

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



**Prefactibilidad de fabricación de fertilizante potásico para aprovechar la
vinaza generada en la industria del etanol en Lambayeque**

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

AUTOR

Jessica Judith Adrianzen Garcia

ASESOR

Maria Luisa Espinosa Garcia Urrutia

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

Chiclayo, 2026

**Prefactibilidad de fabricación de fertilizante potásico para
aprovechar la vinaza generada en la industria del etanol en
Lambayeque**

PRESENTADA POR
Jessica Judith Adrianzen Garcia

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa
PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja
SECRETARIO

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia
VOCAL

Dedicatoria

Con todo mi amor y gratitud dedico esta tesis a mis padres por su sacrificio, amor y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera. Asimismo, a mis hermanos por sus palabras de aliento, muchas gracias.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por darme la fuerza y perseverancia para completar este proyecto. En segundo lugar, a la ingeniera María Luisa, mi asesora, gracias por su dedicación, paciencia y guía constante. En tercer lugar, a mis profesores por sus aportes, consejos y disposición para acompañarme en este proceso.

Prefactibilidad de fabricación de fertilizante potásico para aprovechar la vinaza generada en la industria del etanol en Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Trabajo del estudiante

1%

4

www.coursehero.com

Fuente de Internet

< 1%

5

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

< 1%

6

core.ac.uk

Fuente de Internet

< 1%

7

erevistas.saber.ula.ve

Fuente de Internet

< 1%

8

repositorio.esan.edu.pe

Fuente de Internet

< 1%

Índice

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
Revisión de literatura	8
Materiales y métodos.....	14
Resultados y discusión.....	15
Conclusiones.....	35
Recomendaciones.....	35
Referencias	36
Anexos.....	40

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la prefactibilidad de una planta de fertilizante potásico a partir de vinaza generada por la industria del etanol en Lambayeque. Se aplicó una metodología de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y diseño no experimental, que incluyó análisis de mercado, evaluación técnico-tecnológica y financiera. En primer lugar, el estudio comercial evidenció una alta demanda insatisfecha de fertilizantes potásicos y condiciones favorables por políticas agrarias. Asimismo, con respecto al objetivo de la viabilidad tecnológica, se seleccionó una tecnología basada en intercambio iónico, evaporación, cristalización y centrifugación, con una eficiencia de recuperación del 97 %. Se establecieron la capacidad instalada, distribución de planta, recursos humanos y se aplicaron herramientas como SLP, PESTEL y MEFÉ. Finalmente, con respecto a la viabilidad económica y financiera, el proyecto requirió una inversión de S/.19 729 251,33y presentó un VAN de -S/.19 414 889, y una relación Beneficio/Costo de -0,52. Desde el enfoque ambiental, se identificaron impactos significativos en etapas clave del proceso, proponiéndose estrategias de mitigación enfocadas en el control de emisiones, manejo de residuos. Los resultados confirmaron la inviabilidad económica del proyecto.

Palabras clave: Prefactibilidad, fertilizante potásico, vinaza.

Abstract

The present research aimed to determine the pre-feasibility of a potassium fertilizer plant using vinasse generated by the ethanol industry in Lambayeque. A quantitative approach methodology was applied, of an applied type and non-experimental design, which included market analysis, technical-technological, and financial evaluation. Firstly, the commercial study revealed a high unmet demand for potassium fertilizers and favorable conditions due to agricultural policies. Likewise, regarding the technological viability objective, a technology based on ion exchange, evaporation, crystallization, and centrifugation was selected, with a recovery efficiency of 97%. Installed capacity, plant layout, human resources were established, and tools such as SLP, PESTEL, and EFE Matrix were applied. Finally, regarding economic and financial viability, the project required an investment of S/.19 729 251.33 and presented a NPV of -S/.19 414 889, and a Benefit/Cost ratio of -0.52. From the environmental perspective, significant impacts were identified in key stages of the process, with mitigation strategies proposed focusing on emission control and waste management. The results confirmed the economic infeasibility of the project.

Keywords: Prefeasibility, potassium fertilizer, vinasse, environmental management.

Introducción

A nivel mundial, la producción de etanol ha crecido de manera significativa, alcanzando aproximadamente 110 000 millones de litros al año, impulsada por la demanda de sectores como el energético, alimenticio y farmacéutico. Estados Unidos lidera con 59,7 mil millones de litros producidos a partir de maíz, seguido de Brasil con 32,5 mil millones usando caña de azúcar, y la Unión Europea con 5,2 mil millones a partir de cultivos como trigo, centeno y cebada. Este crecimiento, sin embargo, conlleva un problema ambiental relevante: la generación masiva de vinaza, un residuo líquido altamente contaminante, cuya producción mundial anual supera los 1,1 billones de litros [1].

En el caso de Perú, la producción de etanol se sitúa entre 180 000 y 189 000 metros cúbicos al año [2], lo que genera una considerable cantidad de vinaza, estimada entre 2,16 y 2,835 millones de metros cúbicos anuales [3]. La región de La Libertad destaca como la principal generadora de este residuo, mientras que Lambayeque también presenta un alto volumen de vinaza debido a sus múltiples destilerías. En esta última, se estima que se vierten diariamente 3,5 millones de litros sin un tratamiento adecuado, lo que representa una amenaza directa a los cuerpos de agua y al suelo agrícola.

La vinaza se caracteriza por contener altos niveles de materia orgánica, potasio y calcio, junto con nitrógeno, fósforo y un pH ácido entre 3,5 y 5. Esta composición la convierte en un agente contaminante del agua y del suelo, además de fomentar la proliferación de plagas. Casos como el del río Zaña, donde una descarga de vinaza causó la muerte masiva de peces según reportes de la DESA [4], evidencian las consecuencias de una mala gestión. En Santa Rosa, el vertido directo al Dren 4000 genera olores intensos, presencia de mosquitos y enfermedades gastrointestinales y dérmicas en la población [5].

Diversos métodos de tratamiento han sido propuestos para mitigar el impacto ambiental de la vinaza. Entre ellos destacan el tratamiento anaeróbico con biodigestores, que permite la generación de biogás; sin embargo, implica altos costos y resultados variables según la composición del residuo. Otro método es la fitodepuración, que, aunque es ecológica, requiere tiempo prolongado y puede derivar en nuevos contaminantes. El fertirriego también es una opción viable económicamente, aunque su alta salinidad representa un riesgo para los cultivos.

Frente a estos desafíos, el uso de la vinaza como materia prima para la producción de fertilizantes potásicos emerge como una alternativa prometedora. Este tipo de fertilizante mejora la calidad de los cultivos, fortalece las raíces y aumenta la resistencia de las plantas a condiciones adversas. A través de procesos como el intercambio iónico, evaporación,

cristalización y centrifugación, es posible obtener sulfato de potasio (K_2SO_4), recuperando hasta el 97% del potasio contenido en la vinaza [6].

Ante esta problemática y el potencial de aprovechamiento de la vinaza, se plantea la interrogante: ¿Cuál es la prefactibilidad de fabricación de fertilizante potásico para aprovechar la vinaza generada en la industria del etanol en Lambayeque? Esta investigación tiene como objetivo general determinar la prefactibilidad de una fábrica de fertilizante potásico a partir de vinaza en dicha región. De manera específica, se busca analizar la viabilidad comercial a nivel nacional, la viabilidad técnico-tecnológica en Lambayeque, así como la evaluación económica, financiera y ambiental de esta planta de producción.

La investigación se justifica por la importancia de transformar la vinaza, un residuo abundante y contaminante generado en la producción de etanol, en un fertilizante potásico de alto valor agrícola. Esta propuesta es relevante porque permite mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad agrícola, a la vez que plantea una solución sostenible, económica y ambientalmente viable para el manejo de desechos. Aprovechar la vinaza no solo reduce el impacto ambiental, sino que también responde a una creciente demanda de fertilizantes en el mercado peruano.

Revisión de literatura

Barros et al [7] abordaron el problema del impacto ambiental de la vinaza proponiendo un tratamiento basado en electrodiálisis (ED) para recuperar potasio y reducir la contaminación. Aplicaron previamente una ultrafiltración (UF) para remover sólidos y compuestos orgánicos, lo que mejoró la eficiencia del sistema. Usaron una celda de ED con membranas de intercambio iónico en tres configuraciones, siendo la mixta la más efectiva: recuperó el 72% del potasio con una eficiencia de corriente del 54% y un consumo energético de 9 kWh/m³. El concentrado fue útil como fertilizante y el efluente tratado mostró potencial para fertirrigación o biogás, promoviendo así la valorización de residuos.

Torres et al [8] en su investigación, abordaron la problemática del alto contenido de potasio en la vinaza, un residuo con pH ácido (3,5–5) y elevada carga orgánica, lo que limita su uso agrícola por el riesgo de salinización y contaminación hídrica. Para solucionar esto, emplearon una resina de intercambio catiónico fuerte (ZGC108) en columnas de vidrio, operando a 40 °C con un flujo de 2 mL/min. Esta metodología permitió remover entre el 97–98% del potasio inicial, reduciendo su concentración de 9,32 mg/mL a niveles insignificantes. Además, mediante regeneración con ácido sulfúrico al 4%, se recuperó el 99% del potasio en forma de

sulfato de potasio, útil como fertilizante. La vinaza tratada mostró un pH más neutro (6,5), lo que disminuye su impacto ambiental y mejora su potencial como enmienda orgánica.

Luciano, et al. [9] en su investigación identificaron el impacto ambiental generado por la vinaza como una problemática crítica, proponiendo su transformación en fertilizante como una alternativa sostenible para mitigar sus efectos y mejorar la fertilidad del suelo. Las causas de dicho impacto se debieron a su alta carga orgánica y dificultad de manejo. Para abordarlo, aplicaron diversas metodologías: concentraron la vinaza por evaporación (55–75 °Bx), la mezclaron con pajilla de arroz (30–70 %) para mejorar sus propiedades fisicoquímicas y emplearon incineración controlada para obtener cenizas ricas en potasio y micronutrientes. Este proceso incluyó secado en invernadero (100 °C por 6 horas) y calcinación en mufla (600 °C por 90 minutos). Evaluaron la aplicación de cenizas en suelos en dosis de 0, 100, 250, 500 y 1000 kg/ha, sin fertilización química adicional, y también usaron biofertilizantes fermentados. El mejor resultado se obtuvo con la dosis de 1000 kg/ha (T5), que permitió una fertilización efectiva, una importante reducción del vertido contaminante y una rentabilidad positiva del proceso.

Ratna [10] en su investigación, abordó la problemática del manejo de vinaza como residuo agroindustrial, buscando transformarla en un fertilizante eficiente y sostenible. La causa principal fue su alto contenido de materia orgánica y compuestos minerales que, si no se valorizaban, representaban un riesgo ambiental. Para ello, neutralizó la vinaza con NaOH (ajustando el pH de 3,9–4,3 a 7) y la concentró por evaporación a 80–90 °C durante 30 minutos, reduciendo hasta un 80 % de su contenido de agua. Posteriormente, desarrolló nueve formulaciones de fertilizantes minerales orgánicos (OMF) mezclando la vinaza con cenizas de caldera, torta de filtración, urea y fertilizante NPK, las cuales fueron secadas a 110 °C y pulverizadas. Estas formulaciones se evaluaron en cultivos de tomate, analizando parámetros de crecimiento vegetal y composición química. El mejor rendimiento se logró con la formulación OMF A9 (9 % de NPK), que presentó el mayor efecto positivo en el desarrollo de las plantas, destacándose como una alternativa prometedora para la valorización de la vinaza.

Asao, et al. [11] abordaron en su investigación la problemática del alto consumo energético en procesos convencionales de producción de azúcar, etanol y electricidad, al integrar la vinaza como parte del sistema energético. Como causa principal, identificaron la baja eficiencia del uso del bagazo para concentrar la vinaza hasta un 65 % de sólidos. Para ello, simularon en Aspen Plus un sistema que incluía la concentración de vinaza mediante evaporadores de múltiples efectos y su posterior incineración. Los resultados demostraron que, aunque el bagazo por sí solo no permite alcanzar la concentración deseada, al combinar el vapor generado por la

incineración de la vinaza con el excedente de vapor del sistema de cogeneración, sí se logra cubrir la demanda energética para alcanzar ese 65 %. Esta integración redujo el uso de bagazo en un 40–51 % según las condiciones de operación, e incrementó la generación de electricidad en un 11,3–14,7 % respecto al proceso convencional.

Rezende *et al.* [12] evaluaron en su estudio la problemática del manejo de la vinaza como residuo con alto contenido de nutrientes, proponiendo su aprovechamiento como fuente rica en potasio para la industria de fertilizantes. Para ello, aplicaron una metodología que combinó electrodiálisis (ED) y nanofiltración (NF): primero, la ED eliminó el 75 % del potasio tras 8 horas a 80 mA; luego, la NF se llevó a cabo a 6 bar, con un flujo de 1,8 L/min y un factor de dilución de 1,6×. Los resultados revelaron que el permeado de la NF contenía hasta el 90 % del potasio y el 84 % del magnesio, reduciendo así en más de 139 millones de kg la demanda anual de sulfato de magnesio y ahorrando 5.019 m³ de agua destilada. Además, se logró cuadruplicar la cantidad de vinaza aplicable en fertiirrigación sin comprometer la calidad del suelo ni las aguas subterráneas. El uso de vinaza ultrafiltrada como electrolito no afectó el rendimiento del proceso, validando su viabilidad como sustituto del sulfato de magnesio.

Rocha *et al.* [13] con el objetivo de recuperar nutrientes valiosos de la vinaza de caña, evaluaron la combinación de electrodiálisis y precipitación química. En tres tratamientos por lotes, la electrodiálisis logró eliminar el 76 % del potasio y recuperar el 68 %. Luego, mediante precipitación química, se recuperaron potasio (69 %), fósforo (92 %) y magnesio (88 %), formándose K-estruvita, un fertilizante de liberación lenta, con una producción de 3,2 kg/m³ de vinaza tratada. Además, se reutilizó el sobrenadante, mejorando el uso del agua en el proceso y reduciendo en un 330 % la cantidad de vinaza aplicada al suelo, lo que a su vez disminuyó los costos de transporte. Esta tecnología demostró ser una alternativa prometedora para afrontar la escasez de fertilizantes potásicos y promover una agricultura más sostenible.

Alfaro [14] en su investigación, abordó la problemática del manejo de la vinaza, un residuo industrial rico en potasio, evaluando su uso como fertilizante en el cultivo de caña de azúcar y su impacto en las propiedades químicas del suelo en Atenas, Alajuela. Para ello, empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, aplicando diferentes dosis de vinaza (20, 37 y 62 m³/ha) y comparándolas con fertilizante químico (KCl) equivalente a 50, 100 y 150 kg/ha de K₂O, utilizando la variedad SP 71-5574. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se observó que aplicar 37 m³/ha de vinaza (75 kg/ha de K₂O) incrementó la producción de azúcar en un 19 % en el segundo corte y un 25 % en el tercero, superando incluso al fertilizante químico. Asimismo, se reportó un aumento en el pH del suelo, reducción del aluminio intercambiable y una mayor concentración de potasio, lo que

confirma la viabilidad de la vinaza como alternativa sostenible para mejorar la productividad agrícola y la calidad del suelo.

Gutiérrez *et al.*, [15] en su investigación, abordaron la problemática del tratamiento de la vinaza, un residuo con alto contenido de sólidos y materia orgánica, evaluando la eficacia de membranas cerámicas de ultrafiltración para su depuración. Para ello, implementaron un sistema piloto de filtración con membranas de 1 kDa y 15 kDa, operadas a distintas presiones, analizando su capacidad para eliminar sólidos totales, materia orgánica, turbidez y color. La metodología reveló que la membrana de 1 kDa fue la más eficiente, alcanzando reducciones del 58 % en sólidos totales, 70 % en materia orgánica, 92 % en turbidez y 82 % en color. Sin embargo, se observó una caída en el flujo de permeado conforme aumentaba la presión, debido a la formación de una capa de gel que limitaba el paso del líquido. Además, las membranas de 1 kDa presentaron una disminución del 67 % en el flujo por taponamiento, frente al 47 % observado en las de 15 kDa. En conjunto, estos resultados demostraron que las membranas cerámicas son una alternativa viable para reducir el impacto ambiental de la vinaza.

Goshima *et al.* [16] propusieron una solución ante la creciente demanda de fertilizantes potásicos, desarrollando un método eficiente para recuperar potasio a partir de la vinaza, residuo rico en nutrientes generado durante la producción de azúcar. El proceso consistió en dos etapas de precipitación: primero, se usó agua para recuperar 120 kg de potasio por cada 500 litros de vinaza, y luego una mezcla de acetato de calcio y ácido sulfúrico permitió extraer otros 160 kg, logrando una recuperación total de 280 kg de potasio por cada 500 litros de vinaza original. Este enfoque fue validado con vinazas de ocho fábricas distintas en Japón, obteniéndose singenita (el compuesto que contiene potasio) sin dificultades y con una tasa de recuperación constante. Los resultados evidencian el potencial del método no solo para optimizar el uso de recursos en la industria azucarera, sino también para aportar a una agricultura más sostenible.

Arslanoglu *et al.* [17] desarrollaron un proceso para producir fertilizante de fosfato de potasio y magnesio (estruvita de potasio) a partir de vinaza y orujo de uva, buscando reutilizar estos residuos industriales de forma sostenible. Se aplicó el método de pirólisis a una mezcla de 200 kg de ambos residuos, extrajeron el potasio con agua y luego precipitaron la estruvita, obteniendo un fertilizante de liberación lenta (10,67% de K_2O , 2% de solubilidad en agua). Además, el residuo de la pirólisis fue tratado para obtener carbón activado con alta porosidad (1200 m^2/g), útil en el tratamiento de aguas. El proceso logró una eficiencia del 25% en la conversión de potasio, demostrando viabilidad económica y ambiental al generar fertilizantes ecológicos y reducir la contaminación por vinaza.

Barragán *et al.* [18] tuvieron como objetivo evaluar la viabilidad económico-financiera de la creación de una empresa dedicada a producir fertilizantes orgánicos a partir de residuos biodegradables, como frutas y verduras descartadas, recolectados en la plaza de mercado de Pereira. Se aplicó una metodología descriptiva y cuantitativa, con 97 encuestas a agricultores y estudios técnicos y financieros. Se identificó una alta aceptación del producto (80%) y una demanda promedio de 39 bultos anuales por cliente, comercialmente era factible. Sin embargo, con la inversión de S/ 115 108,33 el proyecto resultó poco viable en un periodo de análisis de 5 años, ya que se tuvo un VAN de -S/ 128 439,37 y TIR del -26%, confirmando su poca rentabilidad.

Sabana *et al.* [19] evaluaron la viabilidad de producir fertilizantes orgánicos a partir de vinaza en Lambayeque, proyectando una demanda insatisfecha de más de 69 mil toneladas para 2023 y una participación de mercado del 25% (13 896 toneladas). La zona de influencia incluyó a Chiclayo, Ferreñafe e Incahuasi, con comercialización a través de distribuidores agrícolas y agroexportadoras; planteando una capacidad mínima basada en la disponibilidad de vinaza como insumo gratuito en 277 922 bolsas de 50 kg de fertilizante, y un plan de ventas progresivo sustentado por indicadores positivos: VAN de S/ 9 455,741, TIR de 82% y B/C de 2,08, confirmando su alta rentabilidad y aceptación en el mercado.

Gonzales [20] en su investigación evaluó la viabilidad comercial de exportar fertilizante potásico Ferti-K, elaborado a partir de vinaza por la Destilería Naylamp E.I.R.L., al mercado chileno. Se aplicó una metodología basada en análisis de mercado, fuerzas de Porter y evaluación económico-financiera de tres canales de distribución. La propuesta más viable fue la venta por Internet, con una inversión de S/. 592 739, un VAN de S/. 23,97 millones y una TIR de 22,72%, demostrando alta rentabilidad y sostenibilidad frente a las demás alternativas.

La prefactibilidad de la fabricación de fertilizante potásico se refiere al análisis preliminar que evalúa la viabilidad técnica, económica y ambiental de producir fertilizante a partir de la vinaza. Este análisis considera varios factores, como la disponibilidad de materia prima (vinaza), los costos de producción, la demanda del mercado, y los beneficios ambientales.

Opazo y Razeto [21] la prefactibilidad proporciona una visión inicial del éxito potencial del proyecto al identificar aspectos críticos y barreras antes de proceder con estudios más detallados. Desde un punto de vista técnico, se revisa la tecnología necesaria y la infraestructura requerida para el proceso de incineración, tal como destacan Según Ratna Dewi [10]. En el ámbito económico, se estiman costos iniciales y operativos, y se proyectan beneficios financieros utilizando herramientas como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), siguiendo los lineamientos de Sánchez [22] por otro lado, el análisis ambiental considera

el impacto ambiental de la incineración de vinaza y la conformidad con regulaciones ambientales.

Fertilizante potasio es un nutriente esencial para las plantas, y su uso en forma de fertilizante potásico es crucial para mejorar los rendimientos agrícolas. Según [23] la producción de fertilizantes potásicos a partir de residuos industriales, como la vinaza, no solo contribuye a la sostenibilidad, sino que también reduce la dependencia de fuentes no renovables de potasio. Para evaluar la prefactibilidad, se consideraron aspectos como la capacidad técnica de la planta de procesamiento, los posibles retornos económicos y los impactos ambientales derivados de la producción. Asimismo, se utilizan principalmente para aumentar la resistencia de las plantas al estrés hídrico, mejorar la calidad de los frutos y tubérculos, y fortalecer el sistema radicular. El potasio contribuye a la regulación del metabolismo vegetal y a la síntesis de proteínas, carbohidratos y otros compuestos esenciales. Son adecuados para una amplia variedad de cultivos, incluyendo cereales, frutales, hortalizas y tubérculos, optimizando su desarrollo y rendimiento.

La vinaza, un residuo líquido de la destilación del mosto en la producción de etanol, ha dejado de considerarse un desperdicio y se valora como un recurso útil en la industria azucarera. Con una composición promedio de 1,8 kg de nitrógeno (N_2), 1,5 kg de pentóxido de fósforo (P_2O_5) y 4,5 kg de óxido de potasio (K_2O) por metro cúbico, la vinaza ofrece múltiples usos. En una destilería de tamaño medio, que produce alrededor de 50 000 litros de alcohol base 96° al día, se generan aproximadamente 750 m³ de vinaza por día, un volumen considerable que se traduce en más de 225 000 m³ a lo largo de un año de producción [24]. Este residuo, generado en un rango de 17 litros por cada litro de etanol, retiene calor, proteínas, vitaminas y otros compuestos. Se puede aprovechar para alimentación animal, producir sales minerales y orgánicas, o utilizarse en la fertiirrigación. Además, sus componentes biodegradables permiten la generación de metano mediante fermentación anaeróbica, y su agua puede recuperarse por evaporación o filtración. Los sólidos restantes, ricos en nutrientes, son adecuados para compost y pueden utilizarse como fertilizante en el campo [24].

La transformación de la vinaza por medio del proceso de intercambio iónico presenta una alternativa viable y ambientalmente adecuada para su uso en la agricultura, al aprovechar todos los residuos del proceso de producción. Asimismo, el residuo es rico en minerales esenciales como potasio, calcio, fósforo y magnesio, que contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo, corrigiendo desequilibrios derivados del cultivo intensivo. El calcio favorece el crecimiento de los tejidos meristemáticos y el desarrollo de las raíces, mientras que el magnesio, aunque requerido en menor cantidad, optimiza la fotosíntesis. Asimismo, la regeneración de vinaza

eleva el pH en 4,30 del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes, especialmente el fósforo, que es vital para el crecimiento radicular y los procesos energéticos de las plantas. Este tipo de fertilizante no solo nutre el suelo, sino que también mejora la productividad agrícola. En paralelo, el uso de biofertilizantes obtenidos de microorganismos que fijan nitrógeno atmosférico ofrece beneficios complementarios, demostrando su eficacia en cultivos como el tomate y en floricultura, reduciendo plagas y aumentando el rendimiento comparado con fertilizantes químicos tradicionales [25].

Materiales y métodos

Esta investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, orientada a resolver un problema específico: el aprovechamiento de la vinaza, un residuo de la industria del etanol, para la elaboración de fertilizante potásico. Se recolectaron datos numéricos sobre la disponibilidad de vinaza, los costos asociados a su tratamiento y producción, así como la demanda y precios del fertilizante potásico, a partir de fuentes como reportes de MINAGRI, estadísticas del INEI y datos de comercio exterior de SICEX. También, se tuvieron conversaciones con ingenieros industriales, representantes de plantas de etanol y potenciales usuarios del fertilizante, con el propósito de explorar la aceptación y viabilidad percibida del proyecto.

Para el primer objetivo específico, se determinó la viabilidad comercial de una planta productora de fertilizante potásico a base de vinaza. Se ejecutó un análisis del mercado nacional de fertilizantes potásicos a partir de datos históricos extraídos de fuentes oficiales como la Dirección General de Agronegocios del MINAGRI e INEI [26]. Se identificaron tendencias de oferta, demanda y precios, y se proyectó la demanda potencial del fertilizante producido por la planta mediante el software Crystal Ball, considerando criterios como disponibilidad de materia prima, costos de producción y preferencias del usuario final. Asimismo, se analizó la competencia local y nacional, identificando a los principales actores del mercado y las estrategias de comercialización.

Para el segundo objetivo específico, se evaluó la viabilidad técnico-tecnológica del proyecto. Se estimó la capacidad de producción requerida y se seleccionó una posible localización para la planta, considerando criterios de proximidad a las fuentes de vinaza, acceso a servicios básicos y transporte (**Anexo 9**). Se indagaron tecnologías disponibles para el tratamiento de vinaza, incluyendo métodos de concentración, neutralización e intercambio iónico [15]. Asimismo, se realizó una propuesta de diseño preliminar del proceso productivo, identificando los equipos necesarios, sus especificaciones técnicas y el balance de masa y energía del sistema. Se tomaron en cuenta las condiciones ambientales y normativas peruanas vigentes, como los

lineamientos del Ministerio del Ambiente (MINAM) y las regulaciones sobre residuos industriales.

Para el tercer objetivo específico, se realizó un análisis de viabilidad económica, financiera y ambiental; obteniendo indicadores financieros clave como el VAN, la TIR) y la relación B/C, utilizando una TMAR del 16,64%. Desde el enfoque ambiental, se identificaron los principales residuos generados durante el proceso y se propusieron estrategias para su tratamiento y mitigación (**Anexo 27**).


Resultados y discusión

Viabilidad comercial a nivel nacional

El producto principal, sulfato de potasio granulado obtenido de la vinaza, se caracteriza por su alto contenido de potasio (53 a 65%) y azufre [27], su solubilidad en agua, y por estar libre de cloro, lo que lo hace adecuado para cultivos sensibles como papa, palta, arroz, cítricos y hortalizas [23].

Otros de sus beneficios agronómicos, incluyeron el incremento en el tamaño y calidad de los frutos, mayor resistencia a enfermedades, y una mejora general en el rendimiento de los cultivos. Además, estudios de campo realizados en países como Brasil han evidenciado mejoras de hasta 102% en rendimientos, dependiendo del tipo de cultivo y suelo [28] [25]. También se analizaron experiencias positivas en regiones del Perú como La Libertad, Lima, Puno, Huánuco e Ica, donde se usan fertilizantes potásicos en cultivos como arroz, papa, café, palta, quinua, espárragos y granada. [29] [30].

Tabla 1. Descripción del producto

Elemento	Descripción
Producto	Fertilizante potásico granulado derivado de vinaza 
Estado físico	Sólido, en forma granulada
Color	Blanco a gris claro
Empaque	Sacos de 50 kg de polipropileno, con bolsa interior de polietileno para evitar derrames y proteger de la humedad y luz solar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Descripción del producto

Vida útil (sólido)	Hasta 2 años en condiciones de almacenamiento adecuadas
Vida útil (disuelto)	Hasta 2 semanas después de mezclado con agua, dependiendo de las condiciones de manejo
Aplicación recomendada	Se puede aplicar directamente al suelo, en surcos o bandas. También puede utilizarse en programas de rehabilitación de suelos degradados
Compatibilidad ambiental	Libre de cloro, apto para cultivos sensibles al mismo. Mejora la porosidad del suelo y reduce la erosión en suelos degradados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. La composición químicas y físicas del sulfato de potasio

Propiedades	Químicas	Propiedades	Físicas
Fórmula química	K_2SO_4	Apariencia	Sólida
Contenido de K_2SO_4	53 a 65%	Densidad	2660 kg/m ³
		Masa molar	174,259
Solubilidad en agua (25°C)	120 g/L	Punto de fusión	1069 °C
pH solución	aprox. 7	Punto de ebullición	1689°C

Fuente: Extraído de [27]

Asimismo, se analizaron productos sustitutos como el nitrato de potasio y el cloruro de potasio, los cuales compiten principalmente en precio y disponibilidad, aunque presentan desventajas en cultivos sensibles al cloro [27] [29]. Esto resalta el valor agregado del fertilizante propuesto, al ofrecer una alternativa más sostenible y especializada. A partir de este análisis, se desarrolló una estrategia de lanzamiento al mercado basada en una segmentación clara, agricultores de cultivos de alto valor, cooperativas agrícolas, productores orgánicos y viveros especializados. El posicionamiento se apoya en una propuesta de valor centrada en la sostenibilidad, eficiencia agronómica y compatibilidad con prácticas de agricultura ecológica, promoviendo además alianzas estratégicas con distribuidores locales, cooperativas y canales digitales.

Por otro lado, se identificaron regiones de alto potencial como La Libertad, Lima, Puno, Huánuco e Ica, a partir de criterios como volumen de producción agrícola, tasa de participación en el mercado nacional, cercanía geográfica a la planta propuesta en Lambayeque, número de agricultores, superficie cultivable y PBI regional (**Anexo 1**). La Libertad resultó ser la zona con mayor potencial comercial, al combinar alta producción con buena infraestructura y acceso al producto [31] [32].

Tabla 4. Matriz para selección de mercado en función de puntaje

Criterio	Ponderación	La Libertad	Puno	Lima	Ica	Huánuco
Tasa de participación por región	23,08%	15,04	9,17	8,74	6,96	6,36
Producción a nivel de región	19,23%	234,575	143,058	136,313	108,512	99,150
Distancia entre regiones	15,38%	350	2,080	790	1,100	885
Cantidad de vendedores de fertilizantes	15,38%	6	3	10	4	4
Hectáreas de terreno para cultivos en regiones	11,54%	623,195	61,996	262,931	167,179	46,936
PBI	11,54%	5,94	4,51	1,98	14,84	28,22
Cantidad de agricultores	3,84%	82,095	63,260	48,838	18,505	47,368
PUNTAJE	100%	120,236,83	37,416,58	58,555,89	41,043,02	26,443,34

Fuente: Elaboración propia

El diagrama muestra la distribución de los principales mercados analizados, destacando a La Libertad con el mayor valor (15,04), seguido de Puno (9,17) y Lima (8,74). Ica (6,96) y Huánuco (6,36) presentan los menores valores. Este análisis permite orientar eficientemente la asignación de recursos hacia los mercados más relevantes.

Con respecto al análisis de la demanda, este se realizó considerando la situación actual y futura del mercado. Perú importa más del 89% de sus fertilizantes y es el sexto mayor importador de América Latina, lo cual genera una alta dependencia externa [33]. Se recopiló información histórica de importaciones de sulfato de potasio entre 2015 y 2023 (**Anexo 2**), donde se observó una fuerte variabilidad, aunque con una tendencia creciente hasta 2020. A partir de esos datos, y utilizando el método ARIMA validado por el software Crystal Ball, se proyectó la demanda nacional entre 2026 y 2030 (**Anexo 3**), estimándose un pico de 86 321 toneladas en 2029, con una demanda total acumulada de 622 148 toneladas [31] [33]. Esta demanda sigue la tendencia de los años anteriores, es por eso que se puede observar un crecimiento y luego un descenso mínimo en la cantidad demandada, lo que indica que luego de un aumento potencial, el mercado comienza a equilibrarse.

En contraste, la oferta nacional es extremadamente limitada, representando solo el 0,7% del total, con una producción acumulada proyectada de 4 797 toneladas en el mismo periodo [31]

[34]. Esta brecha genera una demanda insatisfecha de más de 617 000 toneladas, lo que evidencia una oportunidad clara para nuevos productores locales.

Tabla 5. Proyección de la demanda insatisfecha 2026- 2030

Año	Demanda	Oferta	Demanda Insatisfecha
2026	58 518	481	58 037
2027	74 800	540	74 261
2028	85 780	592	85 188
2029	86 321	663	85 658
2030	76 522	602	75 920
TOTAL	622 148	4 827	617 321

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se estimó una demanda potencial para el proyecto del orden del 10 al 15% (**Anexo 5**) de la demanda insatisfecha de La Libertad, equivalente a unas 4 692 toneladas durante el periodo de estudio 2026-2030, en el **Anexo 6**, se puede apreciar incluyendo el gráfico.

En cuanto a otro factor importante como es el precio, el análisis de precios históricos del fertilizante muestra fluctuaciones marcadas, influenciadas por factores internacionales. Entre 2015 y 2023, el precio por presentación de 10 kg osciló entre S/ 23,36 y S/ 45,00 [33], con un alza importante en los últimos años debido a la crisis logística global. La proyección de precios, realizada mediante un modelo de regresión lineal, estima un incremento continuo del 3% por la inflación desde 2026 hasta alcanzar los S/ 133,19 por 50 kg en 2030 (**Anexo 7**).

El plan de ventas a cinco años (2026–2030) estima ingresos superiores a S/ 98 millones, respaldado por una estrategia de precios competitivos (**Anexo 8**). La comercialización se plantea por una red mixta, es decir una red larga que inicia con la producción en Lambayeque y llega hasta tiendas locales en La Libertad mediante distribuidores intermedios; y una red corta que va directamente del fabricante a pequeñas empresas agrícolas. [31].

Figura 3: Sistema de distribución



Fuente: Elaboración propia.

Entre los principales obstáculos se identifican la inseguridad en zonas agrícolas, la competencia de fertilizantes importados más económicos y las exigencias regulatorias. Sin

embargo, el entorno es favorable gracias a políticas de incentivo, exoneraciones fiscales y una mayor demanda de insumos sostenibles.

Con respecto al segundo objetivo, la evaluación técnico-tecnológica de la propuesta, el análisis inició con la determinación de la localización óptima, contemplando tanto factores de macro como de micro localización. A nivel macro, se analizaron variables como disponibilidad de materia prima (F1), cercanía a destilerías (F2), acceso a servicios básicos [35] [36] (F3 y F4), mano de obra [35] (F5), infraestructura vial [32] (F6), costos de terrenos [37] (F7) y disponibilidad de los mismos (F8) (**Anexo 9**). Se evidenció que la provincia de Chiclayo concentraba la mayor disponibilidad de vinaza (33,75 millones de litros anuales), así como la presencia de empresas productoras de etanol como Destilería Vary y Naylamp. El análisis otorgó a Chiclayo un puntaje de 791,14, muy por encima de Lambayeque (315,54) y Ferreñafe (266,66), justificando la elección.

En cuanto a la micro localización, se evaluaron tres distritos de Chiclayo: Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria. Se aplicó una metodología similar (**Anexo 10**), basada en disponibilidad de materia prima (F1) [38], mano de obra (F2) [36], acceso a servicios básicos (F3 y F4), costos de terrenos (F5) y cercanía a empresas consumidoras del fertilizante (F6) [33]. El distrito de Chiclayo obtuvo la puntuación más alta (877,16), destacando por su cercanía a empresas importadoras clave como Molinos & Cia y Ceres Perú.

Viabilidad tecnológica

A nivel tecnológico, el proceso productivo definido en línea, para ajustarse a la disponibilidad fluctuante de vinaza y a la demanda estacional del mercado agrícola [47]. El producto final, sulfato de potasio (K_2SO_4), se diseñó cumpliendo la norma NTP 311.101.2016, con una composición mínima de 50% de potasio soluble, 17% de azufre y un máximo de 2% de cloruro y humedad [39] (**Anexo 11**). El proceso incluye etapas secuenciales de recepción de materia prima, intercambio iónico, evaporación, cristalización, centrifugación, secado, coating, empaque y almacenado, como se observa en el DAP y Diagrama de Flujo:

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTE DE SULFATO DE POTASIO

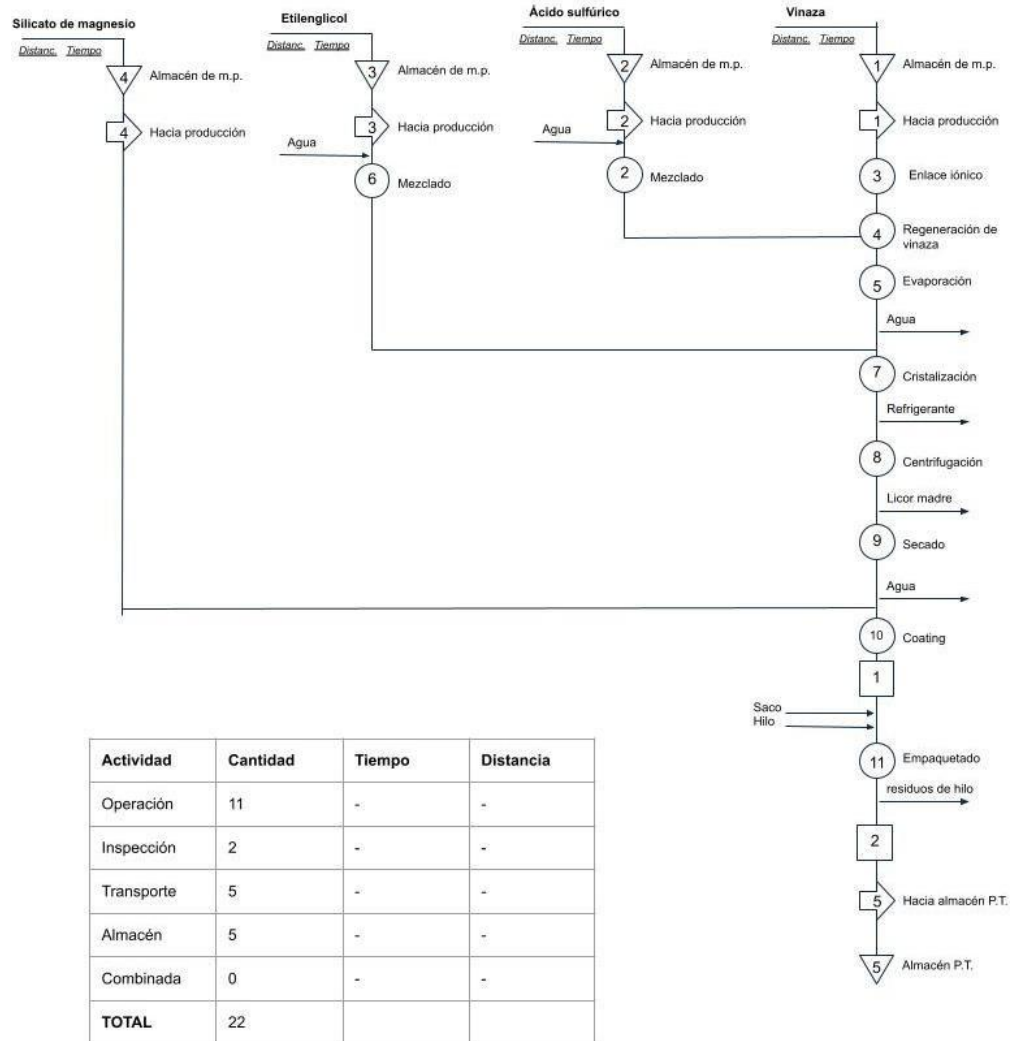
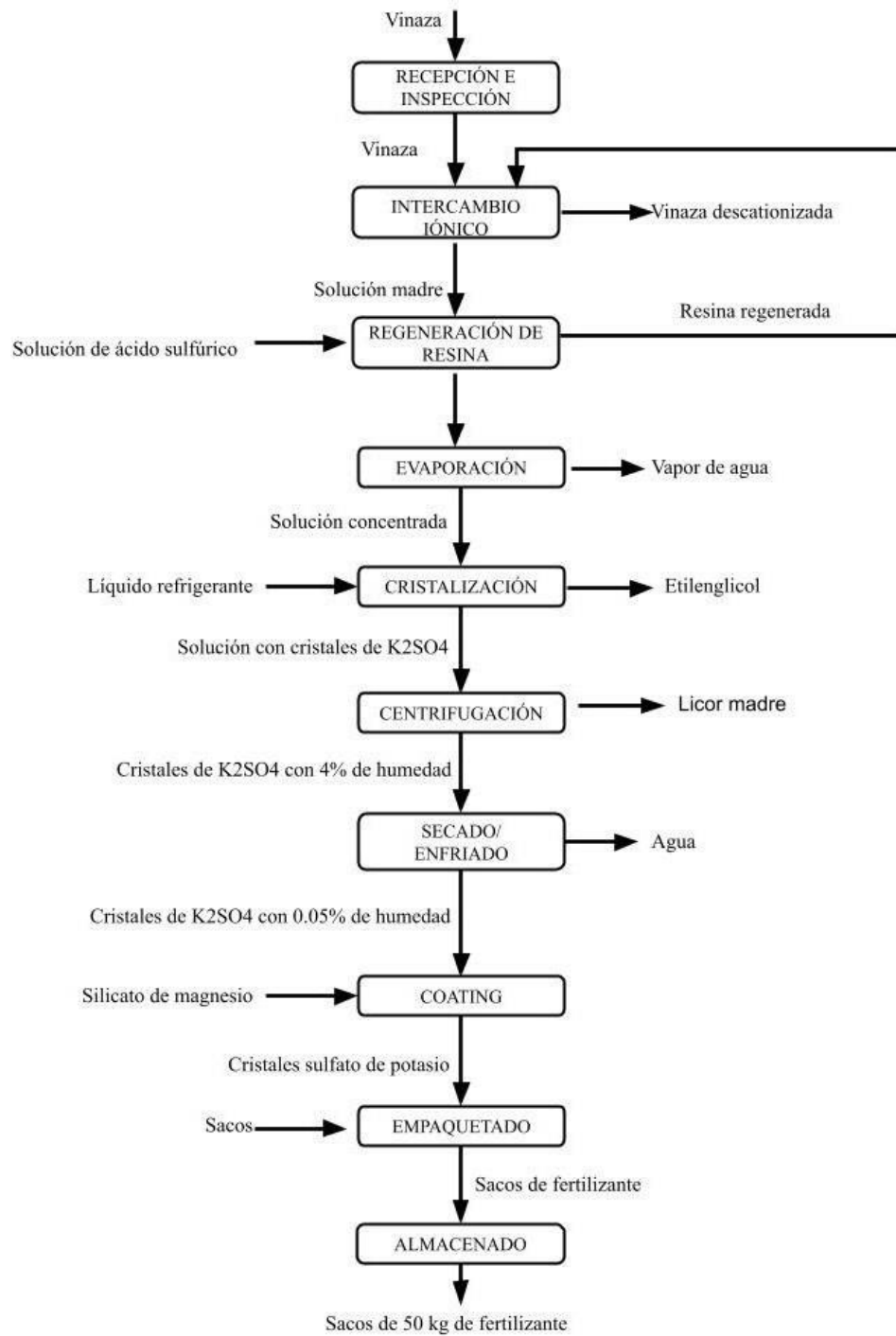


Figura 4. Diagrama de análisis de proceso de producción de Fertilizante potásico

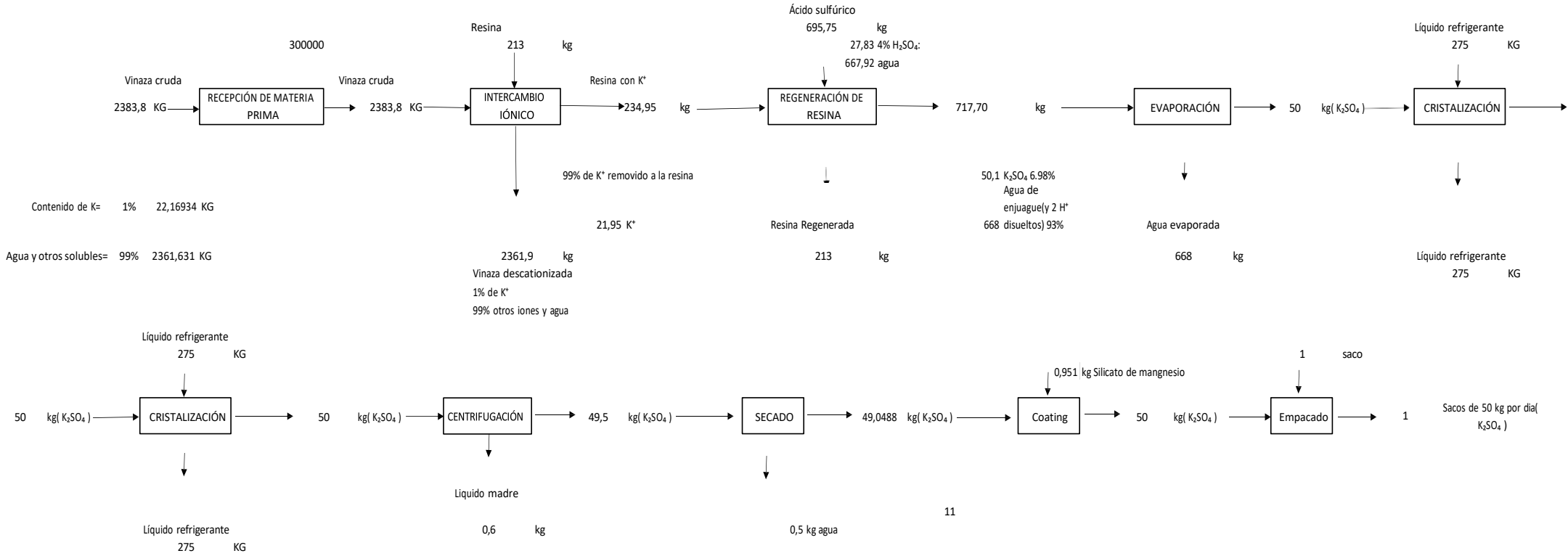
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de flujo de proceso de producción de Fertilizante potásico



Fuente: Elaboración propia.

Balance de materia del proceso



Fuente: Elaboración propia.

El balance de materia anteriormente presentado (**Anexo 12**), fue fundamental para dimensionar adecuadamente los insumos, residuos y consumos energéticos. A nivel de materia, se estableció que por cada tonelada de fertilizante producido se requieren aproximadamente 47 676 kg de vinaza, además de proporciones precisas de ácido sulfúrico, silicato de magnesio y agua. En cuanto al balance energético, se determinó un consumo diario estimado de 14 402 kW/h, siendo la centrifugadora y el secador rotativo los equipos con mayor demanda (**Anexo 13**).

Con respecto a la capacidad de planta, esta se diseñó para alcanzar una producción máxima anual de 8566 sacos de 50 kg, con un colchón del 11,72% para contratiempos operativos (**Anexo 14**). Asimismo, el plan de producción consideró una política de inventario bimestral para asegurar continuidad en el abastecimiento del mercado, el cual sale del Plan de Ventas (**Anexo 15**).

Tabla 6. Plan de Producción

PLAN DE PRODUCCION					
Unidad de producción :	Sacos de fertilizante de 50 kg				
Periodo	Inv. Inicial	Producción	Inv. Total	Ventas	Inv. Final
1er mes	0	967	967	484	484
2do mes	484	967	1451	484	967
3er mes	967	484	1451	484	967
Primer trimestre	0	2418		1451	
2do trimestre	967	1451	2418	1451	967
3er trimestre	967	1451	2418	1451	967
4to trimestre	967	1451	2418	1451	967
1 año	0	6771		5804	
2 año	967	7426	8393	7426	967
3 año	967	8519	9486	8519	967
4 año	967	8566	9533	8566	967
5 año	967	7592	8559	7592	967

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al consumo de insumos, por cada saco se requieren 2 383,8 L de vinaza, 15,13 L de ácido sulfúrico, 0,5 kg de silicato de magnesio y casi 5 000 L de agua, además de materiales indirectos como sacos, hilo y etilenglicol (**Anexo 16**).

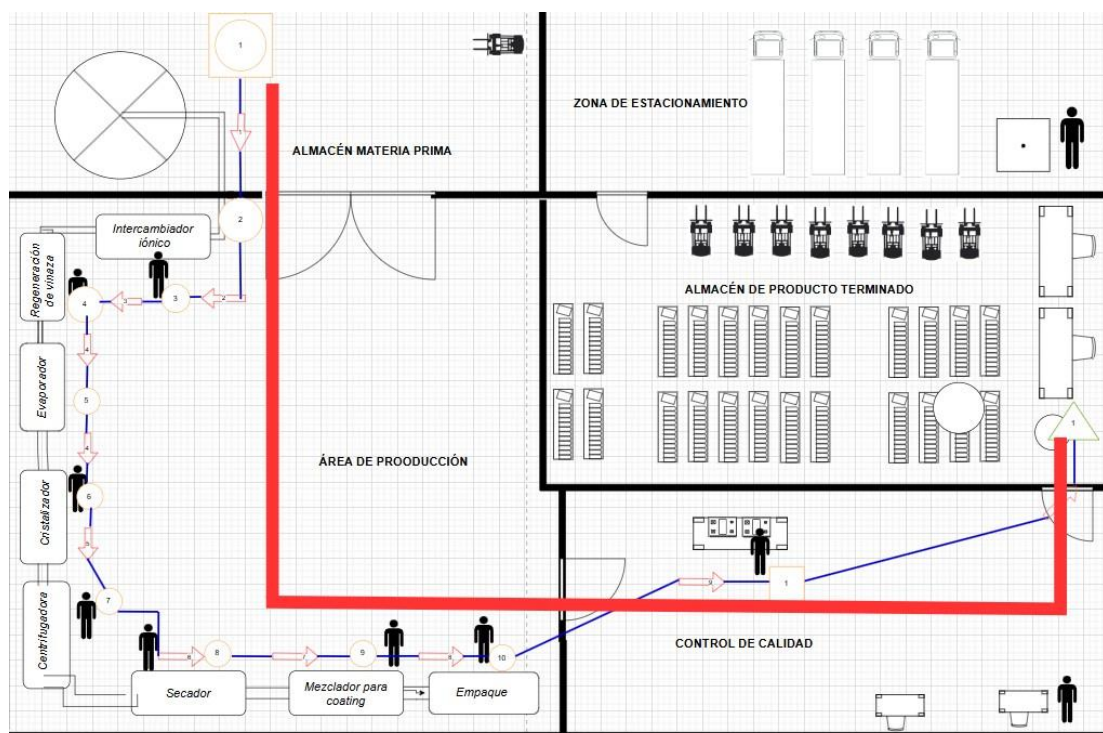
De acuerdo a ello, la disponibilidad nacional de vinaza es suficiente para sostener la operación (**Anexo 17**). Entre 2015 y 2019, se registraron niveles anuales entre 4,6 y 5 millones de toneladas, con una proyección que se mantiene estable hasta 2033 [38]. Respecto al ácido sulfúrico, su producción nacional ha mostrado un crecimiento lineal sostenido, con

proyecciones superiores a 2,7 millones de toneladas desde 2024 [8]. Para el silicato de magnesio, al no contar con producción local, se plantea una estrategia de importación anticipada desde EE.UU., Suiza o Reino Unido, incluyendo contratos flexibles, agentes aduaneros y un stock de seguridad mínimo.

El sistema de producción fue evaluado energéticamente considerando los requerimientos por maquinaria: 14 402 kW/h diarios, donde destacaron los regeneradores de resina y el cristalizador. La planta requirió 12 operarios distribuidos estratégicamente en las nueve etapas del proceso, lo cual garantiza eficiencia sin sobrecarga operativa [40] (**Anexo 18**). Las máquinas seleccionadas incluyen tanques de almacenamiento, columna de resinas, evaporador, cristalizador, centrifugadoras, secador rotativo y un mezclador coating; en donde las especificaciones de cada una se encuentran en el **Anexo 19**.

Otro aspecto crucial fue la distribución de planta, la cual adoptó un diseño en forma de “L”, ideal para supervisión eficiente, control del flujo y posibilidad de ampliación.

Figura 7. Diseño en forma de “L”



Fuente: Elaboración Propia

Esta distribución permite mantener una secuencia lógica y continua del proceso, desde la recepción de la vinaza hasta el almacenamiento del producto terminado, minimizando cruces innecesarios entre materias primas y productos procesados. En el caso específico de la producción de fertilizante potásico, donde se requiere una coordinación precisa entre operaciones como intercambio iónico, regeneración, evaporación, cristalización y secado, esta

disposición facilita el monitoreo visual y técnico en cada etapa. Además, reduce tiempos de traslado, mejora la trazabilidad del proceso y el aprovechamiento del espacio.

Se aplicó el método Guerchet para el cálculo de áreas necesarias, cubriendo almacén de materia prima, producción, calidad, oficinas, servicios, comedor, vestidores y estacionamiento. La superficie total diseñada fue de más de 4 000 m² (**Anexo 20**). Complementariamente, se utilizó el método SLP (**Anexo 21**), que facilitó la organización lógica de los departamentos a partir del análisis de relaciones cualitativas entre actividades, considerando factores como cercanía funcional, frecuencia de interacción y requerimientos de espacio.

La propuesta técnica incluyó también la estimación de obras civiles necesarias para el correcto funcionamiento de la planta. Estas comprenden la construcción de estructuras industriales, instalación de redes eléctricas e hidráulicas, sistemas de ventilación, instalaciones sanitarias, áreas de servicios generales y cerco perimétrico, todo proyectado para asegurar durabilidad, operatividad y cumplimiento de normativas industriales. En cuanto al control de calidad, se contempló la implementación de un laboratorio interno equipado para verificar la composición química del fertilizante, garantizando el cumplimiento de los estándares definidos por la NTP 311.101.2016. El proceso contempla muestreos regulares, análisis de contenido de potasio, humedad, cloruros y azufre, así como evaluaciones de solubilidad y granulometría [42].

Además del análisis PESTEL, se aplicó la Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE), herramienta que permitió identificar y ponderar las oportunidades y amenazas del entorno. Entre las oportunidades más relevantes se encontraron la alta demanda insatisfecha de fertilizantes potásicos, la disponibilidad regional de vinaza, los incentivos para proyectos sostenibles y el respaldo de políticas públicas. Como amenazas se identificaron la competencia de productos importados, la volatilidad de precios de insumos clave y los posibles cambios normativos y de legislación laboral, ya que podrían incrementar los costos operativos y puede generar sanciones en caso de incumplimiento. La calificación final de la matriz MEFE alcanzó un puntaje superior a 3, lo que refleja que el entorno externo resulta altamente favorable para la implementación del proyecto (**Anexo 22**).

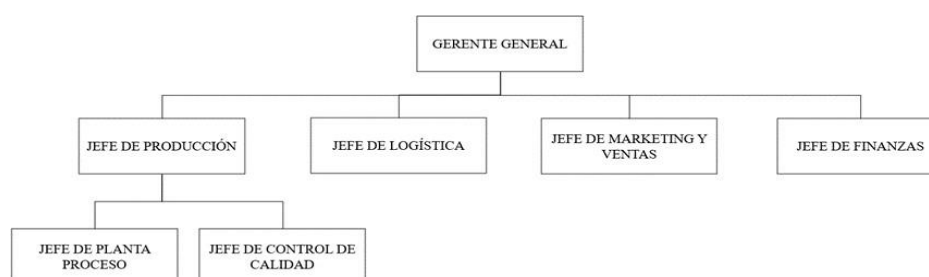
Para evaluar el desempeño operativo de la planta se establecieron indicadores clave. Se calculó la producción anual, la productividad de materia y la productividad de mano de obra, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7. Indicadores de producción

Indicador	Valor	Unidad / Fórmula
Producción anual	7 592	bolsas/año
Producción mensual	633	bolsas/mes
Producción diaria	24	bolsas/día
Productividad de materia prima	0,00046	kg de fertilizante / kg de vinaza
Productividad de mano de obra	2,67	bolsas/operario/día
Productividad por hora por operario	0,33	bolsas / (operario·hora)

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a recursos humanos, se determinó una estructura operativa compuesta por 12 operarios en planta (**Anexo 23**);asimismo, supervisores, personal administrativo y técnicos de laboratorio. Las funciones fueron claramente definidas para cada área, incluyendo producción, mantenimiento, calidad, logística y administración. Se establecieron turnos rotativos, una línea jerárquica eficiente y una política de capacitación continúa orientada a mejorar las competencias técnicas del personal. La descripción de funciones se alineó con los requerimientos del proceso, considerando criterios de eficiencia, seguridad y polivalencia del personal.

Figura 8: Organigrama

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, desde el aspecto legal, el proyecto cumplió con las exigencias establecidas por la Ley General de Residuos Sólidos y la Ley de Inocuidad Alimentaria, así como con la normativa ambiental vigente para industrias de transformación química. Se previó la obtención de licencias de funcionamiento, certificados de impacto ambiental, registros sanitarios del producto final, y la afiliación al sistema de seguridad social y salud ocupacional para los trabajadores. En cuanto a las políticas internas, se plantearon lineamientos de seguridad industrial, sostenibilidad ambiental, uso eficiente de recursos y responsabilidad social empresarial, con el fin de garantizar una operación ética, ordenada y respetuosa del entorno.

Viabilidad económica

Con respecto al último objetivo, la evaluación de la viabilidad económica, financiera y ambiental de una planta de fertilizante potásico a partir de vinaza generada en la industria del

etanol en Lambayeque comenzó con la estimación de la inversión inicial (**Anexo 24**). Esta se calculó considerando gastos preoperativos (permisos y licencias), costos de activos fijos tangibles como maquinaria, infraestructura civil, mobiliario, equipos de laboratorio y equipos informáticos, además de activos intangibles como licencias, permisos, diseño del producto y software especializado. A esto se sumaron los costos de capital de trabajo requeridos para cubrir el ciclo operativo en sus primeras etapas. La inversión total ascendió a S/.19 729 251,33, de este monto, el 35,74% será financiado por terceros, el 28,03% aportado por el promotor y el 36,10% por un socio estratégico.

Tabla 8. Inversión

Descripción	INVERSIÓN			
	Inversión total \$	Promotor del proyecto \$	Socio estratégico \$	Financiamiento \$
CAPITAL DEL TRABAJO	S/.16 371 795,82	S/ 4 911 538,75	S/.6 548 718,33	S/.4 911 538,75
Inversión tangible				
Terrenos	S/.469 392,00	S/.234 696,00	S/.234 696,00	
Construcciones	S/.259 113,86			S/.259 113,86
Infraestructura industrial	S/.495 220,00			S/.495 220,00
Maquinaria	S/.426 832,50			S/.426 832,50
Equipo de producción	S/.2 445,49	S/.2 445,49		
Equipos de oficina	S/.41 208,88	S/.41 208,88		
TOTAL INVERSIÓN TANGIBLE	S/.2 340 798,73	S/.278 440,37	S/.234 696,00	S/.1 827 662,36
Inversión intangible				
Estudios	S/.12 000,00	S/.12 000,00		
TOTAL INVERSIÓN INTANGIBLE	S/.77 168,62	S/.77 168,62	S/.0,00	S/.0,00
INVERSION TOTAL	S/.19 729 251,33	S/.5 530 505,12	S/.7 122 585,04	S/.7 076 161,16
Porcentaje	100,00%	28,03%	36,10%	35,87%

Fuente: Elaboración propia

La depreciación anual de los activos fijos durante los primeros cinco años fue estimada en S/.218 203,47. El mayor peso recae en la maquinaria (S/.495 220,00) y el transporte (S/.646 496,00), que por su alto valor y menor vida útil concentran más del 90% de la carga anual. Infraestructura y construcciones presentan menores valores debido a su vida útil más prolongada (**Anexo 25**). Además, se optó por una estrategia de financiamiento a largo plazo, dado que el proyecto contemplaba planes de expansión como la ampliación de infraestructura, incorporación de tecnología, adquisición de maquinaria y capacitación del personal. En ese sentido, se fijó un horizonte de 5 años, respaldando la naturaleza a largo plazo del financiamiento, el cual fue otorgado por el banco Pichincha a una tasa de interés efectiva anual del 15% (**Anexo 26**).

Se proyectó un plan de ventas estimando ingresos que pasarán de S/ 500 mil en el primer año a más de S/ 1 millón en el quinto, a medida que la producción anual aumente. Por otro lado, el costo por unidad de producción se calculó en S/ 57,31, integrando tanto materiales directos como indirectos. Asimismo, los costos anuales fluctuaron entre S/ 1,2 y S/ 1,4 millones, destacándose un elevado consumo energético de S/ 540 mil, principalmente debido al uso de regeneradores de resina y cristalizador. También, la mano de obra directa se estimó en S/ 282 672,00 anuales, mientras que los sueldos técnicos y administrativos sumaron S/ 65 232,00.

El análisis del punto de equilibrio arrojó resultados negativos tanto en términos económicos como en unidades físicas a lo largo de los cinco años proyectados. Esta situación se explica principalmente por los elevados costos fijos y variables, en contraste con ingresos considerablemente bajos que no logran cubrir ni siquiera el 20 % del costo total en algunos años. Asimismo, el alto costo variable unitario (CVU) respecto al precio de venta sugiere un margen de contribución nulo o negativo, lo que impide alcanzar el equilibrio financiero. En consecuencia, el proyecto presenta pérdidas estructurales desde su primer año de operación, confirmando su inviabilidad económica bajo las condiciones actuales del modelo evaluado. **(Anexo 27).**

Con respecto al flujo de caja proyectado, este permitió evidenciar la inviabilidad financiera del proyecto. A pesar de las estrategias de financiamiento inicial mediante capital social (S/.12 653 090,17) y préstamos a corto y largo plazo (S/.7 076 161,16), los ingresos generados anualmente no lograron cubrir los costos totales de operación. Esto se refleja en saldos brutos negativos durante los cinco años de evaluación, sin alcanzar utilidades en ningún periodo. El VAN fue de -S/.19 414 889, lo que, junto a una TIR no calculable y una relación beneficio/costo de -0,52, confirma que el proyecto no es rentable desde el punto de vista financiero.

Tabla 9. Flujo de caja anual

FLUJO DE CAJA (PRESUPUESTO DE EFECTIVO EN S/.)						
Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión						
Capital social	S/.12 653 090,17					
Préstamos a CP y LP	S/.7 076 161,16					
Total inversión	S/.19 729 251,33					
Ingresos						
Cuentas por cobrar (ventas a crédito)		S/.314 797	S/.443 472	S/.527 906	S/.552 246	S/.509 609
Ventas al contado		S/.343 415	S/.452 568	S/.534 755	S/.553 836	S/.505 588
Total ingresos		S/.658 212	S/.896 040	S/.1 062 661	S/.1 106 083	S/.1 015 197
Egresos						
Costos de producción		S/.1 220 793,36	S/.1 313 744,02	S/.1 376 379,69	S/.1 379 073,09	S/.1 323 256,85
Gastos administrativos		S/.306 008,0	S/.306 008,0	S/.306 008,0	S/.306 008,0	S/.306 008,0
Gastos de comercialización		S/.379 491,49	S/.380 146,41	S/.380 639,53	S/.380 754,02	S/.380 464,53
Interés de préstamos		S/.1 061 424	S/.955 282	S/.849 139	S/.742 997	S/.636 855
TOTAL EGRESOS		S/.2 967 717,02	S/.2 955 180,18	S/.2 912 166,56	S/.2 808 832,03	S/.2 646 583,88
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		-S/.2 309 505	-S/.2 059 140	-S/.1 849 506	-S/.1 702 750	-S/.1 631 387
Impuesto a la Renta 30%		0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0
SALDO (después de impuestos)		-S/.2 309 505	-S/.2 059 140	-S/.1 849 506	-S/.1 702 750	-S/.1 631 387
Depreciación		S/.218 203,47	S/.218 203,47	S/.218 203,47	S/.218 203,47	S/.218 203,47
Amortización de préstamos		S/.707 616,12	S/.707 616,12	S/.707 616,12	S/.707 616,12	S/.707 616,12
SALDO FINAL (Flujo Neto de efectivo FNE)	-S/.12 653 090,17	-S/.2 798 918	-S/.2 548 553	-S/.2 338 918	-S/.2 192 162	-S/.2 120 800
UTILIDAD ACUMULADA	-S/.12 653 090,17	-S/.15 452 008,01	-S/.18 000 560,91	-S/.20 339 479,27	-S/.22 531 641,43	-S/.24 652 441,20

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el estudio de sostenibilidad ambiental evaluó los impactos generados en cada etapa del proceso de transformación de la vinaza mediante una matriz de aspectos e impactos ambientales (**Anexo 28**), considerando criterios como naturaleza, magnitud, frecuencia y severidad. Se identificaron impactos significativos como la generación de vinaza desionizada durante el intercambio iónico, el uso de químicos peligrosos en la regeneración de resinas con ácido sulfúrico, la emisión de olores en la recepción de vinaza y la descarga líquida residual en la centrifugación. Otros impactos como la emisión de vapor de agua, calor, partículas y residuos sólidos fueron clasificados como poco o no significativos, al presentar niveles de significancia bajos. Como medidas de mitigación, se propuso el uso de sistemas de filtración de olores y partículas, tecnologías de tratamiento y recirculación de residuos líquidos, entre otros.

Discusión

En el presente estudio se tuvo como objetivo general, determinar la prefactibilidad de una fábrica de fertilizante potásico a partir de vinaza. Es así que, en investigaciones previas, varios autores han destacado el potencial de la vinaza como una fuente valiosa de nutrientes que puede ser aprovechada con dicho uso, minimizando así su impacto ambiental y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles. Es el caso de, Torres et al. [7] los cuales exploraron la recuperación de potasio de la vinaza como una estrategia para su reutilización en fertilizantes, demostrando que este elemento es uno de los más abundantes y valiosos en la vinaza. La investigación encontró que, mediante el intercambio iónico, se puede recuperar potasio de manera eficiente. En la presente investigación, se ha adoptado un enfoque similar, logrando obtener aproximadamente el 2,06% como fertilizante potásico de la vinaza inicial, como se muestra en el balance de masa, lo que valida la viabilidad de utilizar este residuo como fuente de nutrientes para fertilizantes. En otro estudio relevante, Barros et al. [8] destacaron la reutilización de la vinaza para la agricultura, particularmente en su función como fertilizante, al emplear el proceso de electrodiálisis para extraer el potasio. Este proceso permitió una reducción significativa de la carga contaminante de la vinaza, además de concentrar nutrientes útiles. En la presente investigación, un tratamiento similar permitió que la vinaza, tras ser neutralizada y concentrada, obtuviera un pH adecuado para su aplicación directa como fertilizante, sin riesgos de salinización, lo que asegura su efectividad y seguridad en su uso en campos agrícolas. Luciano et al. [9] también investigaron el uso de vinaza concentrada como fertilizante, encontrando que mediante procesos térmicos y de concentración, es posible aumentar su concentración de nutrientes esenciales para las plantas. La presente investigación adoptó una metodología comparable, concentrando la vinaza por evaporación, lo que permitió pasar de 3 093, 75 L de solución madre a 1 673,63 L de solución concentrada. En el caso de los autores

mencionados, utilizaron también una mezcla de pajilla de arroz para mejorar sus propiedades. Con esto se puede confirmar que el proceso de concentración mejora la viabilidad de la vinaza como fertilizante, haciendo que sea más eficiente en su uso.

Para el primer objetivo específico, que consistió en determinar la viabilidad comercial de una planta de fertilizante potásico a partir de vinaza, uno de los principales resultados obtenidos fue la estimación de la demanda insatisfecha del mercado nacional. A partir del análisis de datos históricos y proyecciones, se calculó un promedio de 61 732 toneladas anuales de demanda insatisfecha durante los próximos diez años. Este valor evidencia una brecha considerable entre la oferta actual y las necesidades reales del mercado, lo que representa una oportunidad estratégica para la introducción del nuevo producto.

Este resultado es coherente con lo reportado por otros autores, como, por ejemplo, [19] quien identificó una demanda insatisfecha de 63 139 toneladas en un periodo más corto, de cinco años, lo cual reafirma la tendencia creciente del déficit en la disponibilidad de fertilizantes potásicos en el país. De esta manera, la demanda insatisfecha no solo se mantiene en el tiempo, sino que tiende a incrementarse progresivamente, lo que indica una oportunidad real y sostenible para la comercialización del fertilizante alternativo mencionado en esta investigación. Por tal motivo, se planteó una demanda de proyecto promedio conservadora para los próximos 10 años, siendo igual a 469 toneladas aproximadamente, con el fin de asegurar una implementación gradual y realista.

Otro indicador importante es la oferta del proyecto, la cual se proyectó igualmente en un periodo de 10 años, y fue igual a 480 toneladas en promedio. De igual forma [19] en un contexto prácticamente similar delimitó una oferta para su proyecto de 3480 toneladas para un periodo de 5 años, lo cual es mucho mayor comparado a la presente investigación. Esta diferencia puede atribuirse a variaciones en la escala del proyecto, la tecnología empleada y la localización de las plantas, así como a supuestos más optimistas en cuanto a la disponibilidad de vinaza y eficiencia operativa.

En comparación, estudios previos como el de [20], con un enfoque similar en la valorización de residuos agroindustriales para la producción de fertilizantes potásicos, establecieron un precio de 530 dólares FOB por tonelada, equivalente aproximadamente a S/ 1,974 por cada 10 kg a tipo de cambio actual, lo cual representa una cifra notablemente menor a la definida en la presente propuesta. Esta diferencia se explica en gran parte por el enfoque de exportación bajo condiciones FOB en el caso de [27], mientras que este proyecto se orienta inicialmente al mercado interno, con un valor agregado asociado a su carácter ecológico, regional y de producción local.

Se escoge el sulfato de potasio (K_2SO_4) ya presenta una ventaja competitiva frente al cloruro de potasio (KCl) debido a su composición libre de cloro, lo cual lo hace más adecuado para cultivos sensibles como el tabaco, la papa, el café y diversas frutas y hortalizas, que pueden verse afectados negativamente por la presencia de cloruros en el suelo [14] [27]. A diferencia del KCl, que contiene entre 45% y 47% de cloro, el K_2SO_4 no solo evita estos efectos adversos, sino que además aporta azufre, un nutriente esencial para la síntesis de proteínas en las plantas. Aunque el cloruro de potasio es ampliamente utilizado por su bajo costo y alto contenido de potasio [27] [41], los precios históricos muestran que el sulfato de potasio ha mantenido un valor competitivo, incluso superior en algunos años como 2015, 2016, 2021 y 2023, lo cual refleja su demanda sostenida en mercados especializados y de mayor exigencia agronómica. Esta tendencia, junto con su perfil ambiental más favorable y su aplicabilidad en cultivos de alto valor, justifica su elección como producto principal del presente proyecto.

Asimismo, con respecto a la demanda, en la presente investigación, se utilizó el modelo ARIMA(2,0,2) mediante el software Crystal Ball para proyectar la demanda y la oferta de fertilizante potásico en la región Lambayeque, obteniendo como resultado una demanda insatisfecha acumulada de 617 321 toneladas entre 2026 y 2030. Este enfoque, basado en series temporales, se eligió por su capacidad de captar patrones históricos sin requerir variables explicativas externas, lo cual lo hace especialmente útil en contextos donde la información disponible es limitada. Adicionalmente, se proyectó la demanda específica para el proyecto, alcanzando un total acumulado de 4 692 toneladas en el periodo 2026-2030, lo que representa una oportunidad de abastecer parte de la demanda insatisfecha regional. En comparación, el autor citado [19] empleó el Método Econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios, según Sapag Chain, para estimar la oferta y demanda de fertilizantes en Lambayeque durante el periodo 2019-2023. Aunque ambos métodos buscan determinar la demanda insatisfecha mediante la diferencia entre demanda y oferta, el uso de ARIMA en la presente investigación responde a la necesidad de generar proyecciones partir de la cantidad de datos históricos, y al tipo de tendencia de los mismos.

Otro aspecto relevante abordado en la investigación fue el canal de comercialización, en el que se estableció un sistema de distribución mixto con la empresa fabricante como punto de partida. Este sistema contempla una red larga, donde el fertilizante producido en Lambayeque se distribuye a empresas comercializadoras y luego a tiendas locales en La Libertad, y una red corta, en la que el producto va directamente del fabricante a una distribuidora y finalmente al cliente final. En comparación, la fuente [27] propone tres alternativas: E-commerce, venta directa a través de una tienda propia y el uso de intermediarios. Tras analizar estas opciones, la

presente investigación concluye que, por viabilidad económica y operativa, las alternativas más factibles son el uso de intermediarios y el canal de E-commerce, relegando la instalación de una tienda física por sus mayores costos y menor eficiencia en el contexto analizado.

Con respecto a la viabilidad tecnológica, la presente investigación optó por el proceso de intercambio iónico para el tratamiento de la vinaza, debido a su mayor rentabilidad y eficiencia frente a otros métodos como la electrodiálisis. Este proceso no requiere membranas costosas, consume menos energía y permite separar el potasio de forma efectiva, gracias al uso de silicato de magnesio que evita la compactación del residuo. Autores como [8] respaldan esta elección al obtener hasta un 98 % de remoción de potasio con resinas catiónicas, logrando una recuperación del 99 % como fertilizante. En contraste, autores como en [12] utilizaron electrodiálisis por 8 horas a 80 mA, seguida de nanofiltración a 6 bar, obteniendo buenos resultados, pero con mayores costos tecnológicos y operativos, lo que reduce su viabilidad práctica.

La tecnología utilizada para el proceso, como es el caso de resinas de intercambio iónico en columna representó una alternativa adecuada y eficiente para el tratamiento de vinaza, debido a su capacidad específica para separar y recuperar compuestos valiosos como el potasio, además de eliminar otros contaminantes presentes en este efluente residual como se menciona en [20]. Además, se utilizaron platillos dentro del sistema para facilitar la distribución del líquido y optimizar el contacto entre la vinaza y el medio de intercambio, incrementando así la eficiencia del proceso. Según [19], esta metodología permitió una purificación eficaz y recuperación de compuestos útiles, lo cual no solo reduce el impacto ambiental de la vinaza, sino que también genera valor agregado al recuperar nutrientes como el potasio para posibles aplicaciones agrícolas o industriales.

Finalmente, en cuanto al objetivo de viabilidad económica, el análisis del proyecto reveló todo lo contrario. Con una inversión total inicial aproximada de S/.19 729 251,33, la cual fue asumida por diferentes actores como son: la misma empresa, el socio estratégico y por una entidad financiera mediante el financiamiento, se identificó la nula viabilidad de la propuesta a nivel económico. En cuanto a los costos de producción, el proyecto contempló principalmente el uso intensivo de materia prima, con montos que superan los S/ 1,2 millones anuales hacia el quinto año. Así pues, los indicadores financieros confirmaron la inviabilidad del proyecto. El VAN fue de -S/.19 414 889, evidenciando que los flujos de caja descontados no logran recuperar la inversión inicial ni generar valor añadido para los inversionistas. Por otro lado, la relación Beneficio/Costo fue de -0,52, lo que indica que por cada sol invertido se obtiene una pérdida equivalente a 0,52 céntimos. Estas cifras reflejan que los ingresos generados no son

suficientes para cubrir los costos operativos, financieros y de producción. En consecuencia, la propuesta carece de sostenibilidad financiera bajo las condiciones planteadas, haciendo inviable su implementación desde un enfoque económico. Similar a [42] que presentó una inversión menor de S/. 115 108,33 y de igual forma obtuvo un VAN negativo de S/. -128 439,37. Lo cual indica una falta de rentabilidad en ese caso. Además, la TIR del autor fue de -26% en [42], lo que resalta similitud en la poca rentabilidad del proyecto.

Conclusiones

La implementación de una fábrica de fertilizante potásico a partir de vinaza en la región de Lambayeque no resultó viable, principalmente por su poca sostenibilidad financiera. A pesar de que la propuesta aportaba valor desde una perspectiva ambiental y de aprovechamiento de residuos, el análisis económico-financiero evidenció que los ingresos proyectados fueron insuficientes frente a los altos costos de inversión, operación y financiamiento.

Desde el enfoque comercial, se confirmó la viabilidad del proyecto al identificar una demanda anual nacional cercana a 290 185 kg de fertilizante potásico, frente a una oferta reducida en opciones. La estrategia comercial propuesta, proyectó ingresos acumulados de más de S/ 650 mil en cinco años, validando su sostenibilidad en el mercado.

Técnicamente, se determinó la factibilidad de producción mediante un proceso que combina intercambio iónico, evaporación, cristalización y centrifugación, alcanzando una recuperación del 97 % del potasio contenido en la vinaza. La planta fue diseñada para procesar 8 566 sacos de 50 kg por año, operando un turno de 8 horas durante 26 días al mes, con distribución optimizada mediante SLP.

Finalmente, en el ámbito económico y financiero, el proyecto resultó no rentable al presentar un VAN de -S/.19 414 889 y una relación Beneficio/Costo de -0,52. Estos resultados reflejan que los ingresos proyectados no logran cubrir los altos costos, confirmando que, sin ajustes estructurales o subsidios externos, el proyecto no es económicamente sostenible.

Recomendaciones

Se recomienda profundizar en investigaciones orientadas a optimizar el proceso de producción del fertilizante potásico mediante la incorporación de tecnologías emergentes, tales como nanotecnología, biorreactores u otras innovaciones en ingeniería química, con el objetivo de incrementar la eficiencia en la recuperación de potasio, reducir el consumo energético y mejorar la calidad del producto final.

Asimismo, se sugiere desarrollar evaluaciones ambientales de largo plazo, incluyendo análisis de ciclo de vida (LCA), estudios de ecotoxicidad y de impacto en la salud humana, para ampliar el conocimiento sobre las implicancias del uso del fertilizante potásico derivado de vinaza en diversos ecosistemas agrícolas.

También se plantea la necesidad de investigar la diversificación de productos derivados de la vinaza, como biofertilizantes líquidos, biogás, compost o enmiendas orgánicas, a fin de identificar nuevas líneas de aprovechamiento integral del residuo.

Referencias

- [1] D. M.-D. R.-M. Lina Julieth Ospina León, «Desafíos y oportunidades de la Vinaza de caña de azúcar. Un análisis bibliométrico,» 02 Septiembre 2022.
- [2] J. C. León Carrasco, «Perú produce entre 1 millón y 1.2 millones de toneladas de azúcar y entre 180.000 y 189.000 metros cúbicos de alcohol al año,» 8, 2024.
- [3] R. Ibarra Camacho y L. León Duharte, «Caracterización químico-física de vinazas de destilerías,» *Ciencia en su PC*, vol. 1, n° 2, p. 13, 2018.
- [4] RPP, «Chiclayo: Desa remite informe a fiscalía sobre contaminación de río,» *RPP*, p. 3, 26 Enero 2015.
- [5] L. K. Nizama Pacheco, Artist, *Impacto del Dren 4000 al ecosistema marino de la caleta Santa Rosa, Lambayeque y alternativas de recuperación*. [Art]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.
- [6] J. F. C. Llarena, «Evaluación de dos tipos de vinaza como fertilizante y acondicionador de suelo en el cultivo de frijol,» Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3daa728c-c5fb-4b57-a078-f309571134db/content>.
- [7] L. B. Barros, L. H. Andrade, J. E. Drewes y M. C. Amaral, «Investigation of electro dialysis configurations for vinasse desalting and potassium recovery,» ELSERVIER, Miami, 2019.
- [8] L. F. T. Gaviria y J. c. O. V. A. S. Cárdenas, «Reducción del nivel de potasio en vinaza de destilería utilizando resinas de intercambio iónico,» *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*.
- [9] D. F. R. F. d. C. F. L. A. J. Luciano Ricardo de Oliveira, «Viabilidad del uso de cenizas de vinaza como fertilizante para forrajeras,» 28 Julio 2021.
- [10] O. D. H. P. A. H. Ratna Dewi Kusumaningtyas, «Efectos del fertilizante orgánico a base de vinaza sólida en algunos índices de crecimiento de la planta de tomate,» p. 9, Enero 2018.
- [11] M. C. P.-B. R. P.-B. S. A. N. Nilton Asao Fukushima, «Análisis energético de la industria del etanol considerando la concentración de vinaza y su incineración,» p. 14, 2019.
- [12] P. D. Franciele, R. S. Ana Flávia, L. Lisete Celina, S. A. Míriam Cristina y d. F. N. Luzia Sergina, «Vinasse processing by electro dialysis combined with nanofiltration: emphasis

- on process optimization and environmental sustainability,» *Water Science & technology*, vol. 80, n° 10, pp. 2677-2693, 2023.
- [13] Y. A. Rocha lebron y M. C. Santos Amaral, «Effect of electrolyte solution recycling on the potassium recovery from vinasse by integrated electrodialysis and K-struvite precipitation processes,» *ScienceDirect*, vol. 450, n° 1, 2022.
- [14] A. Roberto, «evaluación de la vinaza como fertilizante potásico en la caña de azúcar y su efecto sobre las propiedades químicas de un inceptisol de atenas, alajuela,» *DIECA-LAICA*, vol. 5, n° 1, pp. 175-178, 2022.
- [15] C. Gutiérrez, J. Grosso, J. Bullon y L. Rennola, «Ultrafiltration of vinasse from ethanol distilleries,» *Researchgate*, vol. 30, n° 2, 2019.
- [16] T. A. . G. Otani, «Recuperación mejorada de potasio de melaza de caña de azúcar para fertilizantes,» *Tecnología del azúcar*, vol. 25, n° 2, pp. 820-826, 2022.
- [17] A. Hasan y F. Tümen, «Potassium struvite (slow release fertilizer) and activated carbon production: Resource recovery from vinasse and grape marc organic waste using thermal processing,» *ScienceDirect*, vol. 147, pp. 1077-1087, 2021.
- [18] D. V. Barragan Londoño y V. Rueda Holguin, Artists, *Evaluación de la viabilidad económica-financiera para la creación de una empresa Fert-Eco dedicada a la producción de fertilizantes orgánicos*. [Art]. Universidad Tecnológica de Pereira, 2019.
- [19] M. E. Sabana Paiva y A. Y. Sánchez Suárez, Artists, *Proyecto de inversión para la instalación de una planta productora de abono orgánico a partir de la vinaza en el departamento Lambayeque..* [Art]. USAT, 2019.
- [20] Y. D. Gonzales Segura, Artist, *Viabilidad comercial de la producción de fertilizante potásico en la destilería Naylamp E.I.R.L. para el mercado chileno*. [Art]. USAT, 2016.
- [21] B. R. M. José Domingo Opazo A, «Efecto de diferentes fertilizantes potásicos en el contenido foliar de nutrientes, producción y calidad de fruta en naranjo cv. Valencia,» 11 Mayo 2001.
- [22] U. MARIN SANCHEZ, «Evaluación de la Actualización del Plan de Manejo Ambiental del Diagnóstico Ambiental Preliminar de la “Planta Industrial”, de titularidad de la empresa DESTILERÍA NAYLAMP E.I.R.L.,» Lima, 2022.
- [23] «Agroalsa Fertilizantes Agrícolas Potásicos,» AGRO ALPANSEQUE S.L., 2021. [En línea]. Available: <https://www.fertilizanteagricola.com/>.

- [24] L. L.-D. Roberto Ibarra-Camacho, «Caracterización químico-física de vinazas de destilerías,» 12 Febrero 2018.
- [25] A. Q. W. N. B. Daniella Senador, «Monitoreo de la aplicación de vinaza como fertilizante en caña de azúcar con indicadores microbianos de suelo,» 20 Junio 2017.
- [26] C. d. R. Echeverría Ruíz, «Metodología para determinar la factibilidad de un proyecto,» 2017.
- [27] Agroalsa, «Fertilizantes Agrícolas Potásicos,» 2018.
- [28] G. A. M. G. E. M. Edwin Alfonso Zelaya Benavidez, «Mezcal vinases and their fertilizing effect on the yield of vegetables,» p. 12, 2021.
- [29] A. A. Aguayo, «Aprovechamiento de vinaza para obtención de biofertilizantes como alternativa nutricional para el sector agropecuario,» p. 14, Diciembre 2018.
- [30] F. L. B. Salazar, «Uso de Vinaza de *Saccharum officinarum*,» 2021.
- [31] J. R. D. Pinedo, «Reporte de Mercado de Fertilizantes en el Perú,» 2023. [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5511128/4909571-reporte-de-mercado-de-fertilizantes-en-el-peru-2023.pdf>.
- [32] SINIA, «Superficie agrícola nacional según departamento, 2020 (Hectáreas),» 2020. [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/inea/indicadores/superficie-agricola-nacional-segun-departamento-2020/>.
- [33] L. M.-V. González, «El mercado de fertilizantes en el Perú,» ICEX, 2023. [En línea]. Available: https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/065/documentos/2023/09/otros-documentos/OD_El%20mercado%20de%20fertilizantes%20en%20Per%C3%BA%202023_REV.pdf.
- [34] M. d. d. a. y. riesgo, «Análisis del comportamiento de precios en el mercado nacional e internacional de los fertilizantes, primer semestre de 2023,» 2023. [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5127070/N.%C2%B0018%7C%20An%C3%A1lisis%20de%20precios%20de%20fertilizantes.pdf?v=1694643937>.
- [35] INEI, «Sisteme Estadístico Nacional Lambayeque,» 2021. [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4241762/Compendio%20Estad%C3%ADstico%2C%20Lambayeque%202021.pdf>.

- [36] INEI, «Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos,» 2017 . [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf.
- [37] «Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú,» 2007 . [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2499966/Resoluci%C3%B3n%20Ministerial%20N%C2%B0%20126-2007-VIVIENDA%20-%20tablas%20de%20depreciaci%C3%B3n.pdf>.
- [38] J. C. L. Carrasco, «Perú produce entre 1 millón y 1.2 millones de toneladas de azúcar y entre 180.000 y 189.000 metros cúbicos de alcohol al año,» *Agrario. pe*, 14 Marzo 2024.
- [39] Ministerio de economía y finanzas , 2021 . [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2537217/RJ_221_2021.pdf.
- [40] «Manufacturas, Proveedores y Productos de China,» [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/?pv_id=1ie7ak595c4c&faw_id=1ie7alsuq74b.
- [41] A. A. Aguayo, «APROVECHAMIENTO DE VINAZA PARA OBTENCIÓN DE BIOFERTILIZANTES COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA EL SECTOR AGROPECUARIO,» p. 14, Diciembre 2018.
- [42] D. V. Barragan Londoño y V. Rueda Holguin, Artists, *EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA FINANCIERA PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA FERT-ECO DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS*. [Art]. Universidad Tecnológica de Pereira, 2019.

Anexos

Anexos 1. Matriz de enfrentamiento de criterios

Criterios	Producción a nivel de región	Tasa de participación por región	Distancia entre regiones	Cantidad agricultores de	Cantidad vendedores de fertilizantes de	Hectáreas de terreno cultivos regiones para en	PBI	Total	%
Producción a nivel de región		1	1	1	0	1	1	5	19,23%
Tasa de participación por región	1		1	1	1	1	1	6	23,08%
Distancia regiones entre	0	0		1	1	1	1	4	15,38%
Cantidad agricultores de	0	0	0		0	0	1	1	3,84%
Cantidad vendedores de fertilizantes	1	0	1	1		0	1	4	15,38%
Hectáreas de terreno para cultivos en regiones	1	1	0	1	1		0	3	11,54%
PBI	1	0	0	1	0	1		3	11,54%
Total								26	100%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Tasa de crecimiento histórico 2015-2023

Tasa de crecimiento en valor unitario des importada													
Exportadores	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	Valor importado en 2023, Dólar Americano miles	cantidad importada en 2023, Toneladas
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
Mundo	N/D	N/D	N/D	-26	-11	6	1	-16	24	99	-37	28613	40344
Taipei Chino	-8	12	-7	-21	-7	3	1	-14	4	122	-26	8550	10832
Alemania		N/D	N/D	-28	1	7	15	-26	4	89	-31	7499	11970
China			-11	-28	-5	8	-9	-10	34	63	-33	5689	8653
Bélgica	1	6	4	-29	-4	8	3	-12	25	103	-46	3740	5637

Fuente: Trademap [21]

Anexo 3. Método de proyección de la demanda

Para el método de proyección de la demanda, hemos decidido usar el programa Crystal Ball, el cual nos orienta sobre el mejor método de predicciones de la demanda del fertilizante potásico.

Tipo de pronóstico según Crystal Ball



El programa determinó que el mejor método para la pronosticación de la demanda es el método “ARIMA”.

Proyección de la demanda

Utilizando el método “ARIMA”, se procedió a calcular la demanda en toneladas para los próximos 5 años, del 2026 al 2030.

Tabla 1. Pronóstico de la demanda - 2026-2030

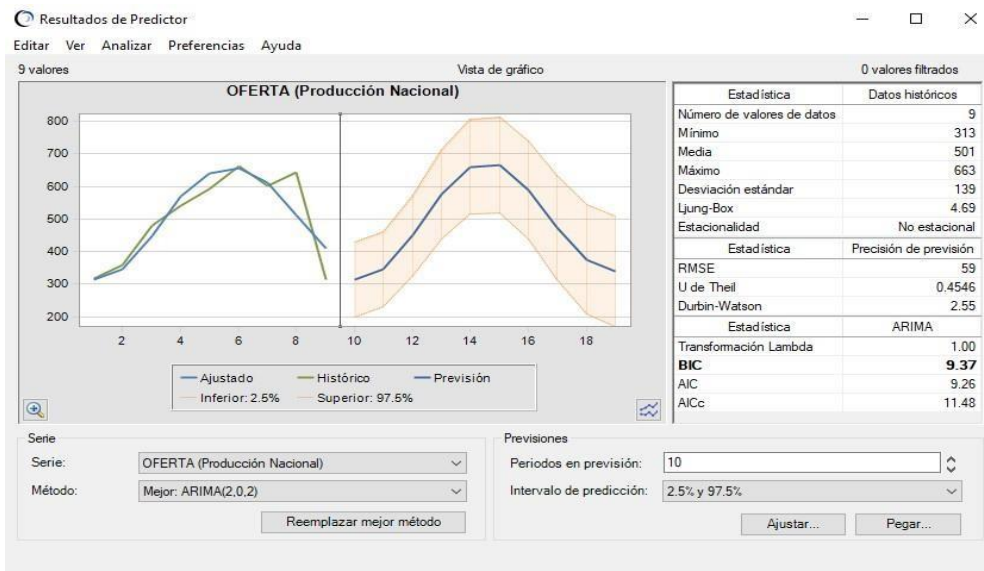
Año	Pronóstico de la demanda (t)
2024	40 906
2025	44 913
2026	58 518
2027	74 800
2028	85 780
2029	86 321
2030	76 522
TOTAL	622 148

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Método de proyección de la oferta

Para el método de proyección de la oferta, hemos decidido usar el programa Crystal Ball, el cual nos conduce sobre el mejor método de predicciones de la oferta del fertilizante potásico.

Tipo de pronóstico según Crystal Ball



Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el mejor método para la pronosticación de la demanda es el método “ARIMA”, el cual permite representar de forma sintética fenómenos que varían con el tiempo y predecir valores futuros con un intervalo de confianza en torno a las predicciones.

Tabla 2. Proyección de la oferta 2026- 2030

Año	Producción nacional
2024	315
2025	346
2026	451
2027	577
2028	661
2029	666
2030	590
TOTAL	4797

Fuente: Elaboración propia

La tabla presentada muestra la proyección de la oferta de fertilizantes en Perú para el periodo 2026-2030, basada en la producción nacional estimada.

Anexo 5. Matriz de porcentaje de aproximación de participación del mercado

Tabla 3. Matriz de porcentaje de aproximación de participación del mercado

Nº	¿Qué tan grandes son sus competidores?	¿Qué tantos competidores tienen?	¿Qué tan similares son sus productos a los suyos?	¿Cuál parece ser su porcentaje?
1	Grandes	Muchos	Similares	0%-0.5%
2	Grandes	Algunos	Similares	0%-0.5%
3	Grandes	Uno	Similares	0.5%-5%
4	Grandes	Muchos	Diferentes	0.5%-5%
5	Grandes	Algunos	Diferentes	0.5%-5%
6	Grandes	Uno	Diferentes	10%-15%
7	Pequeños	Muchos	Similares	5%-10%
8	Pequeños	Algunos	Similares	10%-15%
9	Pequeños	Muchos	Diferentes	10%-15%
10	Pequeños	Algunos	Diferentes	20%-30%
11	Pequeños	Uno	Similares	30%-50%
12	Pequeños	Uno	Diferentes	40%-80%
13	Sin competencia	Sin competencia	Sin competencia	80%-100%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Demanda del proyecto

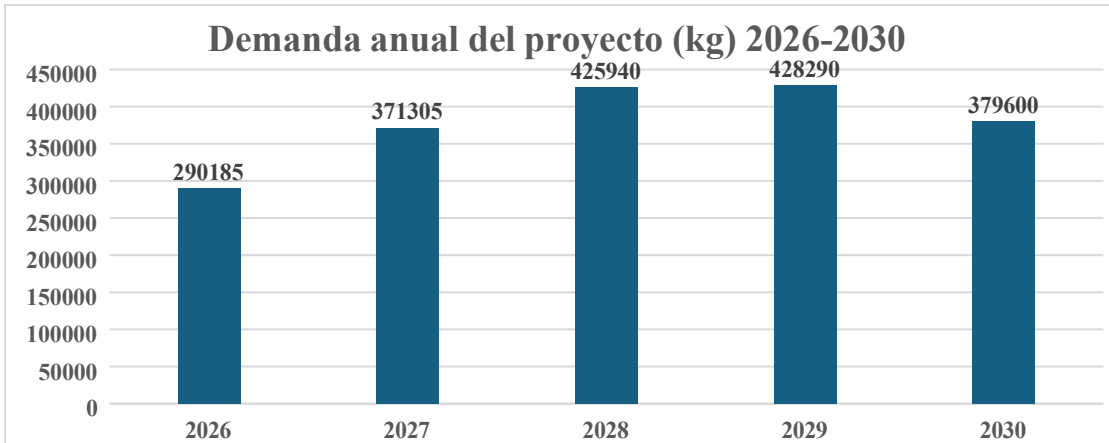
Demanda del Proyecto

Las estimaciones de la demanda esperada durante los años 2026-2030 se basan en el análisis teniendo en cuenta tanto las importaciones como la participación del mercado esperada. De modo que, los resultados a analizar se presentan a continuación:

Tabla 4. Proyección de la Demanda del proyecto

AÑO	Demanda del proyecto (sacos)	Demanda del proyecto (kg)
2026	5 804	290 185
2027	7 426	371 305
2028	8 519	425 940
2029	8 566	428 290
2030	7 592	379 600
Total	37 906	1 895 320

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia

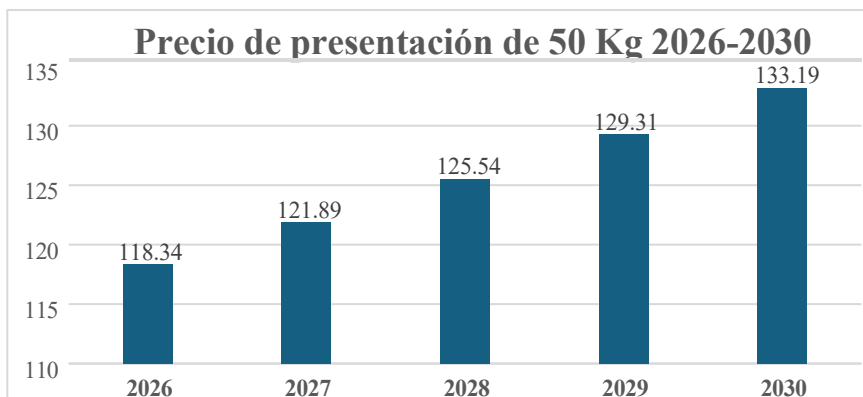
Anexo 7. Proyección del precio

Tabla 5. Proyección de los precios del fertilizante potásico en presentación de 50 Kg

AÑO	Presentación de 50 Kg
2026	S/.118,34
2027	S/.121,89
2028	S/.125,54
2029	S/.129,31
2030	S/.133,19

Fuente: Elaboración propia

La tabla presenta los precios proyectados de una presentación de 50 kg de un producto, mostrando un incremento anual constante desde 2026 hasta 2030 del 3%.



Fuente:Elaboración propia

Anexo 8. Plan de ventas

Planificación de ventas a 5 años

Después de determinar la demanda proyectada y establecer de manera correcta los precios proyectados para el periodo de 5 años, que sería desde el año 2026 - 2030; se realiza el siguiente plan de ventas en donde se detalla los ingresos que se esperan generar.

Tabla 6. Plan de ventas proyectadas 2026 - 2030

Año	Demanda del proyecto (kg)	Precio (S/)	Ingresos (S/)
2026	290 200	S/.118,34	S/.686 830
2027	371 300	S/.121,89	S/.905 136
2028	425 950	S/.125,54	S/.1 069 510
2028	428 300	S/.129,31	S/.1 107 673
2030	379 600	S/.133,19	S/.1 011 176

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9. Análisis de macro localización

Se determinan los factores de macro localización tomando en cuenta:

Disponibilidad de materia prima (Vinaza): La disponibilidad de materia prima es fundamental para la producción del fertilizante, y así cumplir con la demanda.

Tabla 7. Disponibilidad de materia prima por provincia

Provincia	Producción (litros)	diaria	Producción anual(litros)
Chiclayo	225000		33750000
Lambayeque	0		0
Ferreñafe	0		0

Fuente: [15] [36]

Tabla 8. Disponibilidad de materia por región

Región	Período	Producción de alcohol	Unidad
Perú	Anual	180000	m ³
Lambayeque	Anual	27000	m ³
Lambayeque	Anual	27000000	L
Lambayeque	Mensual	2250000	L
Lambayeque	Mensual	33750000	L

Fuente: [15] [36]

Anexo 10. Factores de microlacilización

Tabla 9. Costo por m²

Provincia	Costo por provincia (S/m ²)
Chiclayo	127
Lambayeque	337
Ferreñafe	212

Fuente: Elaboración propia en base a [32]

Tabla 10. Distancia con las empresas importadoras

Empresa	Zona	Distancia
Molinos & Cia	Au. Panamericana Nte. 773, 14002	3.6 km
Gavilon	Km 5 a, Carretera Sullana-Paita	266 km
Equilibra	Alfredo Tello 100, Salaverry 13611	227 km
Ceres Perú	Paita 20701	266 km
Inka	Au. Panamericana Nte. 777, Lambayeque 14000	13.3 km
AgriResources	R236+5GC, Trujillo 13610	228 km
SQM VITAS	Predio La Favorita II, Salaverry KM 2.5, 13610	223 km

Fuente: Elaboración propia [27]

Anexo 11. Especificaciones técnicas del sulfato potásico según norma NTP 311.101.2016

Tabla 11. Especificaciones técnicas del sulfato potásico según norma NTP 311.101.2016

Denominación del bien	Fertilizante sulfato de potasio	
Unidad de medida	Kilogramo	
Unidad de venta	Sacos de 50kg	
Característica	Especificación	Referencia
Aspecto	Sólido cristalizado, polvo o granulado	NTP 311.101:2016 FERTILIZANTES. Sulfato de potasio.
Potasio soluble	Mínimo 50% de K_2O	
Cloruro	Máximo 2% de Cl	
Azufre	Mínimo 17% en S	
Humedad	Máximo 2%	
Tamaño de partícula	≤ 16 mm	NTP 311.530:2021 FERTILIZANTES. Tamaño de partícula de fertilizantes químicos.
Envase y/o embalaje	Se debe empacar en materiales que garanticen la conservación de las características físicas y químicas de fabricación (humedad, composición y compactación)	
Rotulado	Podrá ser etiquetado mediante: impresión en el envase, documento de garantía de calidad, etiquetas, etiquetas electrónicas, entre otros, según el numeral 6 de la NTP-ISO 7409:2021	

Fuente: Ministerio de producción [33]

Anexo 12. Balance de materia









Enlace drive:

<https://drive.google.com/drive/folders/1KwTXLgXb5OW1jCkvtlKZi6OyaYTuurRp>

Anexo 13. Requerimientos de energía

Requerimientos de energía

Para determinar el requerimiento de energía en el proceso productivo de fertilizante potásico a partir de vinaza, se toma en cuenta el consumo energético de la maquinaria.

Etapa	Máquina	Capacidad teórica (kg/	Imagen	Capacidad real (kg/h)	N°
Recepción e Inspección	Tanque de almacenamiento	7250,73		5000	2
Intercambio iónico	Intercambiador iónico	7898,60		1000	4
Regeneración de resina	Regenerador de resina	2830,87		1000	4
Evaporación	Evaporador	2183,00		3000	1
Cristalización	Cristalizador	988,83		1000	1
Centrifugación	Centrifugadora	152,37		100	2
Secado/Enfriado	Secadora	150,70		200	1
Coating	Coating	152,08		1000	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Requerimientos de energía

Máquina	Cantidad	Consumo (kW/h)	Horas/día	Consumo diario
Tanque de almacenamiento	1	0,50	4	2
Regeneración de resina	4	10,00	32	12800
Evaporador	1	4,00	32	128
Cristalizador	1	10,00	80	800
Centrifugadora Industrial	2	4,00	64	512
Secador Rotativo	1	4,00	32	128
Empacadora	1	2,00	16	32
Total (kW/h)				14402

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Cálculo de colchón de capacidad

Enlace drive:

<https://drive.google.com/drive/folders/1KwTXLgXb5OW1jCkvtlKZi6OyaYTuurRp>

Anexo 15. Plan de producción

Plan de Producción

Tabla 13. Plan de Ventas año 1

PLAN DE VENTAS AÑO 1		
Periodo	Unidades	Importe
1er mes	484	S/.57 237
2do mes	484	S/.57 237
3er mes	484	S/.57 237
Total, primer trimestre	1451	S/.171 711
2do trimestre	1451	S/.171 711
3er trimestre	1451	S/.171 711
4to trimestre	1451	S/.171 711
1 año	5804	S/.686 845
2 año	7426	S/.905 155
3 año	8519	S/.1 069 475
4 año	8566	S/.1 107 669
5 año	7592	S/.1 011 178

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Requerimientos de Materiales

Requerimientos de Materiales

Tabla 14. Índice de consumo por unidad

Unidad de producción:	Sacos de fertilizante de 50 kg	
Insumo	Unidad de compra	Índice de consumo
Materiales Directos		
Vinaza	L	2383,8
Ácido sulfúrico	L	15,13
Silicato de magnesio	kg	0,50
Materiales Indirectos		
Saco	unidad	1
Hilo	carrete	0,01
Agua	L	4 872,66
Etilenglicol	L	219,89

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la información anteriormente mencionada, se realiza el requerimiento de materiales, en el cual para el primer año para la vinaza se multiplica la unidad que nos salió en el plan de producción para el primer mes por el índice de consumo, lo mismo pasan para los otros materiales, de modo que se repita el mismo procedimiento para el mes 2, mes 3, los trimestres, y los años de proyección, como se muestra a continuación:

Anexo 17. Disponibilidad de vinaza

Disponibilidad de vinaza

Vinaza	Kg/día	kg/mes	kg/año
	58006	1508151	18097810

Vinaza	tn/día	tn/mes	tn/año
	58	1508	18098

Hasta el año 2024

Alcohol	m3 (nacional)	m3 (Lambayeque)
	189000	28350

https://agraria.pe/noticias/peru-produce-entre-1-millon-y-1-2-millones-de-toneladas-de-35065?utm_source=chatgpt.com

Fuente

1m3=1000L		
	Disponible L (Lambayeque)	Requerido L (Lambayeque)
Vinaza	474862500	18097810

https://rpp.pe/peru/actualidad/fabricas-de-alcohol-de-chiclayo-contaminan-drenes-y-chacras-convinaza-noticia-408365?utm_source=chatgpt.com#google_vignette

Fuente

De acuerdo a la información anteriormente mencionada, se presenta el cálculo de la disponibilidad de vinaza para la máxima producción requerida en los años proyectados, viendo que la cantidad resulta suficiente, ya que se tiene 474 862 500 L disponibles y el proyecto requiere de 18 097 810 L de vinaza.

Anexo 18. Requerimiento de mano de obra

Requerimiento de mano de obra

Para producir el fertilizante de sulfato potásico, se tendrá un total de 12 operarios, los cuales trabajarán 26 días al mes y 8 horas al día. A continuación, se muestra la cantidad estimada de operarios según el número de etapas del proceso:

Tabla 15. Requerimiento de mano de obra


Etapas	N° operarios
Recepción e Inspección	1
Intercambio iónico	1
Regeneración de resina	4
Evaporación	1
Cristalización	1
Centrifugación	1
Secado/Enfriado	1
Coating	1
Empaquetado	1
Total	12

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Especificaciones técnicas de maquinaria


Tanque de almacenamiento

Tabla 16. Ficha Técnica de tanque de almacenamiento

MAQUINARIA	Tanque de recepción
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Encargado de recibir la materia prima para el proceso de obtención de fertilizante.
MODELO	TVA-300
MARCA	Euro Thank
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DIMENSIONES Capacidad: 500 metro cúbico Diámetro: 7 580 mm Altura: 7500 mm	FIGURA 

Fuente: Elaboración propia en base a [34]

Tabla 17. Ficha Técnica de columna de resinas

MAQUINARIA:	Columna de resina de electrodiálisis de membrana de intercambio catiónico
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Ofrecen una solución para la remoción de minerales en el agua a través de la electrodiálisis de membrana de intercambio catiónico
MODELO	WS36-600-3
MARCA	Pure Aqua INC
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<p>DIMENSIONES</p> <p>Tamaño de tubería: 0,08 m</p> <p>Consumo energético: 60 kW/h</p> <p>TANQUE 1</p> <p>Diámetro: 0,91 m</p> <p>Altura: 1,52 m</p> <p>TANQUE 2</p> <p>Diámetro: 0,76 m</p> <p>Altura: 1,27 m</p>	
	

Fuente: Elaboración propia en base a [34] Evaporador

Tabla 18. Ficha Técnica de evaporador

MAQUINARIA	Evaporador
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Elimina el exceso de agua y concentrar los nutrientes, especialmente el potasio, en la solución.
MODELO	MVR FF (30-2500)
MARCA	ENVIDEST MVR FC
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<p>DIMENSIONES</p> <p>Alto: 3,50 m</p> <p>Ancho: 2,20 m</p> <p>Largo: 4,90 m</p> <p>Cantidad: 7</p> <p>Consumo energético: 100 Kw/h</p>	


Fuente: Elaboración propia en base a [34]

Tabla 19. Ficha Técnica de cristalizador

MAQUINARIA	Cristalizador
DESCRIPCIÓN FÍSICA	La evacuación de producto se efectúa en el extremo inferior del OVC y puede ajustarse individualmente a la infraestructura de tuberías.
MODELO	Cristalizador - enfriador OVC
MARCA	No especifica
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DIMENSIONES: Diámetro: 1,2 m Altura: 35,4 m Superficie de enfriamiento: 1392 m ² Consumo de energía: 15 kW/h	FIGURA 

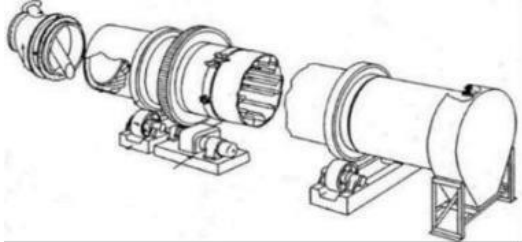
Fuente: Elaboración propia en base a [34] Centrífuga industrial.

Tabla 20. Ficha técnica de centrífuga industrial

MAQUINARIA	Centrifugadora
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Es una máquina diseñada para separar las partículas de una disolución.
MODELO	GNLW764-VFD
MARCA	No registra
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DIMENSIONES Cantidad: 1 Largo: 3,328 m diámetro: 0.760 m Motor principal: 160 kW Motor secundario: 90 k	

Fuente: Elaboración propia en base a [34] Secador rotativo

Tabla 21. Ficha técnica de secador rotativo

MAQUINARIA	Secador Rotatorio
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Los sólidos que se introducen por un extremo del cilindro se desplazan a lo largo de él debido a la rotación. Por otro lado, los gases que circulan dentro del cilindro pueden reducir o aumentar la velocidad de movimiento de los sólidos
MODELO	No registra
MARCA	VegeDry
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DIMENSIONES: Caudal másico cristales: 200 kg/h Diámetro: 3 m Longitud: 15 m Consumo energético: 400 kW/h	FIGURA 

Fuente: Elaboración propia en base a [34]

Anexo 20. Método de Guerchet

Distribución de planta

Especificar el tipo de distribución de la planta.

El tipo de distribución de planta es en forma de L, ya que en esta distribución se tiene un mayor control, puesto que la entrada y salida del producto se realiza en lugares independientes, pero al frente uno de otro, lo que facilita su supervisión. Asimismo, este tipo de distribución flexibiliza la carga y descarga de insumos y facilita la decisión de realizar ampliaciones futuras o modificaciones.

Describir el plan de distribución de la planta. Áreas. Método de Guerchet.

El método de Guerchet sirve para determinar las áreas requeridas para un puesto de trabajo, en el cual se necesita conocer las dimensiones de la maquinaria y equipos que son necesarios para el proceso productivo, además se tiene en cuenta los requerimientos del personal y también al inventario del proceso. Para ello se toma en cuenta las siguientes ecuaciones: □ Área Estática (Ss) = L * A

L= Largo, A= Ancho

Área de Gravitación (Sg)=Ss*N

N= Número de lados de operación de la máquina □ Área de Evolución (Se)=(Ss+Sg)*K

K=constante del proceso productivo (0,05)

Área Total (St)=Sg+Ss+Se

Las áreas a considerar dentro de la planta son el almacén de materia prima, área de producción, control de calidad, almacén de producto terminado, servicios higiénicos tanto para oficina como para personal de producción, vestidores, comedor y oficinas administrativas, área de estacionamiento.

Asimismo, según Norma Técnica se debe destinar al menos el 5 % de la superficie del lote industrial para uso de áreas verdes, mismas que deben estar planificadas y en buen estado.

Tabla 22. Resumen de áreas

Área	Extensión (m2)
Almacén de materia prima	1418,04
Almacén de producto terminado	506,02
Producción	458,19
Control de calidad	78,65
Oficinas administrativas	81,74
Estacionamiento	698,93
SSHH Producción	14,58
SSHH oficina	7,29
Vestidores	44,31
Zona de descanso	106,62
SUBTOTAL	3414,37
Áreas verdes (5% total)	170,72
TOTAL	3585,09

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21. Método SLP - Proximidad de áreas

Es importante establecer que tanta proximidad debe existir entre las áreas, es por ello que a continuación se muestran tablas con calificaciones de proximidad y las razones de la misma, las cuales permitirán desarrollar el método SLP (Systematic Layout Planning).

Tabla 23. Calificación de proximidad

Calificación	Proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente necesaria
I	Importante
O	Ordinaria
U	No deseable
X	Indeseable

Fuente: Elaboración propia

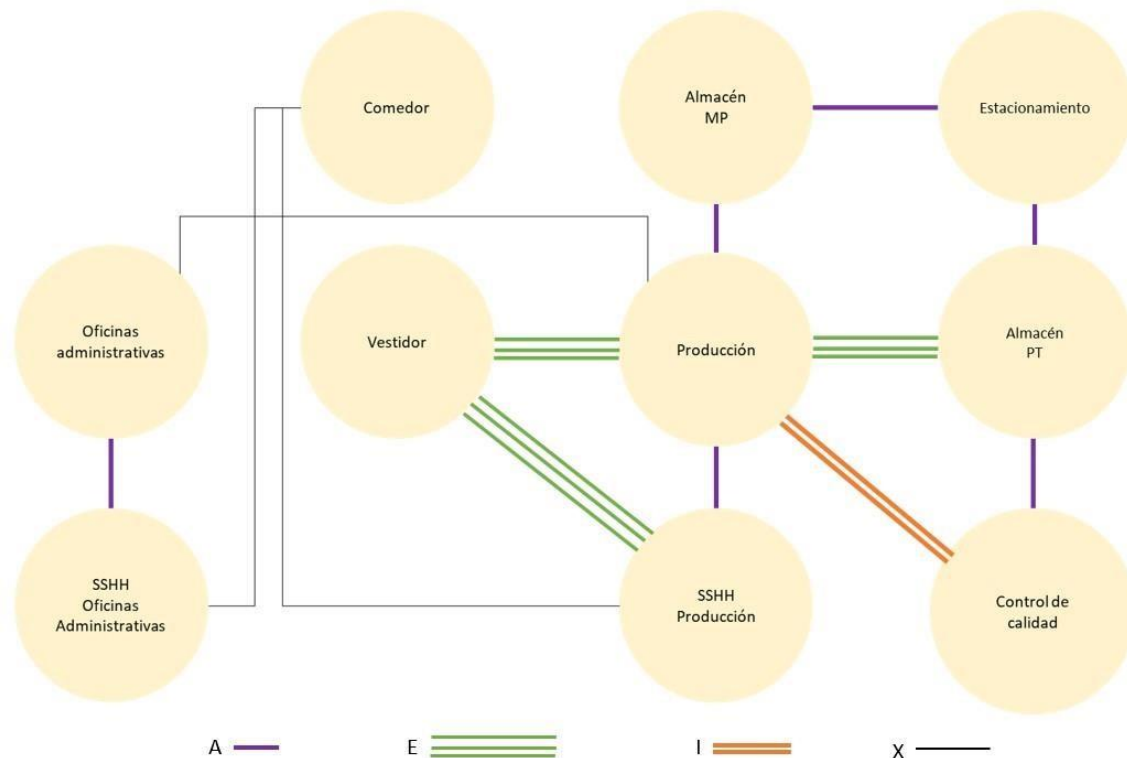
Tabla 25. Hoja de trabajo

Nº	ACTIVIDADES	A	E	I	O	U	X
1	Almacén de MP	5,7	-	6	2,3,4,8,9,10	-	-
2	Almacén de PT	4,5	7	6	1,3,8,9,10	-	-
3	Comedor	-	-	-	1,2,4,5,7,10	6	8,9
4	Control de calidad	2	-	7	1,3,5,6,8,9,10	-	-
5	Estacionamiento Oficinas administrativas	1,2	-	-	3,4,6,7,8,9,10	-	-
6		9	-	1,2	4,5,8,10	3	7
7	Producción	1,8	2, 10	4	3,5, y 9	-	6
8	SSHH Producción	7	10	-	1,2,4,5,6,9	-	3
9	SSHH Oficinas	6			1,2,4,5,7,8,10	-	3
10	Vestidores	-	7,8		1,2,3,4,5,6,9	-	-

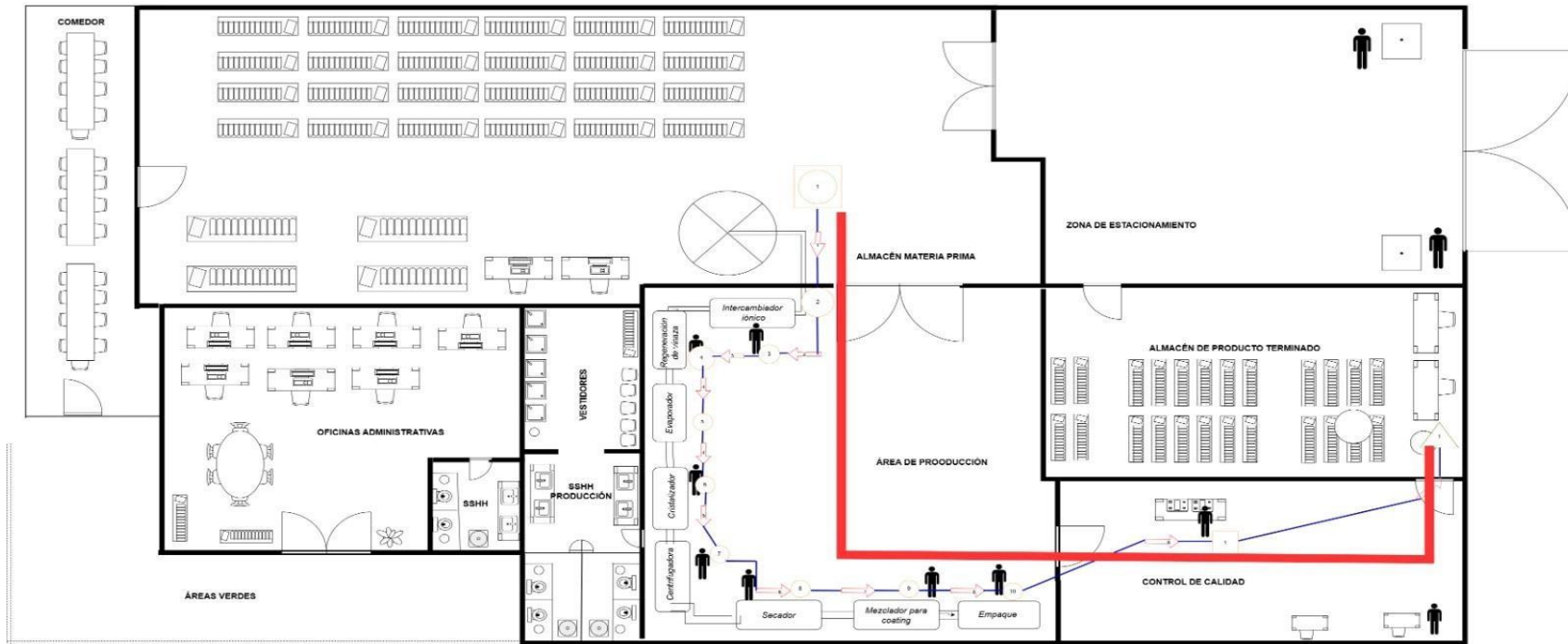
Fuente: Elaboración propia

Diagrama relacional de bloques

Figura 2. Diagrama relacional de bloques



Fuente: Elaboración propia




UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIVIO DE MOGROVEJO	
FACULTA DE INGENIERÍA	ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PLANO GENERAL DE PLANTA	
	Curso: TESIS II
Docente:	MARÍA LUISA ESPINOZA, GARCÍA URRUTIA
Alumno:	ADRIANZEN GARCÍA, JESSICA SUÑEH

Figura 5: Plano General de la planta

Anexo 22. Matriz PESTEL Y MEFE

Tabla 27. Matriz PESTEL

			IMPACTO	DURACION	Total	Oportunidad	Amenaza	
CRITERIO	COD	DESCRIPCION	Alto = 3 ptos	Mayor 6 meses = 3 ptos				
			Medio = 2 ptos.	Menor 6 meses = 2 ptos.				
			Bajo = 1 pto.	Menos mes = 1 pto.				
P	POLITICO	P1	Estabilidad Política	2	3	6		X
		P2	Informalidad	3	3	9		X
		P3	Política de Inversión del estado	1	3	3	X	
		P4	Corrupción	2	3	6		X
		P5	Seguridad y orden interno	2	3	6		X
E	ECONOMICO	E1	El aumento del PBI Nacional en un 3.6%	2	3	6	X	
		E2	Tasa de interés se ha mantenido en un 5.25%	3	3	9	X	
		E3	Aumento del costo de mano de obra	3	3	9		X
		E4	Aumento del costo de materia prima	3	3	9		X
		E5	Sistema económico crecerá en un 2.7%	3	3	9	X	
S	SOCIAL	S1	La población está creciendo aprox a razón de 1%	1	3	3	X	
		S2	Tasa de empleo formal se ha reducido	3	3	9		X
		S3	Tasa de analfabetismo	2	3	6		X
		S4	Inmigración extranjera	2	3	6	X	
		S5	Valores y ética	2	3	6		X
		S6	Nivel de pobreza se está incrementando	3	3	9		X
		S7	Responsabilidad social	2	3	6	X	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Matriz PESTEL

			IMPACTO	DURACION	Total	Oportunidad	Amenaza	
CRITERIO	COD	DESCRIPCION	Alto = 3 ptos	Mayor 6 meses = 3 ptos				
			Medio = 2 ptos.	Menor 6 meses = 2 ptos.				
			Bajo = 1 pto.	Menos mes = 1 pto.				
T	TECNOLOGICO	T1	Desarrollo de soluciones informáticas para mejorar el servicio	2	1	2	X	
		T2	Desarrollo de los canales de distribución online	1	2	2	X	
		T3	Mejoras e innovaciones tecnológicas	3	3	9	X	
		T4	Velocidad de transferencia tecnológica	3	3	9	X	
		T5	Automatización	3	3	9	X	
		T6	Internet	2	2	4	X	
E	ECOLOGICO	E1	Desastres naturales - Fenómeno del niño	3	3	9		X
		E2	Amenaza de epidemia y pandemias	3	3	9		X
		E3	Manejo de desperdicios y desechos	2	2	4	X	
		E4	Cultura de Reciclaje	2	2	4	x	
L	LEGAL	L1	Normas legales	3	3	9		X
		L1	Certificados nacionales (Licencias)	3	3	9	X	
		L3	Legislación laboral	2	3	6		X
		L4	Subsidios a agricultores	3	2	6	X	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Matriz MEFE

FACTOR CRITICO DE EXITO	VALOR 0 MENOS IMPORTANTE 1 MUY IMPORTANTE	CALIFICACIÓN: OPORTUNIDAD ALTA 4 OPORTUNIDAD BAJA 3 AMENAZA BAJA 2 AMENAZA ALTA 1	CALIFICACIÓN PONDERADA
OPORTUNIDADES			2,13
Política de Inversión del estado	0,03	4	0,12
El aumento del PBI Nacional en un 3,6%	0,03	4	0,12
Tasa de interés se ha mantenido en un 5,25%	0,07	4	0,28
Sistema económico crecerá en un 2,7%	0,03	4	0,12
La población esta creciendo aprox a razón de 1%	0,04	3	0,11
Inmigración extranjera	0,04	3	0,12
Hogares con acceso a internet 35,9% - 50,9%	0,03	3	0,09
Inmigración extranjera	0,03	3	0,09
Responsabilidad social	0,03	4	0,12
Desarrollo de soluciones informáticas para mejorar el servicio	0,03	4	0,12
Desarrollo de los canales de distribución online	0,03	3	0,09
Mejoras e innovaciones tecnológicas	0,03	4	0,12
Velocidad de transferencia tecnológica	0,04	3	0,12
Automatización	0,03	3	0,09
Internet	0,04	4	0,16
Manejo de desperdicios y desechos	0,02	4	0,08
Cultura de Reciclaje	0,02	4	0,08
Certificados nacionales (Licencias)	0,01	4	0,04
Subsidios a agricultores	0,02	3	0,06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Matriz MEFE

FACTOR CRITICO DE ÉXITO	VALOR 0 MENOS IMPORTANTE 1 MUY IMPORTANTE	CALIFICACIÓN: OPORTUNIDAD ALTA 4 OPORTUNIDAD BAJA 3 AMENAZA BAJA 2 AMENAZA ALTA 1	CALIFICACIÓN PONDERADA
AMENAZAS			0,71
Estabilidad Política	0,01	2	0,02
Informalidad	0,05	2	0,10
Corrupción	0,02	2	0,04
Seguridad y orden interno	0,01	1	0,01
Aumento del costo de mano de obra	0,05	2	0,10
Aumento del costo de materia prima	0,05	2	0,10
Tasa de empleo formal se ha reducido	0,01	2	0,02
Tasa de analfabetismo	0,01	1	0,01
Valores y ética	0,01	1	0,01
Nivel de pobreza se está incrementando	0,02	2	0,04
Desastres naturales - Fenómeno del niño	0,05	2	0,10
Amenaza de epidemia y pandemias	0,05	2	0,10
Normas legales	0,05	1	0,05
Legislación laboral	0,01	1	0,01

Fuente: Elaboración Propia

El valor de las oportunidades es 2,13, mientras que el valor de las amenazas es 0,71; lo cual significa que el entorno externo es más favorable para la empresa. Asimismo, al obtener una ponderación total de 2,84 (mayor a 2,5), se afirma que el entorno de la empresa tiende más a las oportunidades que a las amenazas.

Anexo 23. Inversiones Inversión tangible

Tabla 1. Costo de terreno

TERRENO			
ITEMS	Cantidad (m2)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Terreno	3.696,00	S/.127,00	S/.469.392,00
TOTAL			S/.469,392,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Costo de construcciones

CONSTRUCCIONES			
ITEMS	Cantidad (m2)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Pared perimetral	864,00	S/.105,62	S/.91.255,68
Pared	649,40	S/.70,00	S/.45.458,18
Techo aligerado	816,00	S/.150,00	S/.122.400,00
TOTAL			S/.259.113,86

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Costo de infraestructura industrial

INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL			
ITEMS	Cantidad (m2)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Pared	1.246,00	S/.70,00	S/.87.220,00
Techo industrial	2.720,00	S/.150,00	S/.408.000,00
TOTAL			S/.495,220,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Costo de maquinaria de producción

MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN			
MAQUINARIA	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Tanque de almacenamiento	1	S/.22 125,00	S/.22 125,00
Columna de resinas	4	S/.18 750,00	S/.75 000,00
Regeneración de resina	4	S/.18 750,00	S/.75 000,00
Evaporador	1	S/.100 875,00	S/.100 875,00
Cristalizador	1	S/.54 375,00	S/.54 375,00
Centrifugadora Industrial	2	S/.25 500,00	S/.51 000,00
Secador Rotativo	1	S/.15 270,00	S/.15 270,00
Coating	1	S/.18 750,00	S/.18 750,00
Empacadora	1	S/.14 437,50	S/.14 437,50
Montacarga	4	S/.154 700,00	S/.618 800,00
TOTAL			S/.426 832,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Costo de equipo de producción

EQUIPO DE PRODUCCIÓN			
Equipo de producción	Cantidad (Und)	Precio(S/.)	Total (S/.)
Máquina análisis parámetros	1	S/.2.272,69	S/.2.272,69
Balanza	4	S/.43,20	S/.172,80
TOTAL			S/.2.445,49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Costo de equipo de oficina administrativa

EQUIPO DE OFICINA	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Escritorios	7	S/.223,20	S/.1.562,40
Sillas para oficina	7	S/.109,00	S/.763,00
Estanterías	7	S/.190,40	S/.1.332,80
Mesa de conferencias	1	S/.1.951,30	S/.1.951,30
Papelero	7	S/.19,29	S/.135,03
SUBTOTAL			S/.5.744,53

Fuente: Elaboración propia

EQUIPO DE CONTROL CALIDAD	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Mesa de trabajo	1	S/.1.260,00	S/.1.260,00
Silla	2	S/.1.124,91	S/.2.249,82
Escritorio	2	S/.223,20	S/.446,40
SUBTOTAL			S/.3.956,22
EQUIPO DE ALMACEN MATERIA PRIMA	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Escritorio	2	S/.223,20	S/.446,40
Silla	2	S/.109,00	S/.218,00
Racks industriales	30	S/.304,00	S/.9.120,00
Pallets	80	S/.61,50	S/.4.920,00
SUBTOTAL			S/.14.704,40
EQUIPO DE ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Estanterías industriales	50	9,32	S/.466,00
Silla	2	S/.109,00	S/.218,00
Escritorio	2	S/.223,20	S/.446,40
Estantes	2	200	S/.400,00
Armario de archivos	2	676,1	S/.1.352,20
Papelero	2	20,9	S/.41,80
SUBTOTAL			S/.2.924,40
EQUIPO DE ZONA DE DESCANSO	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Silla	26	35,9	S/.933,40
Mesas	3	1364,9	S/.4.094,70
SUBTOTAL			S/.5.028,10

EQUIPO DE PRODUCCIÓN			
EQUIPO DE VESTIDORES	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Lavatorios	3	54,3	S/.162,90
Dispensador	3	44,9	S/.134,70
Duchas	5	180	S/.900,00
Casilleros	1	780	S/.780,00
Tacho de basura	1	69,9	S/.69,90
Bancos de vestuario	4	60,95	S/.243,80
SUBTOTAL			S/.2.291,30
EQUIPO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS ADMINISTRATIVA	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Inodoro	2	219,9	S/.439,80
Urinario	1	1124,91	S/.1.124,91
Lavatorios	2	54,3	S/.108,60
Papelera	2	20,9	S/.41,80
SUBTOTAL			S/.1.715,11
EQUIPO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS PRODUCCIÓN	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Inodoro	4	139	S/.556,00
Urinario	2	625,41	S/.1.250,82
Lavatorios	4	132	S/.528,00
Papelera	4	100	S/.400,00
SUBTOTAL			S/.2.734,82
EQUIPO DE ZONA DE ESTACIONAMIENTO	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Caseta	2	1100	S/.2.200,00
SUBTOTAL			S/.2.200,00
TOTAL			S/.41.298,88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Costo de transporte

TRANSPORTE			
VEHÍCULOS DE TRANSPORTE	Cantidad (Unid.)	Precio (S/.)	Total (S/.)
Camiones	8	S/.80.812,00	S/.646.496,00
TOTAL			S/.646.496,00

Fuente: Elaboración propia

Inversión diferida (intangible) Tabla 8: Gastos pre operativos

GASTOS PRE OPERATIVOS	
ITEMS	Total (S/.)
Permisos de municipio	S/.1.191,80
Planos	S/.62.904,93
Certificado de defensa civil	S/.471,89
Movilidad varias	S/.500,00
Comunicaciones	S/.100,00
TOTAL	S/.65.168,62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Gastos por estudios ambientales

ESTUDIOS	
Estudios	Total (S/.)
Estudios ambientales	S/.12.000,00
TOTAL	S/.12.000,00

Fuente: Elaboración propia

Capital de trabajo

Se considerará un 5% de imprevistos para la inversión de este estudio.

	CAPITAL DE TRABAJO				
	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
INGRESOS	S/.672,544.50	S/.886,310.29	S/.1,047,265.24	S/.1,084,634.38	S/.990,144.82
TOTAL INGRESOS	S/.672,544.50	S/.886,310.29	S/.1,047,265.24	S/.1,084,634.38	S/.990,144.82
EGRESOS					
Costos de produccion	S/.3,507,183.57	S/.3,598,200.97	S/.3,659,533.90	S/.3,662,171.27	S/.3,607,515.94
Gastos administrativos	S/.233,528.00	S/.233,528.00	S/.233,528.00	S/.233,528.00	S/.233,528.00
Gastos de comercialización	S/.407,947.63	S/.408,588.93	S/.409,071.80	S/.409,183.90	S/.408,900.43
TOTAL EGRESOS	S/.4,148,659.20	S/.4,240,317.90	S/.4,302,133.69	S/.4,304,883.17	S/.4,249,944.38
SALDO (DÉFICIT/SUPERAVIT)	-S/.3,476,114.70	-S/.3,354,007.61	-S/.3,254,868.45	-S/.3,220,248.80	-S/.3,259,799.56
UTILIDAD ACUMULADA	-S/.3,476,114.70	-S/.6,830,122.31	-S/.10,084,990.77	-S/.13,305,239.56	-S/.16,565,039.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Inversión

INVERSIÓN				
Descripción	Inversión total \$	Promotor del proyecto \$	Socio estratégico \$	Financiamiento \$
CAPITAL DEL TRABAJO	S/.16 371 795,82	S/ 4 911 538,75	S/.6 548 718,33	S/.4 911 538,75
<i>Inversión tangible</i>				
Terrenos	S/.469 392,00	S/.234 696,00	S/.234 696,00	
Construcciones	S/.259 113,86			S/.259 113,86
Infraestructura industrial	S/.495 220,00			S/.495 220,00
Maquinaria	S/.426 832,50			S/.426 832,50
Equipo de producción	S/.2 445,49	S/.2 445,49		
Equipos de oficina	S/.41 298,88	S/.41 298,88		
Transporte	S/.646 496,00			S/.646 496,00
TOTAL INVERSIÓN TANGIBLE	S/.2 340 798,73	S/.278 440,37	S/.234 696,00	S/.1 827 662,36
<i>Inversión intangible</i>				
Estudios	S/.12 000,00	S/.12 000,00		
Gastos Pre Operativos	S/.65 168,62	S/.65 168,62		
TOTAL INVERSIÓN INTANGIBLE	S/.77 168,62	S/.77 168,62	S/.0,00	S/.0,00
Imprevistos 5%	S/.939 488,16	S/.263 357,39	S/.339 170,72	S/.336 960,06
INVERSION TOTAL	S/.19 729 251,33	S/.5 530 505,12	S/.7 122 585,04	S/.7 076 161,16
Porcentaje	100,00%	28,03%	36,10%	35,87%

Fuente: Elaboración propia

La inversión total del proyecto asciende a S/.19 729 251,33. De este monto, el 35.87% será financiado por terceros, el 28.03% aportado por el promotor y el 36.10% por un socio estratégico.

El capital de trabajo representa S/.16 371 795,82. La inversión tangible es la más representativa, con S/.2 340 798,73, destacando la compra de maquinaria e infraestructura industrial. La inversión intangible totaliza S/.77 168,62, distribuida en estudios y gastos preoperativos. Se considera un 5% adicional para imprevistos, a fin de cubrir posibles contingencias durante la ejecución del proyecto.

Anexo 24. Depreciación

Tabla: Depreciación

DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FUNGIBLES								
Descripción	Valor de activos a depreciar	Años a depreciar	Depreciación anual	Depreciación				
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Construcciones	S/.259 113,86	20	S/.12 955,69	S/.12 955,69	S/.12 955,69	S/.12 955,69	S/.12 955,69	S/.12 955,69
Infraestructura industrial	S/.495 220,00	20	S/.24 761,00	S/.24 761,00	S/.24 761,00	S/.24 761,00	S/.24 761,00	S/.24 761,00
Maquinaria	S/.426 832,50	10	S/.42 683,25	S/.42 683,25	S/.42 683,25	S/.42 683,25	S/.42 683,25	S/.42 683,25
Equipo de producción	S/.2 445,49	10	S/.244,55	S/.244,55	S/.244,55	S/.244,55	S/.244,55	S/.244,55
Equipos de oficina	S/.41 298,88	5	S/.8 259,78	S/.8 259,78	S/.8 259,78	S/.8 259,78	S/.8 259,78	S/.8 259,78
Transporte	S/.646 496,00	5	S/.129 299,20	S/.129 299,20	S/.129 299,20	S/.129 299,20	S/.129 299,20	S/.129 299,20
TOTAL	S/.1 871 406,73		S/.218 203,47	S/.218203,47	S/.218203,47	S/.218203,47	S/.218203,47	S/.218203,47

Fuente: Elaboración propia

La depreciación total anual de los activos fijos fungibles asciende a S/.218 203,47 durante los primeros cinco años del proyecto. Los activos con mayor carga de depreciación corresponden a la maquinaria (S/.42 683,25 anuales) y el transporte (S/ 129,299.20 anuales), debido a su alto valor de adquisición y menor vida útil. Ambos representan más del 90% del total anual depreciado. Las construcciones e infraestructura industrial, con una vida útil de 20 años, generan una depreciación anual menor: S/ 12,955.69 y S/ 24,761.00, respectivamente. Los equipos de producción, oficina y otros bienes.

Anexo 25. Programa de pago de intereses y amortizaciones a pagar por el préstamo adquirido

Tabla: Programa de pago de intereses y amortizaciones a pagar por el préstamo adquirido

GASTOS FINANCIEROS						
	Pre Operativo	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
Préstamo a largo plazo	S/.7 076 161	S/.6 368 545	S/.5 660 929	S/.4 953 313	S/.4 245 697	S/.3 538 081
Intereses		S/.1 061 424	S/.955 282	S/.849 139	S/.742 997	S/.636 855
Amortizaciones		S/.707 616	S/.707 616	S/.707 616	S/.707 616	S/.707 616
TOTAL GASTOS FINANCIEROS (PAGOS)		S/.1 769 040	S/.1 662 898	S/.1 556 755	S/.1 450 613	S/.1 344 471
		6 AÑO	7 AÑO	8 AÑO	9 AÑO	10 AÑO
Préstamo a largo plazo	S/.0	S/.2 830 464	S/.2 122 848	S/.1 415 232	S/.707 616	S/.0
Intereses		S/.530 712	S/.424 570	S/.318 427	S/.212 285	S/.106 142
Amortizaciones		S/.707 616	S/.707 616	S/.707 616	S/.707 616	S/.707 616
TOTAL GASTOS FINANCIEROS (PAGOS)		S/.1 238 328	S/.1 132 186	S/.1 026 043	S/.919 901	S/.813 759

La tabla muestra el cronograma de pago de intereses y amortizaciones correspondientes al préstamo a largo plazo adquirido por la empresa. En la etapa preoperativa se recibe un desembolso de S/.7 076 161. A partir del primer año, se inician los pagos anuales. Las amortizaciones se mantienen constantes en S/.707 616 cada año. En cambio, los intereses disminuyen progresivamente, pasando de S/.1 061 424 en el primer año a S/.636 855 en el quinto año, debido a la reducción del saldo del préstamo.

Anexo 26. Presupuesto de ingresos (Plan de ventas del proyecto)

Tabla 1: Presupuesto de ingresos

INGRESOS POR VENTAS					
Año		Programa de Venta (sacos)	Precio de venta (S)/saco	Ingresos (S/)	Unidades vendidas por mes
Año 1	2026	5804	S/.118,34	S/.686 830	57236
Año 2	2027	7426	S/.121,89	S/.905 136	75428
Año 3	2028	8519	S/.125,54	S/.1 069 510	89126
Año 4	2029	8566	S/.129,31	S/.1 107 673	92306
Año 5	2030	7592	S/.133,19	S/.1 011 176	84265

Tabla 2: Costo de producción

COTO DE MATERIALES POR UNIDAD DE VENTA					
Unidad de producción:	Sacos de fertilizante de 50 kg				
<i>Insumo</i>	<i>Unidad de compra</i>	<i>Indice de consumo</i>	<i>Valor x unid comp</i>	<i>Monto por unidad</i>	
Materiales Directos					
Vinaza	L	2383.8	S/.0.0075	S/.17.88	
Ácido sulfúrico	L	15.13	S/.1.14	S/.17.25	
Silicato de magnesio	kg	1.00	S/.0.44	S/.0.44	
Costo Total Materiales Directos				S/.35.57	
Materiales Indirectos					
Saco	unidad	1	S/.0.50	S/.0.50	
Hilo	carrete	0.01	S/.0.001	S/.0.00001	
Agua	L	4,872.66	S/.0.0012	S/.5.85	
Etilenglicol	L	219.89	S/.0.07	S/.15.39	
Costo Total Materiales Indirectos				S/.21.74	
Costo de materiales por unidad de venta				S/.57.31	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Salarios de producción

SALARIOS					
COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	BENEFICIO	SUB TOTAL	SUB TOTAL
			51%	Mensual/op	Anual/op
Operarios	12	S/.1 300,00	S/.663,00	S/.1 963,00	S/.282 672,00
TOTAL					S/.282 672,00

Tabla 4. Sueldo de producción

SUELDOS					
COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	BENEFICIO	SUB TOTAL	SUB TOTAL
			51%	Mensual/op	Anual/op
Jefe de producción	1	S/.5,600.00	S/.2,856.00	S/.8,456.00	S/.101,472.00
Jefe de calidad	1	S/.5,600.00	S/.2,856.00	S/.8,456.00	S/.101,472.00
TOTAL					S/.380,520.00

Tabla 5: Consumo de energía

CONSUMO DE ENERGIA ANUAL POR MÁQUINAS						
Tipo de máquina	Número de máquinas	Consumo Energía/ maquina	Consumo Energía	Consumo Energía Mensual	Costo por	Costo Anual
		kw/h	kw / diario (8h)	kw/mes (26d)	kw/h	kw/h
Tanque de almacenamiento	1	0,50	4	104	S/.3,2	S/.3 943,68
Regeneracion de resina	4	10,00	320	8320	S/.3,2	S/.315 494,40
Evaporador	1	4,00	32	832	S/.3,2	S/.31 549,44
Cristalizador	1	10,00	80	2080	S/.3,2	S/.78 873,60
Centrifugadora Industrial	2	4,00	64	1664	S/.3,2	S/.63 098,88
Secador Rotativo	1	4,00	32	832	S/.3,2	S/.31 549,44
Empacadora	1	2,00	16	416	S/.3,2	S/.15 774,72
TOTAL, ANUAL						S/.540 284,16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Presupuesto de costo de producción

PRESUPUESTO DE COSTO DE PRODUCCIÓN					
ITEMS	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
Costos Directos de Producción Materiales directos	S/.206 429,13	S/.264 118,31	S/.302 992,72	S/.304 664,35	S/.270 022,39
Materiales indirectos	S/.126 176,07	S/.161 437,54	S/.185 198,82	S/.186 220,57	S/.165 046,30
Mano de obra directa	S/.282 672,00	S/.282 672,00	S/.282 672,00	S/.282 672,00	S/.282 672,00
Total costos directos de producción	S/.615 277,20	S/.708 227,86	S/.770 863,53	S/.773 556,93	S/.717 740,69
Costos Indirectos de Producción Mano de obra indirecta	S/.65 232,00	S/.65 232,00	S/.65 232,00	S/.65 232,00	S/.65 232,00
Suministros (electricidad, energia electrica)	S/.540 284,16	S/.540 284,16	S/.540 284,16	S/.540 284,16	S/.540 284,16
Alquileres	0	0	0	0	0
Total costos indirectos de producción	S/.605 516,16	S/.605 516,16	S/.605 516,16	S/.605 516,16	S/.605 516,16
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN	S/.1 220 793,36	S/.1 313 744,02	S/.1 376 379,69	S/.1 379 073,09	S/.1 323 256,85

Fuente : Elaboración propi

Tabla 7: Gastos administrativos

SUELDOS ADMINISTRATIVOS					
COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	BENEFICIO 51%	SUB TOTAL Mensual/op	SUB TOTAL Anual/op
Gerente general	1	S/.10,000.00	S/.5,100.00	S/.15,100.00	S/.181,200.00
Vigilante	2	S/.1,200.00	S/.612.00	S/.1,812.00	S/.43,488.00
Jefe de finanzas	1	S/.4,000.00	S/.2,040.00	S/.6,040.00	S/.72,480.00
TOTAL					S/.297,168.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Gastos administrativos

GASTOS ADMINISTRATIVOS					
ITEMS	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<i>Sueldos administrativos</i>	S/.297,168.0	S/.297,168.0	S/.297,168.0	S/.297,168.0	S/.297,168.0
Materiales y útiles de oficina	S/.200.0	S/.200.0	S/.200.0	S/.200.0	S/.200.0
Consumo de luz eléctrica	S/.600.0	S/.600.0	S/.600.0	S/.600.0	S/.600.0
Internet	S/.600.0	S/.600.0	S/.600.0	S/.600.0	S/.600.0
Teléfono	S/.3,840.0	S/.3,840.0	S/.3,840.0	S/.3,840.0	S/.3,840.0
Recibos por honorarios (ejm: legal, limpieza)	S/.3,600.0	S/.3,600.0	S/.3,600.0	S/.3,600.0	S/.3,600.0
GASTOS TOTALES	S/.306,008.0	S/.306,008.0	S/.306,008.0	S/.306,008.0	S/.306,008.0

Fuente: Elaboración propia

SUELDOS MARKEITNG

COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	BENEFICIO 51%	SUB TOTAL Mensual/op	SUB TOTAL Anual/op
Jefe de marketing	1	S/.2 250,00	S/.1 147,50	S/.3 397,50	S/.40 770,00
Asistente	1	S/.1 708,33	S/.871,25	S/.2 579,58	S/.30 955,00
Promotores	1	S/.1 791,67	S/.913,75	S/.2 705,42	S/.32 465,00
TOTAL					S/.104 190,00

Tabla 10: Sueldo de ventas

SUELDOS DE VENTAS					
COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	BENEFICIO 51%	SUB TOTAL Mensual/op	SUB TOTAL Anual/op
Jefe de ventas	1	S/.2 250,00	S/.1 147,50	S/.3 397,50	S/.40 770,00
Asistente	1	S/.1 708,33	S/.871,25	S/.2 579,58	S/.30 955,00
Vendedores	1	S/.1 500,00	S/.765,00	S/.2 265,00	S/.27 180,00
TOTAL					S/.98 905,00

Tabla 11: Sueldos de distribución
SUELDOS DISTRIBUCIÓN

COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO	BENEFICIO	SUB	SUB
			51%	TOTAL	TOTAL
				Mensual/op	Anual/op
Jefe de Logística	1	S/.2 500,00	S/.1 275,00	S/.3 775,00	S/.45 300,00
Asistente de almacén	1	S/.1 325,00	S/.675,75	S/.2 000,75	S/.24 009,00
Almacenero	1	S/.1 325,00	S/.675,75	S/.2 000,75	S/.24 009,00
Vigilante	2	S/.1 225,00	S/.624,75	S/.1 849,75	S/.44 394,00
Chofer de vehiculo de distribución	1	S/.1 225,00	S/.624,75	S/.1 849,75	S/.22 197,00
TOTAL					S/.137 712,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Gastos comerciales
GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN (S/)

	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
Sueldos de colaboradores de comercialización	S/.340 807,00	S/.340 807,00	S/.340 807,00	S/.340 807,00	S/.340 807,00
Gastos de Marketing					
Promoción	S/.8 200,00	S/.8 200,00	S/.8 200,00	S/.8 200,00	S/.8 200,00
Movilidad	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00
TOTAL MARKETING	S/.11 800,00	S/.11 800,00	S/.11 800,00	S/.11 800,00	S/.11 800,00
Gastos de ventas					
Papelería	S/.624,00	S/.624,00	S/.624,00	S/.624,00	S/.624,00
Movilidad	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00
Comisiones	S/.2 060,49	S/.2 715,41	S/.3 208,53	S/.3 323,02	S/.3 033,53
TOTAL VENTAS	S/.6 284,49	S/.6 939,41	S/.7 432,53	S/.7 547,02	S/.7 257,53
Gastos de distribución					
Gasolina de transportes	S/.15 600,00	S/.15 600,00	S/.15 600,00	S/.15 600,00	S/.15 600,00
Movilidades	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00	S/.3 600,00
Mantenimiento	S/.1 400,00	S/.1 400,00	S/.1 400,00	S/.1 400,00	S/.1 400,00
TOTAL DISTRIBUCIÓN	S/.20 600,00	S/.20 600,00	S/.20 600,00	S/.20 600,00	S/.20 600,00
GASTOS TOTALES DE COMERCIALIZACIÓN	S/.379 491,49	S/.380 146,41	S/.380 639,53	S/.380 754,02	S/.380 464,53

La tabla muestra la proyección de los gastos anuales de comercialización durante cinco años. Los principales costos corresponden a los sueldos del personal del área, a esto se suman los gastos en marketing, ventas y distribución. Los gastos de marketing y distribución se mantienen estables, mientras que las comisiones por ventas incrementan progresivamente, lo que genera un ligero aumento en el gasto total. En el primer año, los gastos de comercialización ascienden a S/.379 491,49, incrementándose a S/.380 464,53 en el quinto año.

Anexo 27. Punto de equilibrio económico

COSTOS TOTALES					
	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
Costos de Producción					
Materiales directos	S/.206 429,13	S/.264 118,31	S/.302 992,72	S/.304 664,35	S/.270 022,39
Materiales indirectos	S/.126 176,07	S/.161 437,54	S/.185 198,82	S/.186 220,57	S/.165 046,30
Mano de obra directa	S/.282 672,00	S/.282 672,00	S/.282 672,00	S/.282 672,00	S/.282 672,00
Gastos generales de fabricación	S/.605 516,16	S/.605 516,16	S/.605 516,16	S/.605 516,16	S/.605 516,16
COSTO VARIABLE TOTAL	S/.1 220 793,36	S/.1 313 744,02	S/.1 376 379,69	S/.1 379 073,09	S/.1 323 256,85
Gastos de operaciones					
Gastos administrativos	S/.306 008,00	S/.306 008,00	S/.306 008,00	S/.306 008,00	S/.306 008,00
Gastos de comercialización	S/.379 491,49	S/.380 146,41	S/.380 639,53	S/.380 754,02	S/.380 464,53
Gastos financieros	S/.1 769 040,29	S/.1 662 897,87	S/.1 556 755,46	S/.1 450 613,04	S/.1 344 470,62
COSTO FIJO TOTAL	S/.2 454 539,78	S/.2 349 052,28	S/.2 243 402,98	S/.2 137 375,06	S/.2 030 943,15
COSTO TOTAL	S/.3 675 333,14	S/.3 662 796,30	S/.3 619 782,68	S/.3 516 448,14	S/.3 354 199,99
INGRESOS TOTALES	S/.686 829,73	S/.905 136,03	S/.1 069 509,75	S/.1 107 672,63	S/.1 011 176,06
PUNTO DE EQUILIBRIO (Económico)	-S/.3 157 239,21	-S/.5 203 549,40	-S/.7 818 756,62	-S/.8 723 315,84	-S/.6 580 479,22
PUNTO DE EQUILIBRIO (Unid)	-26680	-42691	-62279	-67460	-49407
CVU	S/.210,34	S/.176,91	S/.161,57	S/.160,99	S/.174,30
COSTO VARIABLE TOTAL por mes	S/.101 732,78	S/.109 478,67	S/.114 698,31	S/.114 922,76	S/.110 271,40
COSTO FIJO TOTAL por mes	S/.204 544,98	S/.195 754,36	S/.186 950,25	S/.178 114,59	S/.169 245,26

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Matriz de aspectos e impactos ambientales del proceso

Tabla: Matriz de aspectos e impactos ambientales del proceso

#	Descripción de la actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Nivel de significancia (NS)	Tipo de Impacto
1	Recepción e inspección de vinaza	Emisión de olores Generación de vinaza	Contaminación del aire	9	Significativo
2	Intercambio iónico Regeneración de	desionizada	Manejo de residuos líquidos Riesgo de contaminación	12	Muy significativo
3	resina con H ₂ SO ₄	Uso de químicos peligrosos	química	9	Significativo
4	Evaporación	Emisión de vapor de agua	Cambio térmico ambiental	5	Poco significativo
5	Cristalización con etilenglicol	Uso de refrigerante	Riesgo de derrame o contaminación	9	Significativo
6	Centrifugación	Generación de licor madre	Descarga líquida residual	8	Significativo
7	Secado/enfriado	Emisión de calor y agua	Consumo energético y vapores	7	Poco significativo
8	Coating con silicato de magnesio	Uso de aditivos	Riesgo de emisión de partículas	7	Significativo
9	Empaquetado	Uso de sacos	Generación de residuos sólidos	6	Poco significativo
10	Almacenado	Acumulación de producto	Riesgo de deterioro	4	No significativo

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento de licor madre resultante del proceso

Construcción de rotuladores: Se delimitarán pequeñas áreas con bordes de tierra compactada, formando estanques rústicos (30 a 60 cm de profundidad). Se ubicará en zonas alejadas de ríos, quebradas o pozos de agua, en áreas donde el suelo no sea demasiado permeable. El licor madre se conducirá por canaletas hacia los rotuladores de forma gradual. Se dejará reposar en la poza para que el calor del sol evapore progresivamente el agua.