equipamiento del Servicio.** La Municipalidad hará uso de 02 Motos furgones para el transporte de los residuos que es de propiedad municipal. Los equipos de protección que utilizaran los operarios para el servicio son: guantes de jebe y cuero, mascarillas con filtro recargable, gorro, chalecos protectores y sacos de polietileno para la recolección y almacenamiento. De igual forma se cuenta con una balanza digital electrónica con 300 Kg de capacidad.

**2.1.5. Ubicación de los centros de acopio de residuos inorgánicos valorizados y los procesos que se realizan en el mismo.**

El centro de acopio de los residuos inorgánicos se encuentra ubicado en el Sector denominado "El Camal" de la ciudad de Tumbán, Se tiene un área de 122.95 m<sup>2</sup>, con un perímetro total de 45.56 m, en dicho recinto se maneja los siguientes residuos inorgánicos municipales distribuidos de la siguiente manera:

- o Papel y Cartón.
- o PET.
- o Plástico duro.
- o Metales.

En dicha planta se realiza las actividades de Recepción de los residuos sólidos valorizados, la segregación y selección, empacado y pesado en sacos de polietileno para luego realizar el acondicionamiento según tipo de residuo valorizado y finalmente realizar la comercialización de dichos residuos.

**2.1.6. Ubicación de los centros de comercialización, donde se realiza la compra y venta de los residuos sólidos inorgánicos.**

- Empresa COMERCIALIZADORA EXPORTADORA INBC SRL., ubicada en la Carretera Panamericana Km.776.5, Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.
- Empresa RECUPERADOS INDUSTRIALES MENDOZA SRL., ubicado en Calle los Gorrones N° 385 Pueblo Joven San José Obrero, Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.
- RECICLADORA BENAVIDES, ubicado en Calle Sánchez Cerro S/N Sector Acapulco- Distrito Tumbán, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

**2.2. Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. Tener en cuenta los siguientes aspectos:**

**2.2.1. Describir a los generadores de residuos sólidos orgánicos municipales que participarán en el proceso.**

Las fuentes priorizadas son las siguientes:

Domicilios: 60 viviendas principalmente generan restos de cocina, cascaras de frutas, y estiércol de animales menores (aves, cuyes y conejos).

Mercado de abastos Tumbán: El distrito cuenta con 01 mercado de abastos que actualmente genera aproximadamente 372 Kilos de materia orgánica por día con 685 puestos.

Comercios: 07 giros comerciales (bodegas y tiendas) que generan restos de comida, verduras y frutas.

Fuentes de limpieza de áreas verdes: se ha considerado 03 fuentes de áreas verdes las más importantes del distrito que generan poda grass y poda de arbustos y malezas.

Se ha considerado 04 fuentes generadoras de residuos orgánicos municipales principalmente de la zona urbana y que se encuentren cercas a la planta de tratamiento con vías de acceso y cercanas a la planta piloto de compostaje.

En el Cuadro N°05 se muestra el resumen de la fuente de generación de los residuos orgánicos municipales.

CUADRO N°05: RESUMEN DE FUENTES DE GENERACION DE RESIDUOS ORGANICOS MUNICIPALES

N°	FUENTE DE GENERACION	CANTIDAD	Ton/día (materia orgánica)	ZONA/ SECTOR
1	MERCADO DE ABASTOS TUMAN	01	0.372	CERCADO
2	AREAS VERDES	03	0.042	CERCADO
3	DOMICILIOS	60	0.128	CERCADO
4	COMERCIOS	07	0.014	CERCADO
<b>TOTAL</b>		<b>71</b>	<b>0.555</b>	<b>CERCADO</b>

**2.2.2. Describir las acciones de educación, sensibilización o información que se realizarán a los generadores de residuos sólidos orgánicos municipales.**

Para la sensibilización y educación de los generadores de residuos orgánicos municipales se realizaran las siguientes actividades:

- Se realizarán visitas personalizadas a las viviendas participantes y a los predios generadores No Domiciliaria, explicándoles los objetivos y la capacitación técnica correspondiente. Además, se les entregará dípticos o trípticos con la información básica del programa.
- Se confeccionarán Banner alusivos a la Segregación.
- Se efectuaran talleres de capacitación con visita de campo con los resultados del año pasado y de algunas experiencias exitosas.

**2.2.3. Horarios y rutas priorizadas para la recolección selectiva que se utilizarán en el proceso (adjuntar el plano respectivo).**

El planteamiento de rutas que se viene trabajando con ayuda del plano catastral del área de Catastro de la Municipalidad distrital, identificándose las principales fuentes generadores de residuos orgánicos municipales se ha diseñado las rutas y horario.

El horario de recolección de los residuos orgánicos es de 7:30 a.m. a 11:30 a.m., de lunes a sábado.

**2.2.4. Unidades que se utilizarán para la recolección selectiva, los equipos, herramientas y otros medios a utilizarse en la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. Describir la tecnología utilizada.**

Para la recolección selectiva de los residuos sólidos orgánicos, la municipalidad actualmente cuenta con 01 Trimovil o Motofurgón con capacidad de 1 tonelada que será utilizada específicamente para la recolección de los residuos sólidos

orgánicos municipales para su valorización, actualmente se encuentran operativas. El equipo que se utilizará se detalla a continuación:

- ✓ 01 Balanza Analítica de 300 kg. con plataforma.
- ✓ 03 Palanas.
- ✓ 02 Rastrillos.
- ✓ 02 Escobas.
- ✓ 02 regaderas
- ✓ 100 metros de manguera para riego.
- ✓ 02 Zarandas.
- ✓ 02 Carretillas.
- ✓ 300 Sacos de polietileno para recolección.
- ✓ 300 Sacos para compost.
- ✓ 300 Sacos para Humus.
- ✓ 01 termómetro digital.
- ✓ 01 Motofurgón para recolección y transporte

Equipos de Protección Personal:

- ✓ 06 Chalecos.
- ✓ 06 Gorros
- ✓ 12 Lentes protectores.
- ✓ 12 pares de guantes de lona.
- ✓ 12 pares de guantes de jebe.
- ✓ 12 mascarillas de doble filtro.
- ✓ 06 pares de botas de jebe.
- ✓ 06 mandiles.
- ✓ 01 Gln de alcohol
- ✓ 01 Gln de jabón líquido

**Tecnología a implementar.**

El tratamiento que se dará a la materia orgánica generados por los domicilios, comercios y mantenimiento de áreas verdes, será la tecnología del **compost**, como principal componente y adicionalmente el humus, que consiste en degradar a la materia orgánica en un determinado tiempo controlando la temperatura y la humedad, culminado esta fase este producto (compost) sirve como alimento para obtener el Humus que es el estiércol de la producción de lombrices.

**2.2.5. Ubicación de la planta de valorización de residuos orgánicos municipales valorizados y los procesos que se realizan en el mismo. Área total, Croquis y descripción de la distribución de los ambientes, señalando el material de construcción.**

**Nombre del área:** Centro de Compostaje Municipal.

**Dirección:** Sector 8 "El Camal" Ciudad de Tuman.

**Propiedad:** Municipal.

**Administración:** Municipal.

Cuadro de Coordenadas UTM - WGS 84-Planta de valorización

VERTICE	LADO	ESTE	NORTE
01	V1 – V2	642760.00	9253473.00
02	V2 – V3	642760.00	9253510.00
03	V3 – V4	642782.00	9253510.00
04	V4 – V1	642782.00	9253473.00

- Área total del terreno donde se desarrolla el piloto.**  
 El área del terreno donde se desarrolla el Centro de Compostaje tiene un área total de 841.69 m<sup>2</sup>, con un perímetro de 118.96 ml, área suficiente para proyección a futuro y desarrollar la valorización sin ningún inconveniente.
- Croquis y descripción de la distribución de los ambientes, señalando el material de construcción.**  
 El cerco perimétrico es con base de cemento y muros de adobe, sus compartimientos se encuentran divididos con palos de Guayaquil sombra de esteras y calamina, la sombra de los lechos o camas de tratamiento tienen sombra natural con árboles de algarrobo. Las áreas se describen a continuación:
  - Área de descarga de residuos orgánicos.: 22.2 m<sup>2</sup>.
  - Área de almacenamiento de herramientas: 12m<sup>2</sup>
  - Área de tamizado pesado y empaque: 52.7 m<sup>2</sup>.
  - Área de composteras: 151.2 m<sup>2</sup>.
  - Área de lombricultura: 44.37 m<sup>2</sup>.
  - Área de parcelas demostrativas de verduras y leguminosas: 65.4m<sup>2</sup>.
  - Área de vestuario y servicios higiénicos: 9.1m<sup>2</sup>.
  - Área de jardín: 10.84m<sup>2</sup>.
  - Área de circulación y patio de maniobras: 336.7m<sup>2</sup>.

### 3. CRONOGRAMA DE INTERVENCION.

Actividades	Descripción	Indicadores		Año 2020 (en meses)					Responsable de ejecución
		Medida	Cantidad	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Coordinaciones generales.	Designación del responsable de la valorización. Coordinación con Equipo Técnico	Reunión	2						Gerencia Municipal
Elaboración del Plan Anual de Valorización.	Elaborar el Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Municipales.	Plan	1						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales
Aprobación del Plan Anual de Valorización	Aprobar el Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Municipales.	Informe	1						Alcaldía.
Capacitación al personal operativo.	Capacitar al personal de sensibilización y recolección selectiva (Asociación de Recicladores formalizados)	Taller de capacitación	1						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales
Sensibilización y capacitación a la población participante	Talleres de capacitación a los participantes en manejo de residuos sólidos	Talleres de capacitación	4						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales
Adquisición de equipos, herramientas y material para la implementación de la valorización de residuos sólidos municipales.	Lista de requerimiento de herramientas, materiales y otros insumos para la implementación	Informe de requerimiento	1						Unidad de Logística
Elaboración de planos de recolección selectiva de residuos municipales	Elaboración y Ploteo de planos para rutas efectivas de recolección	Nº de planos general	6						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales

## 4. PRESUPUESTO.

Según Cronograma de Intervención se tiene un presupuesto para el año 2020 de S/. 11,300.00 soles que comprende adquisición de insumos, materiales, equipos y servicios, se tiene en consideración que el presupuesto solamente abarca los bienes y servicios que faltan para la implementación ya que algunos bienes se han adquiridos años anteriores, las mismas que serán consignados en la Actividad "5006160: Valorización de residuos sólidos municipales" del Programa Presupuestal 0036: "Gestión Integral de Residuos Sólidos".

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)
<b>1.0</b>	<b>MATERIALES</b>				
1.1	Malla Raschel	Rollo	01	583.00	583.00
1.2	EPP. Equipo de Protección de Personal(mameluco, mascarilla, guantes, gorro, botas y lentes)	kit	08	150.00	1,200.00
1.3	Papel Bond A4	Millar	03	23.00	46.00
1.4	Tableros de madera	Und	05	8.00	40.00
1.5	Calaminas de (3.6m Lx 0.9m A)	Und	16	23.00	368.00
1.6	Pie derecho de 2.5 m.	Und	20	7.00	140.0
1.7	Alambre de amarre.	Kg.	05	5.00	25.0
1.8	Clavos de 2"	Kg.	02	4.00	8.0
1.9	Pintura esmalte negro	Gln	01	25.00	25.00
1.10	Thiner	Gln	01	15.00	15.00
1.11	Guayaquil	Unid	10	10.00	100.00
<b>2.0</b>	<b>SERVICIOS</b>				
2.1	Personal	Unid	05	400.00 x 4 horas x día x 4 meses	8,000.00
2.2	Impresión de folletería	Millar	02	150	300.00
2.3	Impresión de Sticker	Millar	02	150	300.00
2.4	Ploteo de planos a color A0	Unid	05	30	150.00
	<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>11,300.00</b>

Actividades	Descripción	Indicadores		Año 2020 (en meses)					Responsable de ejecución
		Medida	Cantidad	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Empadronamiento de viviendas, Instituciones, mercados, e identificación a áreas verdes.	Empadronar viviendas, Instituciones, mercados e identificar las áreas verdes que participaran en la valorización efectiva de residuos sólidos municipales.	Registro de predios empadronados	1						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales
Diseño e impresión de materiales de comunicación ambiental	Materiales de comunicación y sensibilización	Informe de materiales impresos	1						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales
Recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos.	Recolección de los generadores participantes	Toneladas de residuos recolectados	17.22						Obreros de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos y Saneamiento
Recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos.	Recolección de los generadores participantes	Toneladas de residuos recolectados	5.69						Obreros de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos y Saneamiento
Monitoreo y evaluación	Realizar informe de evaluación de la implementación.	Informe de monitoreo.	2						Gerente de Desarrollo Económico y Servicios Comunales, Coordinador Plan de Incentivos y Gerente Municipal.
Elaborar el informe de implementación.	Formulación, redacción de acuerdo a los criterios establecidos en la Guía de Meta 3.	Informe de implementación.	1						Gerencia de Desarrollo Económico y Servicios Comunales.

PLAN ANUAL DE VALORIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES - DISTRITO DE TUMAN - 2020

207

## 5. ANEXOS. ( SE ADJUNTA RESOLUCION DE ALCALDIA N° 174-2020-MDT/A)

**Fuente: Plan anual de valorización de residuos sólidos municipales 2020 - Municipalidad del distrito de Tumán [65]**

## Anexo 11: Diagnóstico de recolección de residuos sólidos municipales distrito de Tuman - 2021

### DIAGNÓSTICO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DISTRITO DE TUMAN-2021.

#### 1. Tipo de recolección:

**Directa.** El servicio de recolección se realiza con vehículos y personal de la municipalidad distrital de Tuman.

#### 2. Vehículos: 02 vehículos compactadoras

##### 2.1. Código:

- V-WC-2749-02 (Vehículo compactador VOLVO Placa: WC-2749)
- V-EGI-289-01 (Vehículo compactador VOLKSWAGEN Placa: EGI-289)

##### 2.2. Tipo de vehículo: Compactadoras.

##### 2.3. Capacidad: 01 Compactadora VOLVO de 12.0 m<sup>3</sup> y 01 Compactadora VOLKSWAGEN de 16.0 m<sup>3</sup>

##### 2.4. Relación de compactación: Compactadoras de 3-1

CODIGO	TIPO DE VEHICULO	CAPACIDAD	RELACION DE COMPACTACION
V-WC-2749-02	Compactador Volvo	12.0 m <sup>3</sup>	3 - 1
V-EGI-289-01	Compactador Volkswagen	16.0 m <sup>3</sup>	3 - 1

#### 3. Componentes del servicio de recolección:

##### 3.1. Rutas: Tres Rutas: Ruta 01, Ruta 02 y Ruta 03

##### 3.2. Unidad de recolección: Con códigos

##### 3.3. Frecuencia de recolección: Diaria

##### 3.4. Turno: Mañana y tarde

##### 3.5. Horario: **MAÑANA:** Inicio: 5.00 am- Final:1:00 pm; **TARDE:** Inicio: 2:00 pm - Final: 7:45 pm.

##### 3.6. Repaso: No.

##### 3.7. Incluir planos de recolección. (Ver planos adjuntos)

RUTA	UNIDAD	FRECUENCIA	TURNO	HORARIO	REPASO
01 (*)	V-WC-2749-02	Diaria	Mañana	5:00 am - 1:00 pm	No
02 (**)	V-EGI-289-01	Diaria	Tarde	2:00 pm - 7:45 pm	No
03 (**)	V-EGI-289-01	Diaria	Mañana	5:00 pm - 1:00 pm	No

(\*): 01 TURNO DE LUNES A SABADO (\*\*): 02 TURNOS DE LUNES A SABADO Y DOMINGO 01 TURNO MAÑANA.



**Proceso de recolección:** Se describe las tareas y acciones realizadas en el servicio diario de recolección, identificando la planificación de la actividad, cobertura y dificultades existentes en el distrito.

- **Inicio de Recolección.** En esta etapa el vehículo se abastece de combustible así como el personal debe estar completo con sus equipos de protección para iniciar la faena de recolección de los residuos municipales.
- **Proceso de Recolección.** En esta fase el vehículo inicia la recolección según su Ruta establecida hasta el final de la misma, recolectando los residuos de viviendas, comercios, áreas verdes y del barrido de calles que se encuentran en avenidas o calles asfaltadas. Se tiene identificados 03 Rutas.
- **Proceso de Transporte.** Es el recorrido del vehículo compactador una vez finalizado la recolección y se encuentra lleno de residuos para desplazarse hacia el botadero para su disposición final.
- **Planificación.** Las 02 compactadoras que se vienen utilizando están debidamente planificadas las acciones que cada vehículo debe cumplir según su Ruta, que involucra Sectores, Calles y Avenidas.
- **Cobertura.** Cuando los vehículos compactadores están en buenas condiciones y no presentan fallas mecánicas la cobertura del servicio de recolección llega al 100%, pero si presentan fallas la cobertura baja hasta 70% a nivel de todas la Rutas establecidas.
- **Dificultades existentes.** Las principales dificultades del servicio de recolección son las fallas mecánicas de los vehículos recolectores uno de ellos ya cumplió su vida útil y tienen que ser renovado, otra dificultad es la poca cultura de la población que no respeta los horarios establecidos y dispone sus residuos por la noche en las aceras o después que el vehículo recolector ha pasado por su sector.

**RESPONSABLE DEL ÁREA DE GESTIÓN Y MANEJO DE RRSS:**

FIRMA

:

  
MUNICIPALIDAD CANTONAL DE TUMAN  
*Sixto Lalopú Silva*  
Ing<sup>o</sup> Sixto Lalopú Silva  
JEFE UNIDAD RESIDUOS SOLIDOS  
Y SANÉAMIENTO AMBIENTAL

NOMBRES Y APELLIDOS : SIXTO LALOPU SILVA

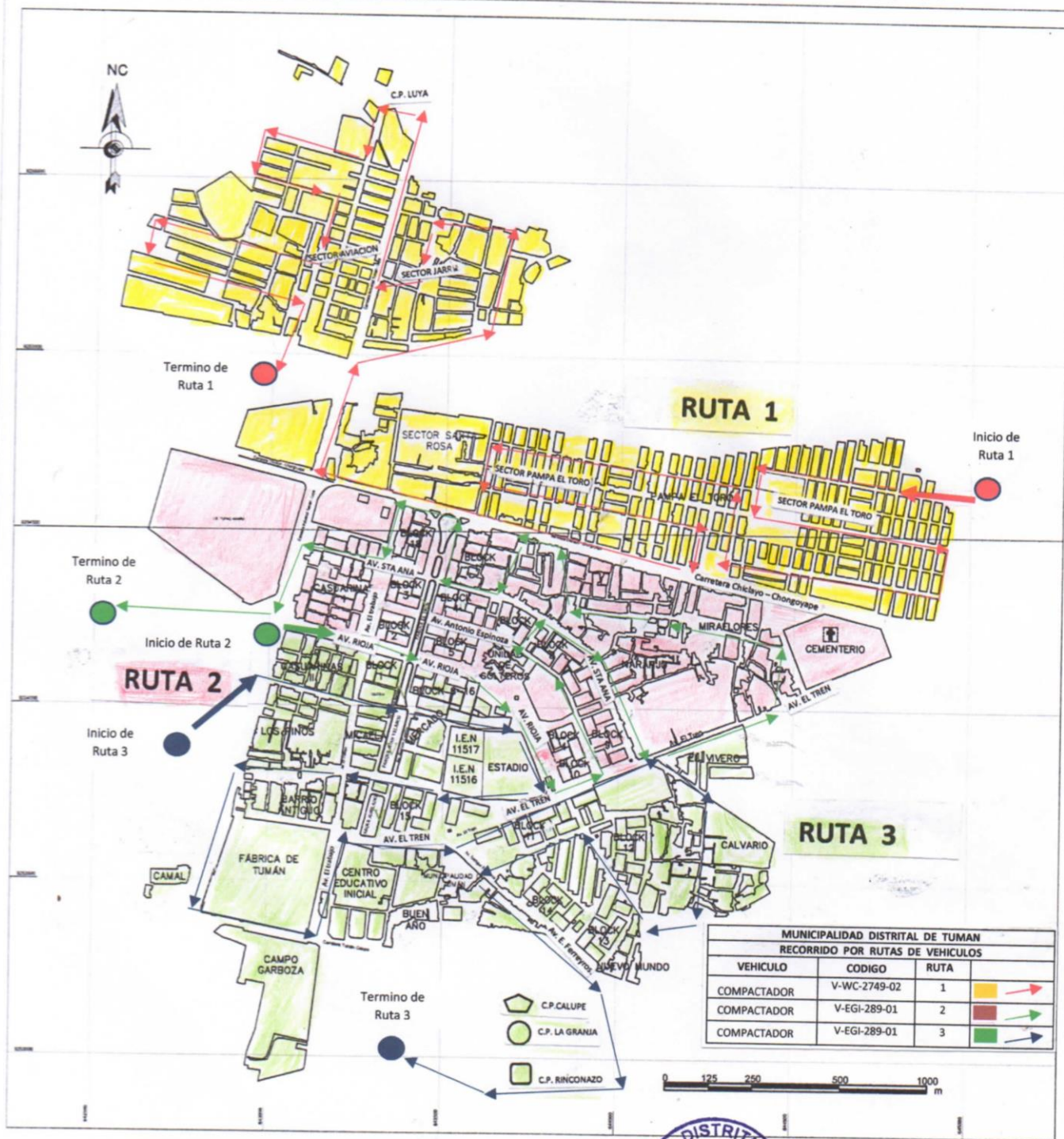
DNI

: 16585582

FECHA

: 24 - ABRIL - 2021

# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUMÁN



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUMAN RECORRIDO POR RUTAS DE VEHICULOS			
VEHICULO	CODIGO	RUTA	
COMPACTADOR	V-WC-2749-02	1	
COMPACTADOR	V-EG-289-01	2	
COMPACTADOR	V-EG-289-01	3	



Fuente: Diagnóstico de recolección de residuos sólidos municipales distrito de Tuman 2021 [42]

## Anexo 12: Matriz de Leopold

### Tabla 6A. Puntuación

Impactos Negativos						Impactos Positivos					
Magnitud			Importancia			Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2	Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4	Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5	Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6	Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8	Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Fuente: Adaptado de Garmedia A. *et al.* [43]

## Anexo 13: Compost

### Tabla 7A. Características generales

	Compost	Observación
Características	Temperatura	Estable
	Color	Marrón oscuro o negro ceniza
	Olor	Sin olor desagradable
	pH	7,3 – alcalino
	Humedad	30% – 40%
	Tamaño máximo de partícula	<= 16 mm
	C/N	>=20
	Nº de termófilos	decreciente a estable
	Respiración	0 < 10 mg/g compost
	Media	0 < 7.5 mg/compost
	COD	< 700 mg/g (peso seco)
	ATP	decreciendo a estable
	CEC	> 60 meq. /100 libre de cenizas
	Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose-estable
	Polisacáridos	< 30-50 mg glúcidos/g. peso seco
Reducción de azúcares	35%	
Germinación	< 8	
Nemmatodes	Ausentes	
Densidad	<= 700 kg/m3	
Composición	Nitrógeno	1,5% – 2,0%
	Fósforo	0,15% – 0,30%
	Azufre	0,3% – 0,9%
	Potasio	0,35% – 1%
	Calcio	2,0% – 6,0%
	Magnesio	0,5% – 2,5%
Propiedades	Mejora las propiedades físicas del suelo.	
	Aumenta capacidad de retención de agua.	
	Aumenta contenido de macro y micronutriente.	
	Aumenta diversidad de microorganismos. La población microbiana es un indicador de fertilidad del suelo.	
Vida útil	Si es que se cumple con las adecuadas condiciones ambientales tiene un periodo de vida extenso	
Requerimientos de calidad (Valores permisibles de microorganismos patógenos)	Coliformes fecales	< 1000 NMP (Número más probable) por gramos de compost, en base seca
	Salmonella sp	3 NMP en 4 g de compost, en base seca
	Huevos de helmintos viables	1 en 4 g de compost, en base seca

Fuente: Elaboración propia. En base a Garmedia [43].

## Anexo 14: Calidad de compost

Tabla 8A. Parámetros

Parámetros	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación FAO	Norma Técnica Peruana 201.207.2020 - Abono uso agrícola	Norma Técnica Chilena
Humedad	30 – 40 %	-	30 – 45 %
Conductividad eléctrica	-	2 - 4 dS/m	3 - 8 dS/m
pH	6,5 - 8,5	7,0 - 8,3	5,0 - 8,5
Relación C/N	10,1 - 15,1	-	≤ 25,0 - ≤ 30,0
Cadmio	-	-	120 - 600 ppm
Cobre	-	-	100 - 1 000 ppm
Cromo	-	-	120 <sup>A</sup> - 600 <sup>B</sup> ppm
Plomo	-	-	120 <sup>A</sup> - 300 <sup>B</sup> ppm
Zinc	-	-	200 <sup>A</sup> - 2000 <sup>H</sup> ppm
Fósforo	0,1 - 1,0 %	0,4 - 1,0 %	-
Potasio	0,3 - 1,0 %	0,6 - 1,5 %	-

\*A, B, C – compost Clase A, B y C, respectivamente

Fuente: Elaboración propia. En base a Castillo [66].

## Anexo 15: Oferta

Tabla 9A. Análisis

Años	Producción (t)	Importación (t)	Total (t)
2018	16 784,3	2 138,66	18 922,96
2019	15 854,0	2 088,65	17 942,65
2020	17 242,2	2 769,39	20 011,59
2021	17 618,24	3 178,14	20 796,38
2022	17 659,18	3 195,28	20 854,46

Fuente: Ministerio de Agricultura de Riego – Sistema Integrado de Estadística Agraria [53].

## Anexo 16: Cálculo para determinar la oferta histórica de residuos sólidos orgánicos del distrito de Tumán (2018 – 2022)

Al realizar el cálculo para determinar la oferta histórica de residuos sólidos orgánicos del distrito de Tumán periodo 2018 al 2022 se tendrá en cuenta la fórmula en [54], la cual, es:

$$\begin{aligned}
 &\text{Generación residuos sólidos domiciliarios} = \text{Generación per cápita} * \text{Población} \\
 &= \left( \text{Generación per cápita} \frac{\text{kg}}{\text{hab} * \text{día}} \right) * \left( \frac{365 \text{ días}}{1000 \text{ kg}} \right) * 1 \text{ tonelada} * n \text{ hab primer año} \\
 &= \left( 0,57 \frac{\text{kg}}{\text{hab} * \text{día}} \right) * \left( \frac{365 \text{ días}}{1000 \text{ kg}} \right) * 1 \text{ tonelada} * (28101) \\
 &= 5 846,41 \text{ toneladas} * 68,91\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Generación residuos sólidos domiciliarios} = 4 047,97 \text{ t de RSO}$$

$$\% \text{ de participación de RSO} = \left( \frac{\text{n de hab} * \text{Generación per cápita} \left( \frac{\text{n} \frac{\text{kg}}{\text{hab}}}{\text{día}} \right) * 365 \text{ días}}{1000 \text{ kg}} \right) * \% \text{ de RSO}$$

El cuadro es el siguiente:

**Tabla 10A. Cálculo para determinar la oferta histórica (2018 – 2022)**

Año	Número de habitantes	Generación per cápita (0,57 kg/hab/día)	1000 kg (/)	365 días (*)	Residuos sólidos orgánicos (68,91%)
2018	28 235	16 093,95	16,09	5 874,29	4 047,97
2019	28 340	16 153,80	16,15	5 896,14	4 063,03
2020	28 349	16 158,65	16,16	5 897,91	4 064,25
2021	28 351	16 160,26	16,16	5 898,50	4 064,65
2022	28 354	16 161,88	16,16	5 899,09	4 065,06

**Fuente: Elaboración propia**

Según el análisis previo, a continuación se presenta un cuadro resumen de los datos correspondientes a los años 2018 a 2022:

**Tabla 11A. Resumen**

Año	Generación de RSO (t/año)
2018	4 047,97
2019	4 063,03
2020	4 064,25
2021	4 064,65
2022	4 065,06

**Fuente: Elaboración propia**

### **Anexo 17: Cálculo para obtener la cantidad de compost generado (2024 – 2028)**

Para hallar la población en el periodo 2024 – 2028 se tiene en cuenta la fórmula de [54], explicada a continuación:

$$Pa = \text{Población ultimo censo} * (1 + tcp/100)^n$$

Donde:

- Pa = población actual.
- n = número de años entre el último censo y el presente año.
- Tcp % = tasa de crecimiento entre últimos dos censos, obtenida del INEI. En [67] se señala que la tasa de crecimiento promedio anual urbana del 2007 y 2017 es de 1%.
- En el año 2019, se hizo el Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 - Municipalidad del distrito de Tumbán [17], el cual, se brindó el número exacto de habitantes.

Tabla 12A. Cálculo para hallar el número de habitantes

INDICADORES	AÑOS												
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Población del último censo	28101	28215	28215	28340	28340	28340	28340	28340	28340	28340	28340	28340	28340
N # de años del último censo			1		3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tcp% Tasa de crecimiento entre últimos 2 censos			1%		1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
			28235		28349	28351	28354	28357	28360	28363	28366	28368	28374

Fuente: Elaboración propia

Para poder hallar la cantidad de desechos sólidos orgánicos se realiza la siguiente tabla:

Tabla 13A. Proyección de la oferta RSO

Año	Número de habitantes	Generación per cápita (0,57 kg/hab/día) (*)	1000 kg (/)	365 días (*)	Proyección de la oferta RSO (t/año) (68,91%)
2024	28 360	16 165,11	16,17	5 900,27	4 065,87
2025	28 363	16 166,73	16,17	5 900,86	4 066,28
2026	28 366	16 168,34	16,17	5 901,45	4 066,69
2027	28 368	16 169,96	16,17	5 902,04	4 067,09
2028	28 374	16 173,20	16,17	5 903,22	4 067,91

Fuente: Elaboración propia

En [22, p. 123] se indica que, en la planta piloto destinada a la producción de compost, se descartará un promedio del 5% de la materia prima, distribuyéndose en dos etapas: un 3% será desechado antes de comenzar el proceso de compostaje y el 2% restante se eliminará tras el proceso de tamizado. Además, se señala que, al inicio del proyecto, no se anticipa la recolección del 100% de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios generados. Por esta razón, se establece que el porcentaje de recolección en los dos primeros años será del 45%, mientras que en los siguientes dos años alcanzará el 50%, y este patrón continuará incrementándose progresivamente.

Tabla 14A. Residuos sólidos orgánicos a usar en toneladas

Año	Generación residuos sólidos orgánicos (68,91%)	% de recojo	Residuos sólidos orgánicos a utilizar (t/año)	Residuos sólidos orgánicos a usar menos el 3% de descarte
2024	4 065,87	45%	1 829,64	1 774,75
2025	4 066,28	45%	1 829,83	1 774,93
2026	4 066,69	50%	2 033,34	1 972,34
2027	4 067,09	50%	2 033,55	1 972,54
2028	4 067,91	55%	2 237,35	2 170,23

Fuente: Elaboración propia

Se propone convertir la cantidad de desechos sólidos orgánicos (RSO) de toneladas a kilogramos para facilitar el cálculo de los insumos necesarios para la producción de compost.

**Tabla 15A. Residuos sólidos orgánicos a usar en kilogramos**

Año	Residuos sólidos orgánicos a usar menos el 3% de descarte	
	t/año	kg
2024	1774,75	1 774 753,56
2025	1774,93	1 774 931,03
2026	1972,34	1 972 342,80
2027	1972,54	1 972 540,04
2028	2170,23	2 170 228,02

Fuente: Elaboración propia

Además, Beingolea en [33, p. 40], considera que por cada 20,00 kilogramos de residuos orgánicos se le debe adicional 21,41 kilogramos de insumos. Por lo tanto, el cálculo para hallar la cantidad de materia prima e insumos se realizó mediante regla de tres simples para obtener 50 kg de compost y debemos utilizar la fórmula a continuación:

$$= 1\,774\,753,56 \text{ kg de RSO} * \frac{63,57 \text{ kg de insumos}}{50,00 \text{ kg de RSO}}$$

$$= 2\,256\,382,044 \text{ kg de insumos}$$

Por lo tanto, la tabla correspondiente a los años 2024 a 2028 se presentaría de la siguiente forma:

**Tabla 16A. Cantidad total de RSO + insumos para el proceso de compostaje (kg)**

Año	Residuos sólidos orgánicos a usar menos el 3% de descarte (kg)	Insumos necesarios para el proceso de producción (kg)	RSO + insumos para el proceso de compostaje (kg)
2024	2 256 382,04	2 256 382,04	4 031 135,60
2025	2 256 607,68	2 256 607,68	4 031 538,71
2026	2 507 592,60	2 507 592,60	4 479 935,41
2027	2 507 843,36	2 507 843,36	4 480 383,40
2028	2 759 179,45	2 759 179,45	4 929 407,48

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que se considerará descartar 2% después del proceso de tamizado. Así, la proyección de la oferta se presenta de la siguiente manera:

Tabla 17A. Oferta de compost en toneladas

Año	RSO + insumos, menos el 2% para el proceso de compostaje (kg)	Oferta de compost en toneladas
2024	3 950 512,89	3 950,51
2025	3 950 907,94	3 950,91
2026	4 390 336,70	4 390,34
2027	4 390 775,73	4 390,78
2028	4 830 819,33	4 830,82

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 18: Productos sustitutos

Tabla 18A. Precios

Productos	Unidad de medida	Precio promedio (nuevos soles)			
		2017	2018	2019	2020
Abono Orgánico	Humus de lombriz	S/. 19,58	S/. 20,30	S/. 21,50	S/. 27,10
	Guano de la Isla	S/. 59,11	S/. 62,17	S/. 55,00	S/. 61,25
	Gallinaza	S/. 13,13	S/. 14,90	S/. 14,00	S/. 25,25
Fertilizantes	Abono Compuesto 20-20-20	S/. 90,50	S/. 98,05	S/97,50	S/101,10
	Cloruro de Potasio	S/. 88,65	S/. 84,50	S/86,60	S/89,65
	Fosfato di amónico	S/. 92,80	S/. 100,10	S/95,34	S/96,70
	Nitrato de amonio	S/. 79,45	S/. 70,30	S/81,50	S/81,70
	Sulfato de amonio	S/. 79,45	S/. 104,50	S/51,80	S/63,40
	Sulfato de potasio	S/. 132,65	S/. 159,30	S/127,80	S/136,50
	Sulfato de Magnesio y potasio	S/. 96,25	S/. 106,25	S/98,34	S/101,50
	Urea	S/. 64,25	S/. 67,95	S/53,60	S/61,14

Fuente: Elaboración propia. En base a Cachay [22].

## Anexo 19: Proceso de compostaje Takakura

Tabla 19A. Resultados del análisis en periodo de días

Análisis	Takakura		
	21 días	45 días	70 días
% Materia orgánica	22,90 ± 0,51	22,55 ± 0,69	21,32 ± 0,34
% C	12,72 ± 0,29	12,53 ± 0,38	11,84 ± 0,19
% N	1,02 ± 0,06	1,07 ± 0,01	1,07 ± 0,01
% P	0,59 ± 0,01	0,83 ± 0,06	0,62 ± 0,25
C/N	12,45 ± 0,42	11,74 ± 0,32	11,03 ± 0,08
pH	8,13 ± 0,15	7,77 ± 0,21	7,5 ± 0,0
Conductividad eléctrica dS/m	6,40 ± 1,00	5,29 ± 0,37	4,85 ± 0,20
% Humedad	50,34 ± 2,32	47,57 ± 3,26	46,65 ± 0,28
Densidad aparente kg/m <sup>3</sup>	392,80 ± 5,05	403,20 ± 5,83	479,74 ± 12,90
Porosidad %	89,97 ± 0,13	89,70 ± 0,15	87,68 ± 0,34
FAS %	68,55 ± 0,39	67,73 ± 0,46	61,70 ± 1,02

Fuente: Elaboración propia. En base a Iliquin [68].

### Anexo 20: Plan de producción de compost

Tabla 20A. Presentación de sacos de 50 kilogramos

Año	Periodo (Trimestre)	Producción en kilogramos	Producción en sacos de 50 kg	Ventas en sacos de 50 kg
2024	2024 - I		19 753	19 753
	2024 - II		19 753	19 753
	2024 - III	3 950 513	19 753	19 753
	2024 - IV		19 753	19 753
	<b>1 AÑO</b>		<b>79 010</b>	<b>79 010</b>
2025	2025 - I		19 755	19 755
	2025 - II		19 755	19 755
	2025 - III	3 950 908	19 755	19 755
	2025 - IV		19 755	19 755
	<b>2 AÑOS</b>		<b>79 018</b>	<b>79 018</b>
2026	2026 - I		21 952	21 952
	2026 - II		21 952	21 952
	2026 - III	4 390 337	21 952	21 952
	2026 - IV		21 952	21 952
	<b>3 AÑOS</b>		<b>87 807</b>	<b>87 807</b>
2027	2027 - I		21 954	21 954
	2027 - II		21 954	21 954
	2027 - III	4 390 776	21 954	21 954
	2027 - IV		21 954	21 954
	<b>4 AÑOS</b>		<b>87 816</b>	<b>87 816</b>
2028	2028 - I		24 154	24 154
	2028 - II		24 154	24 154
	2028 - III	4 830 819	24 154	24 154
	2028 - IV		24 154	24 154
	<b>5 AÑOS</b>		<b>96 616</b>	<b>96 616</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 21: Materia prima e insumos para la producción de compost (kilogramos/año)****Tabla 21A. Requerimiento anual**

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Requerimientos de materiales e insumos para una bolsa de 50 kg (kg)</b>	<b>% de participación</b>
Residuos sólidos orgánicos	59,38	0,483
Agua	17,81	0,145
Azúcar	0,15	0,001
Queso	0,89	0,007
Levadura	0,24	0,002
Yogurt	1,57	0,013
Sal	0,15	0,001
Naranja	0,59	0,005
Uva	0,89	0,007
Papaya	1,48	0,012
Manzana	0,74	0,006
Lechuga	0,74	0,006
Pepinillo	0,59	0,005
Col	0,59	0,005
Aserrín	29,69	0,241
Harina	5,94	0,048
Hojasca	1,48	0,012
<b>Total</b>	<b>122,95</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

Entonces, para la proyección del 2024 – 2028 de requerimientos de materia prima para la producción, necesitaremos

**Tabla 22A. Requerimiento anual, proyección del 2024 – 2028**

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Residuos sólidos orgánicos	1 774 753,56	1 774 931,03	1 972 342,80	1 972 540,04	2 170 228,02
Agua	632 335,00	632 398,23	702 734,97	702 805,24	773 240,39
Azúcar	5 269,46	5 269,99	5 856,12	5 856,71	6 443,67
Queso	31 616,75	31 619,91	35 136,75	35 140,26	38 662,02
Levadura	8 431,13	8 431,98	9 369,80	9 370,74	10 309,87
Yogurt	55 856,26	55 861,84	62 074,92	62 081,13	68 302,90
Sal	5 269,46	5 269,99	5 856,12	5 856,71	6 443,67
Naranja	7 099,01	7 099,72	7 889,37	7 890,16	8 680,91
Uva	10 648,52	10 649,59	11 834,06	11 835,24	13 021,37
Papaya	17 747,54	17 749,31	19 723,43	19 725,40	21 702,28
Manzana	8 873,77	8 874,66	9 861,71	9 862,70	10 851,14
Lechuga	8 873,77	8 874,66	9 861,71	9 862,70	10 851,14
Pepinillo	7 099,01	7 099,72	7 889,37	7 890,16	8 680,91
Col	7 099,01	7 099,72	7 889,37	7 890,16	8 680,91
Aserrín	1 053 891,66	1 053 997,05	1 171 224,94	1 171 342,07	1 288 733,98
Harina	210 778,33	210 799,41	234 244,99	234 268,41	257 746,80
Hojarasca	52 694,58	52 699,85	58 561,25	58 567,10	64 436,70

**Fuente: Elaboración propia**

## Anexo 22: Materia prima (kilogramos/año)

Tabla 23A. Disponibilidad

Año	Disponibilidad de materia prima (kg/año)	Materia prima requerida para el proceso (kg/año)
2024	1 829 642,84	1 774 753,56
2025	1 829 825,81	1 774 931,03
2026	2 033 343,10	1 972 342,80
2027	2 033 546,43	1 972 540,04
2028	2 237 348,48	2 170 228,02

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 23: Matriz de enfrentamiento de los factores de ponderación de la micro localización

*Ubicación geográfica.* Según la Municipalidad distrital de Tután, este distrito está situado a 54,7 km de la provincia de Chiclayo

*Ubicación física.* Con respecto a su extensión territorial es de 18 km y presenta una altitud de 56 msnm [38].

*Límites.* Al norte, limita al distrito de Manuel Mesones Muro de la provincia de Ferreñafe. Al este, limita con los distritos de Pucalá y Pátapo. Hacia el sur, colinda con los distritos de Reque, Cayaltí y Zaña. Por último, hacia el oeste, limita con los distritos de Pomalca y Picsi; todos ellos también en la provincia de Chiclayo [69].

*Conformación del territorio.* Cuenta con tres centros poblados urbanos: Tután, Calupe y Luya. Siete centros poblados rurales: Rinconazo, La Granja, El Triunfo, Vichayal, La Punta, Los Cajusoles y Morropillo Nuevo. Además, tiene cuatro caseríos: La Calerita, Potrero, Santeño y Puente Hermosa.

*Clima.* Cielo despejado, soleados y vientos presentes. La temperatura mínima será de 17 grados Celsius. Los vientos del sur soplan inicialmente de 30 a 50 km/h [70].

A continuación, presentamos las posibles alternativas de ubicación

- Chocupe se considera una ubicación viable para la planta de producción de compost, ubicada en la dirección LA-709 / Tután. Esta localización estratégica ayudaría a prevenir la contaminación y minimizar la generación de ruidos molestos. Además, cuenta con condiciones geográficas favorables al estar distante del área urbana, así como de zonas arqueológicas y monumentos históricos, lo que facilita su operación sin interferir ni afectar a la comunidad o a lugares de relevancia cultural.
- Pavillas es la ubicación propuesta para la planta de producción de compost, situada en la carretera que lleva al Centro Urbano de Luya, a aproximadamente 5,5 km del centro de Tután. Esta localización se beneficiaría de la proximidad de una vía de transporte, lo que facilitaría el movimiento de los camiones recaudadores de compost y de la materia prima necesaria.

Los factores a considerar para hallar la localización inmejorable de la planta de compost se basan en los siguientes factores:

**Tabla 24A. Factores**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
A	Disponibilidad de materia prima
B	Disponibilidad de mano de obra
C	Espacio para la expansión
D	Suministro de agua y energía
E	Cercanía al mercado de consumo
F	Factores ambientales

**Fuente: Elaboración propia. En base a Cachay [22].**

A continuación, se muestra la matriz de confrontación de los factores de ponderación para la micro localización, donde se califica cada criterio como “cumple” (1) o “no cumple” (0).

**Tabla 25A. Puntaje de los factores**

<b>Factores</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Puntaje</b>	<b>%</b>
A	X	1	0	0	0	1	1	8,33%
B	0	X	1	1	0	0	2	16,67%
C	0	1	X	1	1	0	3	25,00%
D	0	0	1	X	0	0	1	8,33%
E	0	0	1	1	X	1	2	16,67%
F	1	1	1	0	0	X	3	25,00%
<b>Total</b>							<b>12</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Con los porcentajes obtenidos, se determinará la alternativa más conveniente para la instalación de la planta productora de compost. Se utilizó una escala de calificaciones que clasifica las condiciones en categorías de malo, regular, bueno, muy bueno y excelente, con valores de 0, 1, 2, 3 y 4, respectivamente. A continuación, se aprecian los resultados de los factores ponderados para las ubicaciones seleccionadas.

Donde:

**C= Calificación, P= Puntaje**

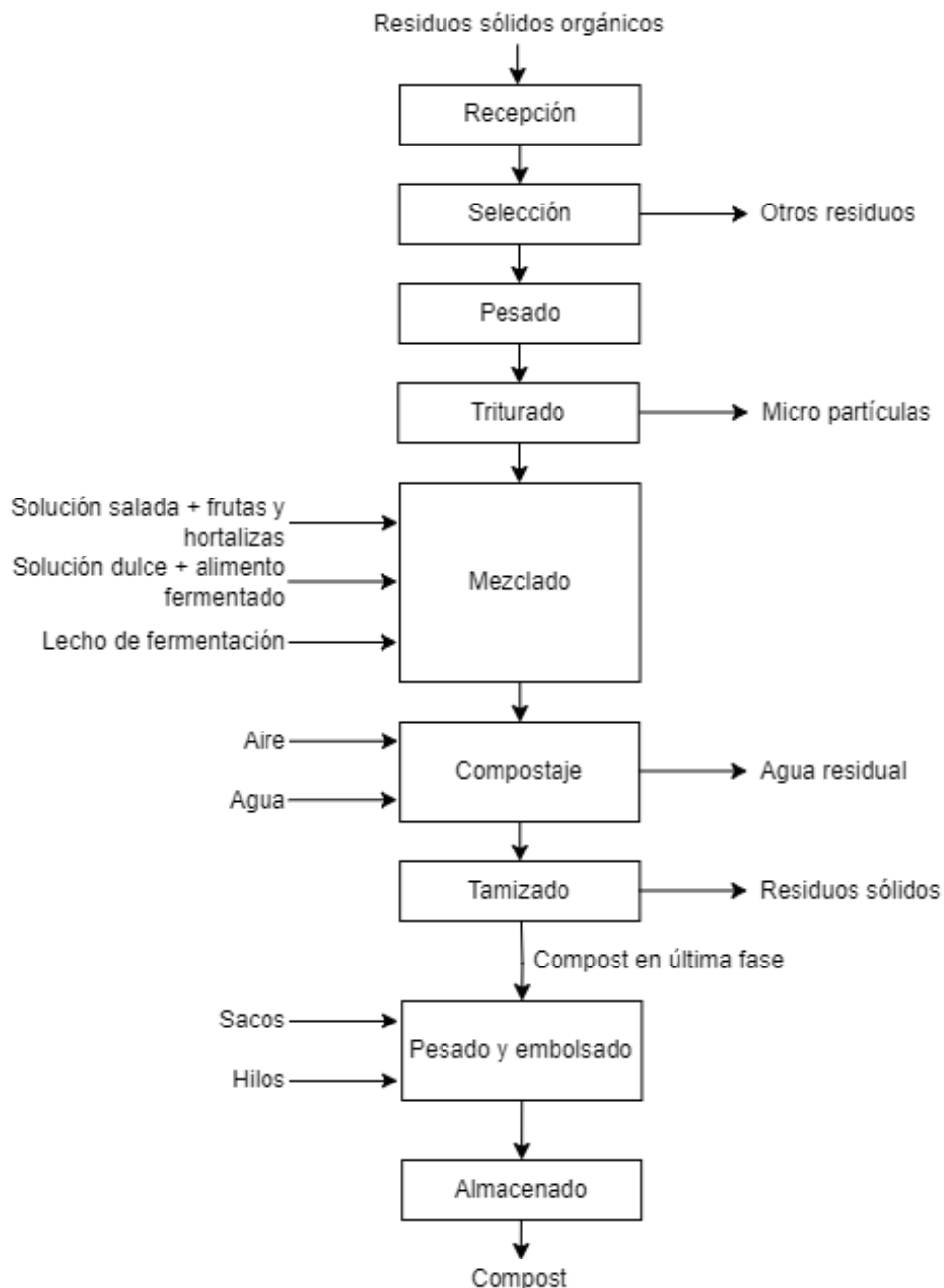
**Tabla 26A. Calificación y puntaje**

<b>Factores</b>	<b>Valor</b>	<b>Chocupe</b>		<b>Pavillas</b>	
		<b>Calificación</b>	<b>Puntos</b>	<b>Calificación</b>	<b>Puntos</b>
A	8,33%	2	0,17	1	0,08
B	16,67%	2	0,33	2	0,33
C	25,00%	2	0,50	2	0,50
D	8,33%	3	0,25	2	0,17
E	16,67%	3	0,50	3	0,50
F	25,00%	2	0,50	2	0,50
			<b>2,25</b>	<b>2,08</b>	

**Fuente: Elaboración propia**

Al comparar las distintas opciones, se concluye que la ubicación más idónea para la disposición de la planta procesadora de compost a partir de desechos orgánicos domiciliarios es en el distrito de Chocupe.

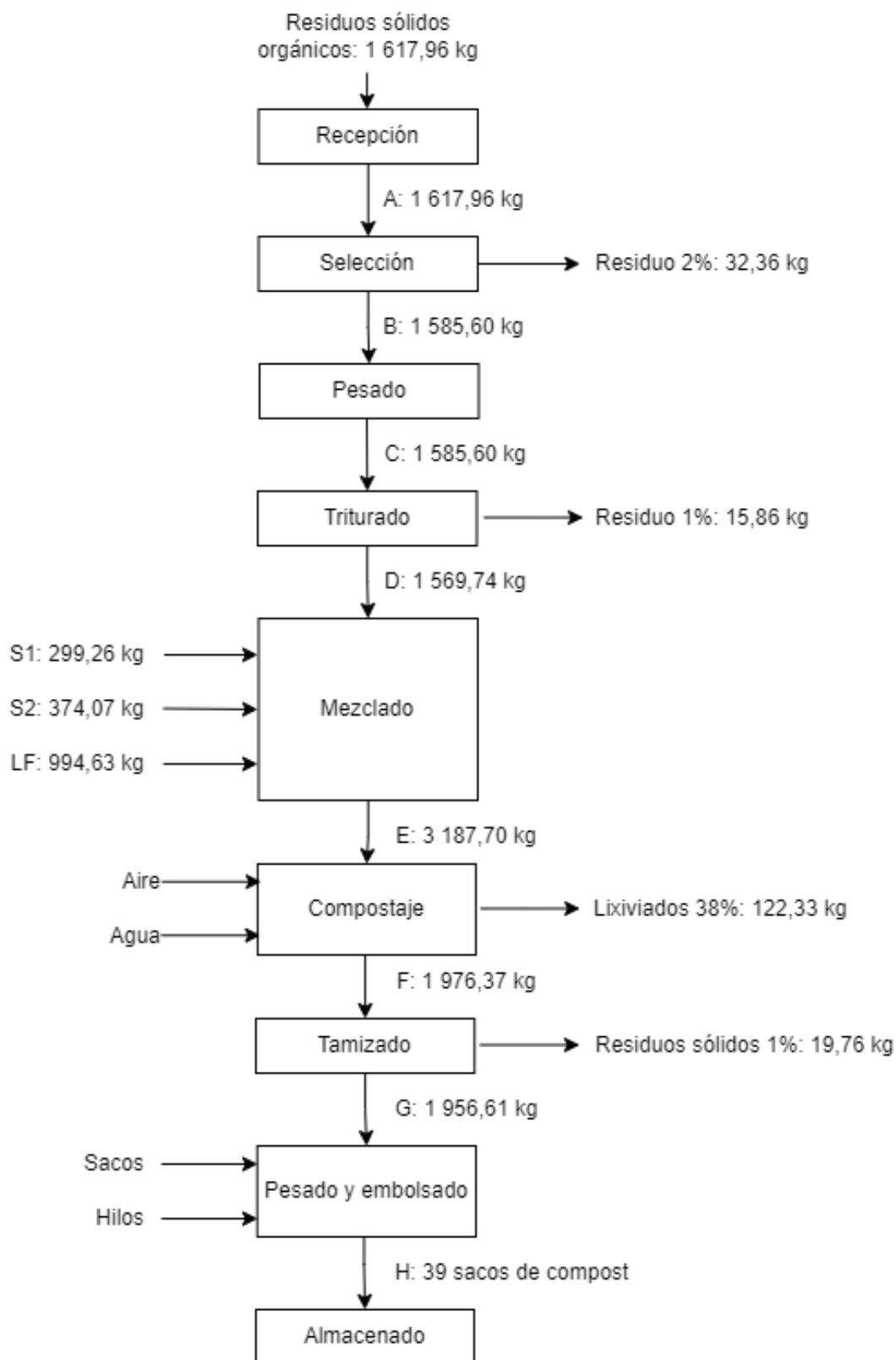
#### Anexo 24: Diagrama de bloques



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 25: Balance de masa

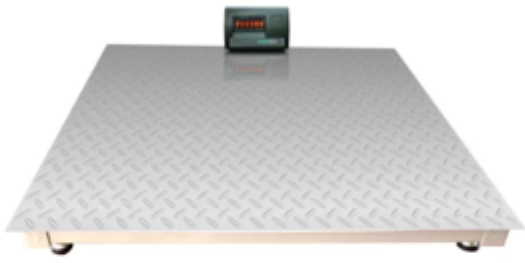
Para analizar el balance de materia, se consideró la capacidad diseñada, es decir, los 39 sacos por día.



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 26: Maquinaria para la producción de compost

### Tabla 27A. Balanza Industrial A12

Balanza Industrial A12			
			
<b>Fabricante</b>	Balanzas.pe		
<b>Procedencia</b>	Perú		
<b>Material</b>	Plataforma de plancha estriada 3/16 acero al carbón reforzada con canales de tipo «U»		
<b>Capacidad</b>	5 toneladas		
<b>Dimensiones</b>	Ancho	1,5	m
	Largo	2	m
	Altura	0,2	m
<b>Otros</b>	Temperatura de operación	0°- 40°C	
	Batería interna recargable	6 VDC/4AH	

Fuente: Elaboración propia. En base a Balanzas.pe [71].

### Tabla 28A. Molino eléctrico

Molino eléctrico - Corn Grain Feed Hammer Mill			
			
<b>Fabricante</b>	Corn Grain Feed Hammer Mill		
<b>Procedencia</b>	China		
<b>Material</b>	Acero inoxidable		
<b>Capacidad</b>	5 toneladas		
<b>Dimensiones</b>	Ancho	1,5	m
	Largo	1	m
	Altura	1,0	m
	Peso	700	kg
<b>Otros</b>	Tamaño del producto final	1-25	mm
	Motor	6,5	hp

Fuente: Elaboración propia. En base a Alibaba.com [72].

Tabla 29A. Volteadora de compost

## Volteadora de compost



<b>Fabricante</b>	CHINA SHUNXIN		
<b>Procedencia</b>	China		
<b>Velocidad de trabajo</b>	6-18m / min		
<b>Dimensiones</b>	Ancho	3,0	m
	Largo	4,2	m
	Altura	5,7	m
<b>Otros</b>	Potencia	Motor diesel HP	

Fuente: Elaboración propia. En base a China Shunxin – Máquina Ferlizante [73].

Tabla 30A. Tamiz vibratorio


## Tamiz vibratorio



<b>Fabricante</b>	Shanghai Jingxiang Heavy Machinery		
<b>Procedencia</b>	China		
<b>Material</b>	Acero inoxidable		
<b>Capacidad</b>	7,5 – 8 toneladas		
<b>Dimensiones</b>	Ancho	2,4	m
	Largo	1,8	m
	Altura	1,6	m
<b>Otros</b>	Potencia	5,5 kW	

Fuente: Elaboración propia. En base a de Shanghai Jingxiang Heavy Machinery Co [74].

Tabla 31A. Balanza electrónica

<b>Balanza electrónica</b>			
			
<b>Fabricante</b>	Balanzas.pe		
<b>Procedencia</b>	Perú		
<b>Material</b>	Acero inoxidable		
<b>Capacidad</b>	300		kg
<b>Dimensiones</b>	Ancho	0,5	m
	Largo	0,6	m
	Altura	1	m
<b>Otros</b>	Funcionamiento	Batería recargable	

Fuente: Elaboración propia. En base a Balanza.pe [71].

## Anexo 27: Energía eléctrica

Tabla 32A. Consumo de energía eléctrica total de la planta

Consumo de energía	Áreas		Und.	Tiempo de Operación			Consumo de energía (kW)		Consumo de energía total (kW. Día)
Maquinarias - Etapas del proceso productivo	Pesado	Plataforma industrial FE	1	8	h	Dispone de batería recargable	0,01	kw	0,05
	Triturado	Molino eléctrico	1	8	h	6,5 hp	4,85	kw	38,79
	Tamizado	Tamiz vibratorio	1	8	h	5,5 kW	5,50	kw	44,00
	Envasado	Balanza electrónica	1	8	h	Dispone de batería recargable	0,01	kw	0,07
<b>Consumo de energía eléctrica de maquinaria del proceso (kW. Día)</b>									<b>82,91</b>
Equipos - Áreas administrativas	Área de recepción	Laptop	1	8	h	25 W	0,03	kw	0,20
		Foco ahorrador	1	8	h	20 W	0,02	kw	0,16
	Oficina de gerencia y jefes de planta	Laptop	3	8	h	25 W	0,03	kw	0,60
		Impresoras	1	8	h	100 W	0,10	kw	0,80
		Teléfono	2	8	h	40 W	0,04	kw	0,64
	Área administrativa	Foco ahorrador	5	8	h	20 W	0,02	kw	0,80
		Foco ahorrador	4	8	h	20 W	0,02	kw	0,64
<b>Consumo de energía eléctrica equipos administrativos (kW. Día)</b>									<b>3,84</b>
<b>CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA TOTAL DE LA PLANTA (kW. Día)</b>									<b>86,75</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 28: Mano de obra directa

Tabla 33A. Requerimiento

Puesto	Nº de operarios
Recepción y pesado de materia prima	1
Selección de materia prima	1
Proceso de trituración	1
Mezclado de materia prima e insumos	2
Compostaje	3
Tamizado	1
Pesado de producto terminado	1
Sellado de sacos	2
Traslado al almacén	1
<b>Total</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 29: Distribución de planta

Para determinar el área total del patio de maniobras para la planta de compostaje, considerando las dimensiones del compactador.

$$= 16 \text{ m (largo)} * 8 \text{ m (ancho)}$$

$$= 128 \text{ m}^2$$

El radio de giro es tres veces las dimensiones del compactador de la Municipalidad de Tumán:

$$= 128 \text{ m}^2 * 3$$

$$= 384 \text{ m}^2$$

Para calcular el área necesaria para el almacenamiento de materia prima, es fundamental determinar el volumen de los desechos orgánicos recolectados diariamente, utilizando la densidad proporcionada en el Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 de la Municipalidad del distrito de Tumán [17]. Además, el dato de la materia prima es la proyección de RSO para el 2028, que es de 2 170 228,02 kg/año, se dividirá entre 312 días y da como resultado 6 955,86 kg/día. A partir de este volumen, podemos determinar el área necesaria considerando una altura de almacenamiento adecuada.

$$Volumen = \frac{masa}{densidad}$$

$$Volumen = \frac{6\,955,86\text{ kg/día}}{160,62\text{ kg/m}^3}$$

$$Volumen = 43,30\text{ m}^3 = 43,30\text{ m}^2$$

Para determinar el área necesaria para almacenar los insumos en sacos, usaremos las dimensiones del saco entre la cantidad diaria que se necesitará. Además, el dato de los kilogramos de insumos es la proyección de insumo para el 2028, que es de 2 759 179,45 kg/año, se dividirá entre 312 días y da como resultado 8 843,52 kg/día.

$$Volumen = \frac{masa}{densidad}$$

$$Volumen = \frac{8\,843,52\text{ kg/día}}{160,62\text{ kg/m}^3}$$

$$Volumen = 55,06\text{ m}^3$$

Según Cachay [22, p. 85] , se considerando que los sacos se apilarán a una altura máxima de 1,3 metros, a continuación, se determina la cantidad de sacos se pueden apilar en esa altura. Además, menciona que se adiciona 32 m<sup>2</sup>.

$$= \frac{55,06\text{ m}^3}{1,3\text{ m}} = 42,35\text{ m}^2 + 32,00\text{ m}^2 = 74,35\text{ m}^2$$

Para establecer el área que abarcarán las pilas de compostaje, se tendrá en cuenta el área de recepción de insumos y materia prima:

$$= 43,30\text{ m}^3 + 55,06\text{ m}^3$$

$$= 98,36\text{ m}^3$$

$$= 98,36\text{ m}^2$$

Dado que se considerarán 4 pilas de compostaje directo y otras 4 pilas adicionales para el volteo, debemos duplicar el área calculada anteriormente para acomodar todas las pilas.

$$= 98,36 \text{ m}^2 * 2$$

$$= 196,73 \text{ m}^2$$

Para establecer el área total requerida para las pilas de compostaje, se debe incluir el espacio necesario para la circulación del personal, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones:

$$= 196,73 \text{ m}^2 + (1,20 * 5 * 11)$$

$$= 262,73 \text{ m}^2$$

Para determinar el área de gerencia, administración, producción y logística, servicios higiénicos, comedor, control de calidad, limpieza y caseta de seguridad es fundamental considerar las dimensiones de todos las maquinarias y equipos necesarios.

**Tabla 34A. Fórmulas del cálculo de áreas según método de Guerchet**

Áreas	Fórmula
Área estática (Ss)	Largo * ancho
Área de gravitación (Sg)	Ss * N (número de lados de la máquina a usar)
Área de evolución (Se)	(Ss+Sg) * k
Área total (St)	(Ss+Sg+Se) * n (número de máquinas)

Fuente: Elaboración propia. En base a Castro [24].

**Tabla 35A. Área total de oficina de gerencia**

Elemento	Área de oficina de gerencia									Cantidad (n)	Área total
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St		
Sillón de gerente	0,80	0,62	1,19	0,50	1,00	0,50	0,88	0,87	1,87	1,00	1,87
Sillas de visita	0,55	0,55	0,87	0,30	1,00	0,30	0,88	0,53	1,14	2,00	2,28
Escritorio Persona	1,80	1,09	0,75	1,96	2,00	3,92	0,88	5,18	11,07	1,00	11,07
			1,65							1,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>15,21</b>
<b>Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)</b>											<b>0,94</b>
<b>Promedio de altura de equipos móviles (hEM)</b>											<b>1,65</b>
<b>K</b>											<b>0,88</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36A. Área total de oficina de producción

Área de oficina de producción											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Sillón	0,80	0,62	1,19	0,50	1,00	0,50	0,88	0,87	1,87	1,00	1,87
Sillas de visita	0,55	0,55	0,87	0,30	1,00	0,30	0,88	0,53	1,14	2,00	2,28
Escritorio	1,80	1,09	0,75	1,96	2,00	3,92	0,88	5,18	11,07	1,00	11,07
Persona			1,65							1,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>15,21</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											0,94
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,88</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37A. Área total de administración y logística

Área de oficina de administración y logística											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Sillón	0,80	0,62	1,19	0,50	1,00	0,50	0,88	0,87	1,87	1,00	1,87
Sillas de visita	0,55	0,55	0,87	0,30	1,00	0,30	0,88	0,53	1,14	2,00	2,28
Escritorio	1,80	1,09	0,75	1,96	2,00	3,92	0,88	5,18	11,07	1,00	11,07
Persona			1,65							1,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>15,21</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											0,94
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,88</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38A. Área total de servicio higiénico del personal administrativo

Área de servicio higiénico del personal administrativo											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Inodoros	0,81	0,90	1,10	0,73	1,00	0,73	0,88	1,29	2,75	3,00	8,24
Lavamanos	0,50	0,50	1,20	0,25	1,00	0,25	0,88	0,44	0,94	3,00	2,83
Basurero	0,20	0,20	0,50	0,04	1,00	0,04	0,88	0,07	0,15	4,00	0,60
Persona			1,65							2,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>11,67</b>
Promedio de altura de equipos estaticos (hEE)											0,93
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,88</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39A. Área total de vestuarios y baños del personal de producción

Área de vestuarios y baños del personal de producción											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	N° lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Inodoros	0,81	0,90	1,10	0,73	1,00	0,73	0,73	1,07	2,53	4,00	10,11
Lavamanos	0,50	0,50	1,20	0,25	1,00	0,25	0,73	0,37	0,87	4,00	3,47
Basurero	0,20	0,20	0,50	0,04	1,00	0,04	0,73	0,06	0,14	4,00	0,55
Vestuario	1,50	0,80	1,70	1,20	1,00	1,20	0,73	1,76	4,16	7,00	29,12
Persona			1,65							13,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>43,25</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											1,13
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,73</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40A. Área total de comedor

Área del comedor											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	N° lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Sillas	0,50	0,50	1,00	0,25	1,00	0,25	0,92	0,46	0,96	20,00	19,17
Mesa de comedor	2,36	0,85	0,80	2,01	1,00	2,01	0,92	3,68	7,69	2,00	15,38
Persona			1,65							20,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>34,55</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											0,90
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,92</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41A. Área total de caseta de seguridad

Área de caseta de seguridad											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	N° lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Mesa	0,50	0,40	0,50	0,20	1,00	0,20	0,92	0,37	0,77	2,00	1,53
Anaqueles	1,00	0,60	1,70	0,60	1,00	0,60	0,92	1,10	2,30	1,00	2,30
Silla	0,55	0,55	0,50	0,30	1,00	0,30	0,92	0,55	1,16	2,00	2,32
Persona			1,65							1,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>6,15</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											0,90
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,92</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42A. Área total de control de calidad

Área de control de calidad											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Sillas	0,50	0,50	1,00	0,25	1,00	0,25	0,86	0,43	0,93	2,00	1,86
Escritorio	1,30	0,59	0,78	0,77	1,00	0,77	0,86	1,32	2,85	1,00	2,85
Estante	1,20	0,80	1,10	0,96	1,00	0,96	0,86	1,65	3,57	1,00	3,57
Persona			1,65							1,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>8,28</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											0,96
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,86</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43A. Área total de producción

Área de producción											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Balanza Industrial A12	2,00	1,50	0,20	3,00	3,00	9,00	0,87	10,42	22,42	1,00	22,42
Molino eléctrico - Corn Grain Feed Hammer Mill7	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,87	2,61	5,61	1,00	5,61
Tamiz vibratorio	1,80	2,40	1,60	4,32	1,00	4,32	0,87	7,50	16,14	1,00	16,14
Balanza electrónica	0,60	0,50	1,00	0,30	3,00	0,90	0,87	1,04	2,24	3,00	6,73
Pilas de compost											262,73
Recojo de lixiviados											19,20
Persona			1,65							13,00	
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>											<b>332,83</b>
Promedio de altura de equipos estáticos (hEE)											0,95
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,87</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44A. Área total de limpieza

Área de Limpieza											
Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss (L*A)	Nº lados	Sg (Ss*N)	K	Se	St	Cantidad (n)	Área total
Estante de acero	1,00	0,50	1,92	0,50	1,00	0,50	0,57	0,57	1,57	1,00	1,57
Carro de limpieza	0,50	1,13	0,98	0,57	1,00	0,57	0,57	0,64	1,77	2,00	3,55
Persona			1,65							2,00	
<b>Área Total (m2)</b>											<b>5,11</b>
Promedio de altura de equipos estaticos (hEE)											1,45
Promedio de altura de equipos móviles (hEM)											1,65
K											<b>0,57</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 30: Determinación de áreas

Para realizar el análisis de las relaciones entre actividades, se aplicó la Metodología SLP. En el diseño de la distribución de la planta, es esencial tener en cuenta el movimiento de los materiales y cualquier circulación que se realice durante el proceso, incluyendo la del personal y la documentación. Esta metodología especifica las conexiones de proximidad entre un área y otras, utilizando las siguientes valoraciones de proximidad:

Tabla 45A. Clasificación de relación entre áreas

Código	Proximidad	Color y tipo de líneas
A	Absolutamente necesario	-----
E	Especialmente importante	-----
I	Importante	-----
O	Normal	-----
U	Sin importancia	-----
X	No deseable	-----

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta, a continuación las razones que justificarán la relación entre las áreas:

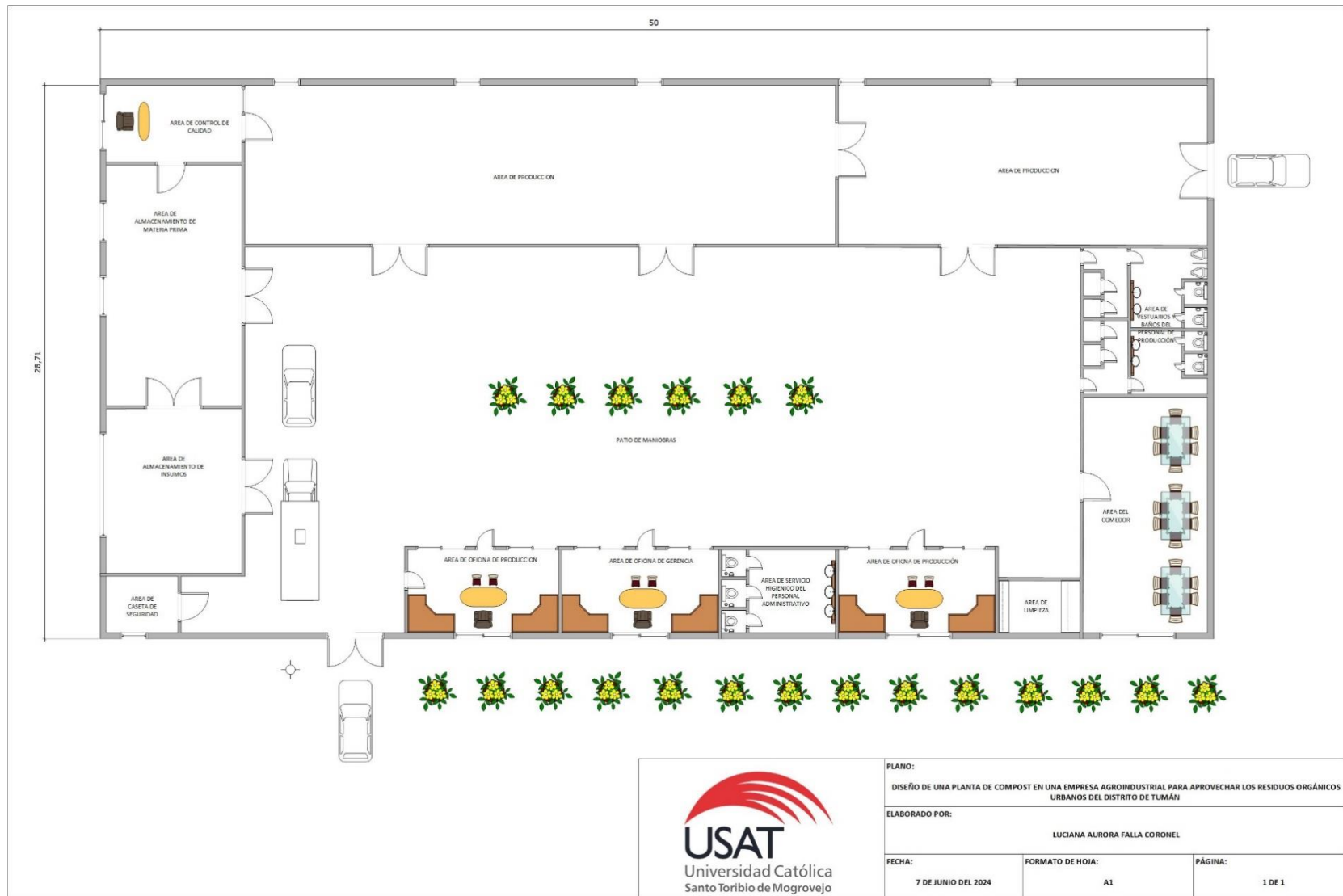
Tabla 46A. Motivos

Número	Motivo
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

Fuente: Elaboración propia.



Es por ello, que el plano de la planta es el siguiente.



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 31: Ejecución del proyecto

Tabla 47A. Cronograma

Actividades	2023						2024											
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Construcción de planta	■	■	■	■	■	■												
Supervisión de construcción				■	■	■	■											
Instalación de equipos						■	■	■	■									
Supervisión de instalación de quipos							■	■	■									
Periodo de prueba							■	■	■									
Iniciación de operaciones										■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 32: Estructura Organizacional



Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 33: Inversión fija (Tangible)

Tabla 48A. Costo de equipos de producción

Descripción	Equipos de producción			Valor Total
	Cantidad	Costo Unitario (soles)		
Balanza Industrial A12	1	S/ 3 700,00	S/	3 700,00
Molino eléctrico - Corn Grain Feed Hammer Mill7	1	S/ 13 400,54	S/	13 400,54
Tamiz vibratorio	1	S/ 6 540,00	S/	6 540,00
Balanza electrónica	1	S/ 520,00	S/	520,00
Volteadora de compost	1	S/ 11 150,00	S/	11 150,00
Medidor de humedad	1	S/ 2 288,00	S/	2 288,00
Termómetro	5	S/ 200,00	S/	1 000,00
Ph-metro	2	S/ 400,00	S/	800,00
Carretillas	6	S/ 150,00	S/	900,00
Palas	6	S/ 35,00	S/	210,00
<b>Total</b>			<b>S/</b>	<b>40 509,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49A. Costo de equipos de oficina

Equipos de oficina					
Descripción	Cantidad	Costo Unitario (soles)			Valor Total
Laptop	5	S/	2 000,00	S/	10 000,00
Impresora Multifuncional	1	S/	1 500,00	S/	1 500,00
Mesa	2	S/	50,00	S/	100,00
Escritorios	4	S/	55,00	S/	220,00
Sillas	30	S/	30,00	S/	900,00
Estantes	2	S/	100,00	S/	200,00
Sillón	3	S/	150,00	S/	450,00
Anaqueles	1	S/	150,00	S/	150,00
Mesa de comedor	2	S/	400,00	S/	800,00
<b>Total</b>				<b>S/</b>	<b>14 320,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50A. Costo de equipos de limpieza

Equipos de Limpieza					
Descripción	Cantidad	Costo Unitario (soles)			Valor Total
Carro de limpieza	2	S/	200,00	S/	400,00
Inodoros	7	S/	200,00	S/	1 400,00
Lavamanos	7	S/	120,00	S/	840,00
Basurero	13	S/	35,00	S/	455,00
<b>Total</b>				<b>S/</b>	<b>3 095,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51A. Costo de compra del terreno

Compra del terreno					
Descripción	Cantidad	Costo Unitario			Valor Total
Compra del terreno	1 435,23	S/	25,00	S/	35 880,81
<b>Total</b>				<b>S/</b>	<b>35 880,81</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 34: Inversión tangible**  
**Tabla 52A. Acondicionamiento de Local**

Acondicionamiento de Local					
Descripción	Cantidad		Costo Unitario		Valor Total
Muro y Columnas	340	S/	200,99	S/	68 336,60
Techos	110	S/	150,00	S/	16 500,00
Pisos	110	S/	95,00	S/	10 450,00
Puerta	110	S/	83,00	S/	9 130,00
Ventanas	28	S/	83,00	S/	2 324,00
Revestimiento	120	S/	150,00	S/	18 000,00
Acabados	340	S/	20,00	S/	6 800,00
Albañil	5	S/	2 000,00	S/	10 000,00
Gasfitero	2	S/	1 000,00	S/	2 000,00
Electricista	2	S/	1 200,00	S/	2 400,00
Pegamento de mayólica	2	S/	20,00	S/	40,00
Mayólica blanca	80	S/	15,00	S/	1 200,00
Fragua	20	S/	20,00	S/	400,00
Pintura blanco humo	4	S/	40,00	S/	160,00
Pintura gris claro	4	S/	40,00	S/	160,00
Tubos de ½" para agua	5	S/	2,50	S/	12,50
Niples tipo codo ½"	5	S/	2,00	S/	10,00
Tapón hembra ½"	5	S/	2,00	S/	10,00
Unión universal ½"	5	S/	2,00	S/	10,00
Tuberías de desagüe	8	S/	3,00	S/	24,00
Gel para pozo tierra	1	S/	90,00	S/	90,00
Cable para tierra Nro. 06	50	S/	9,00	S/	450,00
Interruptores	30	S/	3,00	S/	90,00
Toma corriente	25	S/	4,00	S/	100,00
Fluorescente a presión	12	S/	20,00	S/	240,00
Focos	16	S/	50,00	S/	800,00
Interruptores electromagnéticos	12	S/	5,00	S/	60,00
Aire acondicionado	3	S/	932,00	S/	2 796,00
Luz de emergencia	14	S/	15,00	S/	210,00
Extintores	14	S/	160,00	S/	2 240,00
Sensor de humo	5	S/	100,00	S/	500,00
<b>Total</b>				S/	<b>155 543,10</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 35: Inversión tangible- Transporte

Tabla 53A. Costo de transporte

Transporte					
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Valor Total		
Minivan	2	S/ 35 866,60	S/		71 733,20
<b>Total</b>			S/		<b>71 733,20</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 36: Inversión diferida

Tabla 54A. Costo de inversión intangible

Descripción	Cant.	Costo unitario S/. sin IGV	Total Valor Venta	IGV 18 %	Total Precio de Venta
<b>Constitución de la empresa</b>			S/ 1 268,00	S/ -	S/ 1 268,00
Reserva registral de razón social	1	S/ 18,00	S/ 18,00	S/ -	S/ 18,00
Preparación de minuta de constitución	1	S/ 500,00	S/ 500,00	S/ -	S/ 500,00
Inscripción de registro públicos	1	S/ 180,00	S/ 180,00	S/ -	S/ 180,00
Presentación documentaria a la notaria	1	S/ 200,00	S/ 200,00	S/ -	S/ 200,00
Legalización de libros societarios	1	S/ 100,00	S/ 100,00	S/ -	S/ 100,00
Otros	1	S/ 120,00	S/ 120,00	S/ -	S/ 120,00
Publicación del diario peruano	1	S/ 150,00	S/ 150,00	S/ -	S/ 150,00
<b>Marcas y patentes</b>			S/ 640,00	S/ -	S/ 640,00
Gastos de registros en Indecopi	1	S/ 571,00	S/ 571,00	S/ -	S/ 571,00
Búsqueda fonética	1	S/ 31,00	S/ 31,00	S/ -	S/ 31,00
Búsqueda figurativa	1	S/ 38,00	S/ 38,00	S/ -	S/ 38,00
<b>Licencias y autorizaciones</b>			S/ 641,00	S/ 39,60	S/ 680,60
Defensa civil	1	S/ 223,00	S/ 223,00	S/ -	S/ 223,00
Licencia Municipal de Tumán "180m2"	1	S/ 198,00	S/ 198,00	S/ -	S/ 198,00
Creación de Código de Barra GS1	2	S/ 110,00	S/ 220,00	S/ 39,60	S/ 259,60
<b>Software</b>			S/ 3 990,00	S/ 718,20	S/ 4 708,20
Hosting	1	S/ 508,00	S/ 508,00	S/ 91,44	S/ 599,44
Dominio	1	S/ 93,00	S/ 93,00	S/ 16,74	S/ 109,74
Diseño y programación de página web	1	S/ 3 389,00	S/ 3 389,00	S/ 610,02	S/ 3 999,02
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 6 539,00</b>	<b>S/ 757,80</b>	<b>S/ 7 296,80</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 37: Estados financieros

Tabla 55A. Proyección

DESCRIPCIÓN	2024	2025	2026	2027	2028
<b>INGRESOS</b>	S/ 2 180 209,05	S/ 2 375 601,93	S/ 2 848 450,45	S/ 3 057 384,96	S/ 3 593 356,65
<b>Total de ingresos</b>	S/ 2 180 209,05	S/ 2 375 601,93	S/ 2 848 450,45	S/ 3 057 384,96	S/ 3 593 356,65
<b>EGRESOS</b>					
Costos de producción	S/ 1 252 775,88	S/ 1 252 862,76	S/ 1 349 503,67	S/ 1 349 600,23	S/ 1 446 376,36
Gastos administrativos	S/ 116 325,97	S/ 116 325,97	S/ 116 325,97	S/ 116 325,97	S/ 116 325,97
Gastos de comercialización	S/ 24 225,00	S/ 21 200,00	S/ 19 291,25	S/ 17 787,69	S/ 15 220,02
Intereses	S/ 122 082,41	S/ 109 874,17	S/ 97 665,93	S/ 85 457,69	S/ 73 249,45
Amortizaciones	S/ 101 735,35	S/ 101 735,35	S/ 101 735,35	S/ 101 735,35	S/ 101 735,35
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	S/ 1 617 144,61	S/ 1 601 998,25	S/ 1 684 522,17	S/ 1 670 906,92	S/ 1 752 907,14
<b>SALDO</b>	S/ 563 064,44	S/ 773 603,68	S/ 1 163 928,28	S/ 1 386 478,03	S/ 1 840 449,50
<b>Utilidad acumulada</b>	S/ <b>563 064,44</b>	S/ <b>1 336 668,12</b>	S/ <b>2 500 596,40</b>	S/ <b>3 887 074,43</b>	S/ <b>5 727 523,94</b>

Fuente: Elaboración propia.

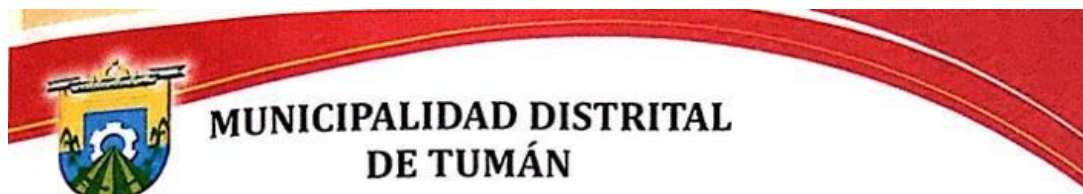
**Anexo 38: Presupuesto de costos**

**Tabla 56A. Proyección de costos de proyecto (2024-2028)**

DESCRIPCIÓN	2024	2025	2026	2027	2028
<b><i>COSTOS DE PRODUCCIÓN</i></b>					
Materiales directos	S/ 868,812.48	S/ 868,899.36	S/ 965,540.27	S/ 965,636.83	S/ 1,062,412.96
Materiales indirectos					
Mano de obra directa	S/ 315,288.00	S/ 315,288.00	S/ 315,288.00	S/ 315,288.00	S/ 315,288.00
Gastos generales de fabricación	S/ 68,675.40	S/ 68,675.40	S/ 68,675.40	S/ 68,675.40	S/ 68,675.40
<b><i>COSTO VARIABLE TOTAL</i></b>	<b>S/ 1,252,775.88</b>	<b>S/ 1,252,862.76</b>	<b>S/ 1,349,503.67</b>	<b>S/ 1,349,600.23</b>	<b>S/ 1,446,376.36</b>
<b><i>GASTOS DE OPERACIONES</i></b>					
Gastos administrativos	S/ 116,325.97	S/ 116,325.97	S/ 116,325.97	S/ 116,325.97	S/ 116,325.97
Gastos de comercialización	S/ 24,225.00	S/ 9,350.00	S/ 9,350.00	S/ 9,350.00	S/ 9,350.00
Gastos financieros	S/ 223,817.76	S/ 211,609.52	S/ 199,401.28	S/ 187,193.04	S/ 174,984.79
<b><i>COSTO FIJO TOTAL</i></b>	<b>S/ 364,368.73</b>	<b>S/ 337,285.49</b>	<b>S/ 325,077.25</b>	<b>S/ 312,869.01</b>	<b>S/ 300,660.77</b>
<b><i>COSTO TOTAL</i></b>	<b>S/ 1,617,144.61</b>	<b>S/ 1,590,148.25</b>	<b>S/ 1,674,580.92</b>	<b>S/ 1,662,469.24</b>	<b>S/ 1,747,037.13</b>
<b><i>INGRESO TOTALES</i></b>	<b>S/ 2,780,212.95</b>	<b>S/ 2,968,238.12</b>	<b>S/ 3,507,000.96</b>	<b>S/ 3,716,001.32</b>	<b>S/ 4,317,979.55</b>
Punto de equilibrio (económico)	S/ 663,217.28	S/ 583,629.49	S/ 528,411.43	S/ 491,303.71	S/ 452,098.34
Punto de equilibrio (unidades)	10 339	8 963	8 124	7 378	6 712

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 39: Autorización de la Municipalidad Distrital de Tumbán



### AUTORIZACIÓN

EXP. N° 121-2021

Visto la Carta S/N de fecha 25 de enero 2021 y Proveído N° 241 de la Unidad de Recursos Humanos, se le AUTORIZA la Srta. LUCIANA AURORA FALLA CORONEL, identificada con DNI N° 73080035 Estudiante de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - USAT, Código Universitario 171EP70901, del 08 ciclo de la Carrera de Ingeniería Industrial, para que pueda brindársele la Información que requiere por parte del Ing. SIXTO LALOPI SILVA - Jefe de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos; respecto a datos sobre el ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA MUNICIPALIDAD DE TUMAN PERIODO 2019, para la ejecución de su proyecto de tesis.

Tumbán, 28 Enero del 2021.

Ing. EDINSON OCHOA LOPEZ  
GERENTE (e) GDESC

cc. archivo



AV. ENRIQUE FERREYROS N° 01 TUMBÁN - CHICLAYO - PERÚ ☎ (074) 419-149 / (074)417-360  
✉ alcalde@munituman.gob.pe 🌐 www.munituman.gob.pe

Fuente: Municipalidad del distrito de Tumbán [17].