

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Estudio de prefactibilidad de una fábrica de pallets sostenibles en
Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional**

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

AUTOR

Fatima Milagros Morales de la Cruz

ASESOR

Lucerito Katherine Ortiz García

<https://orcid.org/0000-0002-2006-1607>

Chiclayo, 2025

**Estudio de prefactibilidad de una fábrica de pallets
sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el
mercado nacional**

PRESENTADO POR

Fatima Milagros Morales de la Cruz

A la Facultad de Ingeniería Industrial de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

para optar el título

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Diana Peche Cieza

PRESIDENTE

María Luisa Espinoza García Urrutia

SECRETARIO

Lucerito Katherine Ortiz Garcia

VOCAL

Dedicatoria

A mi abuela, Mayra, por ser como una segunda madre para mí, por su amor incondicional y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mis padres, por brindarme siempre su apoyo y por motivarme a seguir adelante

A Hela, mi fiel compañera, que estuvo a mi lado en mis largas horas de estudio, brindándome compañía y fortaleza emocional en los momentos más difíciles.

Agradecimiento

A mi asesora, por su tiempo y orientación en la realización de este proyecto. A mi familia por ser un pilar importante en mi vida. A PRONABEC por ser una parte fundamental en la culminación de mis estudios universitarios.

Estudio de prefactibilidad de una fábrica de pallets sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	2 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.sangregorio.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos.....	15
Resultados y discusión.....	16
Conclusiones	29
Recomendaciones	29
Referencias	31
Anexos.....	40

Resumen

La presente investigación se centra en el estudio de prefactibilidad de una fábrica de pallets sostenibles con residuos PET y aserrín para el mercado nacional, a partir de la mala disposición final de los residuos sólidos, principalmente del Tereftalato de Polietileno. Asimismo, la gran cantidad generada de aserrín en los aserraderos en Lambayeque, los cuales afectan social y ambientalmente. Se realizó un estudio comercial con el objetivo de determinar la demanda insatisfecha de 68 989 unidades para el año 5, de la cual se cubrirá el 25%, de lo cual se obtuvo una demanda del proyecto de 17 247 pallets. Igualmente, se hizo un estudio técnico-tecnológico, donde se dispone de una capacidad de 7 pallets/h. También, se empleó el método de matriz de factores ponderados para determinar la ubicación de la planta, siendo seleccionado el distrito de José Leonardo Ortiz. Luego, el área requerida fue hallada mediante el método de Guerchet, siendo esta de 618,88 m². Igualmente, el proyecto no solo es viable para el aspecto comercial y técnico sino también rentable, ya que se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 382 118,02 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 46,59%, lo cual garantiza su viabilidad económica.

Palabras claves: Pallets, plástico PET, viabilidad, prefactibilidad.

Abstract

This research focuses on the pre-feasibility study of a sustainable pallet factory using PET waste and sawdust for the domestic market. This is due to the poor final disposal of solid waste, primarily polyethylene terephthalate. Furthermore, the large amount of sawdust generated in sawmills in Lambayeque has a social and environmental impact. A commercial study was conducted to determine the unmet demand for 68 989 units for year 5, of which 25% will be covered. A project demand of 17 247 pallets was obtained. A technical-technological study was also conducted, which indicates a capacity of 7 pallets/h. The weighted factor matrix method was also used to determine the location of the plant, selecting the José Leonardo Ortiz district. The required area was then determined using the Guerchet method, which was 618,88 m². Likewise, the project is not only commercially and technically viable but also profitable, as it obtained a Net Present Value (NPV) of S/ 382 118,02 and an Internal Rate of Return (IRR) of 46,59%, which guarantees its economic viability.

Keywords: Pallets, PET plastic, feasibility, prefeasibility.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha revelado que el 79% de los residuos plásticos terminan en basureros o dispersos en la vía pública, mientras que solo el 9% se recicla y el 12% se incinera [1]. Además, se proyecta que el mercado global de resina PET crecerá de 28,49 millones de toneladas métricas en 2023 a 35,51 millones de toneladas en 2028 [2]. La industria de fabricación de muebles, por su parte, genera una notable cantidad de residuos, incluyendo aserrín, el cual es un subproducto significativo y afecta negativamente al medio ambiente [3].

En relación al año 2023, el Ministerio del Ambiente (MINAM) informó que en la región Lambayeque se generaron 436 286 toneladas de residuos sólidos, gran parte de los cuales poseen componentes plásticos y carecen de una disposición adecuada. Cabe resaltar que, la región no cuenta con rellenos sanitarios y, por lo tanto, el 93,33% de los residuos termina en botaderos, mientras que solo el 5,33% se recicla [4]; también [5] indicó que en el año 2023 se generaron 10 049,83 toneladas de PET. Esta situación se agrava con la producción anual de madera, alcanzando cerca de 300 000 metros cúbicos, de los cuales hasta el 20% se convierte en aserrín [6].

Simultáneamente, el sector logístico enfrenta desafíos en el almacenamiento, transporte y distribución de productos. En este contexto, los pallets desempeñan un rol esencial en la protección y manejo de mercancías [7]. Se espera que el mercado de pallets presente una Tasa de Crecimiento Anual Compuesta (CAGR) de 5,2% durante el período 2021-2026 [8], y actualmente, los pallets de madera constituyen entre el 90 y el 95% del mercado. Sin embargo, la escasez de recursos y el aumento en los precios de estos materiales frenan su desarrollo [9].

En vista de que actualmente el Perú importa grandes cantidades de pallets y que estos al ser almacenados, desinfectados y reparados originan costes adicionales para las diversas entidades y al mismo tiempo considerando el crecimiento del porcentaje de preferencias en el uso de productos eco-amigables, se pretende ofrecer un producto sostenible que pueda resolver dicho problema y fomente el uso de los productos eco-amigables, por lo que se formula la siguiente interrogante: ¿Cuál es la prefactibilidad de una fábrica de pallets sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional?, por lo que se propone como objetivo general determinar la prefactibilidad de una fábrica de pallets sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional,

teniendo como objetivos específicos, determinar la demanda y oferta del proyecto, realizar el diseño técnico-tecnológico y por último determinar la viabilidad económica y financiera de una fábrica de pallets sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional.

La problemática del incremento en la producción y acumulación de residuos sólidos resulta alarmante, como es el caso del plástico, principalmente los envases PET, donde su uso tan desmesurado lo ha convertido en el contaminante más cuantioso del medio ambiente, debido a su difícil degradación [10]. También, otros residuos como el aserrín, mediante la deforestación y la explotación descontrolada de los recursos madereros, principalmente en la fabricación de embalajes, lo cual intensifica este problema al generar grandes cantidades de gases de efecto invernadero [11].

Por ello, este proyecto plantea una alternativa sostenible mediante la reutilización de residuos de PET y aserrín para la fabricación de pallets ecológicos, en lugar de los tradicionales de madera. De esta manera, se contribuye directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12 que promueve la producción y el consumo responsables [12]. Al reutilizar materiales de desecho como el PET y el aserrín, se promueve el reciclaje y la economía circular, además de fomentar el uso de materiales reciclados que extienden la vida útil de los productos. También, es respaldado por la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, la Ley General de Residuos Sólidos y estándares internacionales como la norma ISO 8611 para pallets, lo que asegura su viabilidad y cumplimiento normativo [13].

Además, esta investigación no solo reduce la huella de carbono, sino que promueve una cultura de responsabilidad ambiental entre las empresas y la población en general, fomentando un cambio hacia la sostenibilidad en la industria del embalaje. A su vez, contribuye al ámbito académico al generar conocimiento nuevo sobre reciclaje y reutilización de residuos, ofreciendo modelos y conceptos innovadores que pueden servir de base para futuras investigaciones.

Revisión de literatura

Antecedentes

El estudio experimental [14] se centró en utilizar PET y aserrín para la fabricación de pallets, debido a que se desechan más de 350 000 t/año de envases y embalajes de plástico. La metodología se basó en utilizar PET (70%), aserrín de pino radiata (20%) y 10% de

aditivos. Empleando una temperatura de fusión del PET de 240-250°C, ya que es uno de los polímeros más complejos que existen. Como resultado se obtuvo un producto resistente a la intemperie, utilizado para llevar mercancías al exterior y con un ciclo de vida de 100 años, por el porcentaje de polímero que se utiliza, lo cual evita su deterioro. Por otra parte, los autores sugieren invertir en nuevas tecnologías y equipos, ya que esto fue un factor limitante en el proyecto.

El artículo [15] tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales de la fabricación y utilización de pallets hechos de diversos materiales. Se empleó el método ACV atribucional (ALCA) para investigar el impacto ambiental desde la producción y ciclo de vida de un producto y sus subsistemas, y el método ACV consecuencial (CLCA) para el impacto ambiental del sistema del producto y los sistemas vinculados a él que se espera que cambien para la producción, el consumo y la eliminación del producto, cabe destacar que para este estudio se empleó pallets hechos de madera, plástico y WPC con una dimensión de 1200x800mm, y se consideró las normas ISO 14040 y 14044. El estudio estuvo compuesto de cuatro partes: producción, uso, mantenimiento y EoL. Los resultados determinan la superioridad de los pallets de WPC sobre los pallets de madera y plástico, ya que estos últimos tuvieron un mayor impacto ambiental en todas las categorías debido al máximo consumo de energía en la fase de producción (21,34 MJ de combustible fósil), con respecto al uso, los de madera consumieron 6L de biodiesel y 54L de diésel para el transporte debido a su mayor peso. En el mantenimiento solo se consideró a los de madera y en EoL el plástico tuvo un factor de emisión de CO₂ más alto que la madera y el WPC, ya que generó 937 kg de CO₂.

Martínez et al [16], se centró en la producción de compuestos de madera y plástico a partir de una mezcla de aserrín de *cedrela odorata*, termoplásticos reciclados y un aditivo químico (CaCO₃). El método de recolección del aserrín fue con la ayuda de los principales aserraderos de Cuba y los termoplásticos (PET, HDPE y PP) fueron recuperados del post consumo; además, para obtener los tableros se usó el método de extrusión empleando distintas proporciones de materia prima. Los resultados indicaron que el valor adecuado para utilizar el (CaCO₃) es hasta un 5%, donde se determina que llega a durar más de 30 años y con un precio de \$5-15 USD por cada m² de tablero, dependiendo del uso y valor agregado. Los autores concluyeron que las proporciones más adecuadas para mejorar las propiedades físicas y mecánicas fueron 40-45% de madera, 50-60% de termoplásticos reciclados y hasta 10% de calcio como aditivo químico, igualmente mencionan que las

materias primas al ser provenientes de residuos subutilizados permiten que el proceso sea sostenible y con un menor costo de producción.

Friedrich [17], realizó un estudio de expertos intersectoriales acerca de las ventajas de los compuestos de madera y plástico (WPC) como material de embalaje sostenible. Este se centró en la mitigación de los plásticos petroquímicos y contaminación ambiental mediante la elaboración de compuestos de madera y plástico, ya que se utiliza hasta un 80% de fibras de madera en una matriz de plástico. Los resultados indicaron que el sector alimentario mostró un mayor interés por el tipo de plásticos y fibras que contenían estos embalajes, aunque el sector técnico priorizó aspectos de valor añadido relacionados con el mercado. Además, mediante una encuesta se dedujo que la mayor parte de los consumidores prefieren los precios de los embalajes de WPC en comparación a los que son de plástico puros, aluminio y cartón.

El artículo de Alvarenga et al [18], se centró en la determinar las propiedades mecánicas del material compuesto obtenido con PET post consumo y aserrín para la fabricación de un nuevo material dentro de la economía circular. Se aplicó un método de recolección de los residuos PET mediante una campaña de clasificación y reciclaje de residuos plásticos en la Universidad Nacional de Asunción, y el aserrín de la madera de Yvyra pyta (*Peltophorum dubium*) se obtuvo de un depósito de madera ubicado en la ciudad de San Lorenzo. El triturado del aserrín y PET se realizó en un molino ROBOT 50 con motor de 5HP para obtener partículas con diámetro de 2mm-9mm de PET; además, se produce la inyección de este material a una presión de 6 bar por un minuto. Los resultados de los ensayos de tracción del PET reciclado con 10% y 20% de Polipropileno como aditivo fue de 466,31 y 230,405 MPa respectivamente. Concluyendo que, el método de inyección favorece a la obtención de un material compuesto a partir de material reciclado.

El artículo [19] tuvo como objetivo estudiar la resistencia de pallets fabricados a partir de virutas de madera de teca contra los hongos de descomposición y las termitas subterráneas. La metodología se basó en utilizar aserrín y astillas originadas de la madera aserrada de teca y adhesivo de poliuretano para fabricar pallets de bloques de virutas (CBP) con dimensiones 9×9×9 cm y una densidad objetivo de 0,6 g/cm³, se prensaron en frío a 9,8 MPa durante 4 horas usando varias concentraciones de poliuretano y composición granulométrica, teniendo en cuenta la norma JIS K 1571 2004. Los resultados mostraron que el CBP utilizado con diferentes concentraciones de poliuretano y composición de

tamaños de partículas era resistente a los ataques de termitas subterráneas, pero no a los ataques de hongos de pudrición blanca y pudrición parda, mostrando más de un 3% de porcentaje de pérdida de masa. Finalmente, el estudio sugirió que el mejor contenido para utilizar poliuretano en la fabricación de CBP es el 4,5% con una composición granulométrica de 50 (malla 4-14): 50 (> 60 malla).

El estudio realizado por Allaf et al [20], investiga la fabricación de un compuesto de plástico y madera (WPC) usando tereftalato de polietileno reciclado (PET) y aserrín como componentes, empleando la técnica de molienda en estado sólido. Su objetivo fue evaluar la viabilidad técnica para producir compuestos WPC, reduciendo el impacto ambiental de los desechos plásticos, incluyendo un agente plastificante biodegradable, el poli(ϵ -caprolactona) (PCL). En su metodología, el PET se obtuvo de botellas plásticas recicladas, que se trituraron y molieron criogénicamente resultando un polvo fino, mientras que el aserrín se recolectó localmente, esta mezcla se compactó mediante prensado en caliente; dentro de los resultados se indicó que el porcentaje óptimo de aserrín es alrededor de 25% para balancear las propiedades mecánicas y absorción de agua; además el PCL mejoró la ductilidad del compuesto y aminora la absorción de agua, pero disminuyó la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad. Concluyendo que la molienda criogénica tiene potencial en la producción de WPCs y se sugiere que esta técnica podría aplicarse en la creación de materiales sostenibles de alta calidad a partir de desechos.

La investigación [21] se basó en un modelo de negocio relacionado al reciclaje de botellas de plástico PET para la fabricación de pallets. En la metodología se empleó Montecarlo para simular el VAN y se aplicaron encuestas y sondeos para analizar la aceptación del precio del producto. Como resultado se obtuvo un VAN de S/ 4 929 250, un TIR del 173,18%; además, se espera obtener ventas de 35 600 unidades en el primer año y 97 466 en el quinto año e igualmente con un ingreso de S/ 2 848 000 y S/ 7 797 254 respectivamente, esto hace énfasis en que la rentabilidad del proyecto es aceptable y se puede ejecutar. Asimismo, los autores concluyen que el beneficio social fue de S/ 643 733 y S/ 476 232 en primer y quinto año correspondientemente; también se estimó costos sociales relacionados con la emisión de CO₂ por el uso de energía y tecnología dando un total de S/ 784 105,78 en el quinto año.

El artículo [22] se centró en estudiar las propiedades de los compuestos de madera y plástico mediante el prensado en plano, en función al tamaño de la partícula y la relación

de la mezcla. Su metodología se basó en las normativas de la ISO 14040 e ISO 14044 y en la ASTM E11-17; además, el proceso inicia con molido y tamizado del aserrín para luego secar las partículas obtenidas en un horno a $103^{\circ}\text{C} \pm 2$ durante 24 horas para reducir el contenido de humedad al 2% y para obtener el polvo de PET se utilizó un molino rotatorio para luego tamizarlo en una malla 60 y secándolo de igual manera que el aserrín, pero hasta eliminar 3% de humedad. Los resultados indican que las proporciones adecuadas son 70% de PET y 30% aserrín, además cumplen con la densidad promedio (800 kg/m^3) y la humedad promedio de los compuestos no supera el 10% de la norma ANSI. Además, se menciona que el porcentaje de aserrín no debe pasar del 20%, debido a que reduce el contenido de adhesivo en la formulación y eso conduce a una unión inadecuada.

El artículo [23] se centró en el estudio de dinámica de la humedad del WPC y su impacto en las pruebas de hongo. Con respecto a los materiales, usaron PVC, PE y PP y residuos de madera (50-70%); además, se empleó un enfoque de análisis de imágenes en 3D para segmentar la madera y el polímero y calcular de forma semiautomática las características de los productos de WPC y en las pruebas relativas a la absorción de humedad y estabilidad dimensional, se usaron piezas de prueba de 50x50x5 mm. Los resultados determinaron que el producto WPC basado en PP tiene un alto contenido de madera y muestra la mayor absorción de humedad; además, el WPC absorbe menos y más lento, y tiene una menor cantidad de hinchamiento en el espesor, considerando que el método humectación, en una inmersión en agua a 70°C durante al menos una semana parece ser el método más simple y eficaz para esta investigación.

El proyecto [24] tuvo como objetivo producir planchas de madera plástica empleando la economía circular en Lima Norte con el propósito de reducir la tala de árboles y la contaminación originada por el plástico (HDPE); además, la durabilidad de este producto es de casi 100 años dependiendo de su uso y sus propiedades mecánicas y químicas son mejores que el de madera natural, teniendo en cuenta que no es susceptible a la humedad y es resistente a los golpes. Igualmente, se determinó la localización del proyecto es Ancón, considerando los incentivos que otorga la municipalidad para modelos de negocio industrial, el bajo precio de los terrenos y su proximidad a dos rellenos sanitarios, esto último permite una mayor relación con más municipalidades, dado que se evita un costo de transporte al ser las municipalidades quienes arrojan los desechos en los rellenos sanitarios.

Avilez y Bernal [25], se centraron en la problemática que presenta la industria de muebles al llegar afectar considerablemente al medio ambiente a través de la tala de árboles; por ello tuvo como objetivo determinar la viabilidad de mercado, técnica, económica-financiera y social para la instalación de una planta productora de planchas de madera plástica. Se aplicó el método de Winters, Ranking de Factores y encuesta. Como resultados se obtuvo una demanda anual del proyecto de 240 513 planchas, también un VAN y TIR de S/ 2 062 392,85 y 45,24 % respectivamente, lo cual evidenció la rentabilidad del proyecto. Los autores concluyen que la capacidad de algunas máquinas limita el proceso, de modo que el tamaño de la planta resulta de 144 000 planchas.

Bases teóricas

Producción: Según [26], la producción consiste en realizar diferentes operaciones de manera secuencial para transformar los diferentes recursos o factores productivos en bienes y servicios con el fin de satisfacer necesidades.

Pallet: Llamado también palé, paleta, palet o parihuela es una estructura plana y sólida que permite sostener y mover la mercancía mediante la manipulación de un tipo de maquinaria capaz de cargarla, transportarla y descargarla. Por tal razón, los pallets cumplen un rol importante en el almacenamiento, transporte y logística, debido a que se logra transportar una gran cantidad de productos [27].

Madera plástica: Es un material compuesto por aserrín como material de refuerzo y el plástico reciclado como material aglutinante. Esto permite que sus propiedades sean mejores que al de la madera natural, ya que es libre a daños provenientes de los cambios climático y corrosión, considerando que no se rompe fácilmente y no es sensible a insectos [20]. Por lo cual, lo hace un material apto para la elaboración de diferentes productos, ya que es simple de moldear, cortar, pegar y clavar

Tereftalato de polietileno (PET): Pertenece a la familia de los termoplásticos que se caracteriza por su ligereza y resistencia mecánica, pues se puede recalentar, reformar y enfriar rápidamente. Cabe recalcar que, cada kilogramo de PET contiene 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos de gas natural y 13% de aire, pues surge de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol [28]. Asimismo, es empleado en la industria textil (fibras sintéticas), preformas de botellas para la industria de bebidas y geotextiles, etc [29].

Aserrín: El procesamiento de madera origina cantidad importantes de residuos de aserrín o polvo de madera, lo cual ocasiona problemas ambientales por su quema o el vertido en ríos [30]. Existen diversas maneras de aprovechar el aserrín, pues es usado para la elaboración de pulpas, fertilizantes, tableros, etc.

Materiales y métodos

Para el desarrollo del primer objetivo, en el cual se hace énfasis en la determinación de la viabilidad comercial del proyecto, se identificó el producto y sus respectivas características. Luego se realizó un análisis de la demanda, oferta y precio, donde se consultaron datos de TRADE MAP [31], VERITRADE [32], Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT) [33] e Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) [34]. La demanda del proyecto se enfocó en las importaciones según partida arancelaria N° 4415.20.00.00. Consecuentemente se realizó la proyección desde el año 2025 al 2029 de la demanda, oferta y precio empleando el programa Oracle Crystal Ball, el cual determinó el método de proyección indicado. Asimismo, con el resultado de la diferencia de la demanda y oferta se determinó la demanda insatisfecha del producto en el mercado. Posteriormente, se definió el porcentaje de participación del proyecto de acuerdo a los criterios de [35], el cual se multiplico por la demanda insatisfecha del producto y se obtuvo la demanda del proyecto para poder elaborar el plan de ventas en base a los datos obtenidos.

El segundo objetivo se basó en la determinación de la viabilidad técnico-tecnológica del proyecto. Primero, se determinó la localización a nivel macro y micro de la zona apropiada para la instalación de la planta empleando el método de Factores Ponderados. Seguidamente, se realizó el estudio de ingeniería y tecnología, donde se definió el producto (composición, modo de distribución y regulaciones o normas del producto), requerimiento y disponibilidad de materia prima e insumos, de manera que se emplearon datos del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) [5] para determinar la cantidad de residuos PET en la región y de VERITRADE [32] para obtener datos de las empresas que vendan PET reciclado e igualmente del INEI [34] se obtuvo datos del número de aserraderos en Lambayeque para así definir las cantidades anuales de las materias primas del producto. Después, se definió y representó el proceso producto en un Diagrama de Operaciones (DOP), también se empleó el balance de masa, el cual sirvió para la elección de las máquinas y equipos adecuados. Por consiguiente, se calculó la

capacidad de la planta y su distribución de espacio a través del método de Guerchet con la finalidad de saber los espacios óptimos para cada actividad del proceso. Asimismo, se utilizó el método de SLP para ver la interrelación de las áreas y así realizar el plano de planta, por último, se definió el recurso humano.

Con respecto a la determinación de la viabilidad económica-financiera del proyecto, se calcularon los costos de la propuesta, como: ingresos, egresos e inversión, a partir de las cotizaciones de las máquinas y equipos; asimismo, los costos de la materia prima, mano de obra, entre otros costos asociados a las necesidades de cada área de la organización. Seguidamente, se asignó los porcentajes de inversión, con el fin de saber el monto que será financiado por un banco para luego hallar el punto de equilibrio económico, estados financieros e indicadores como el VAN y TIR.

Resultados y discusión

Viabilidad comercial

Los pallets que se van a ofrecer están hechos a partir de tereftalato de polietileno (PET) y aserrín. Es una plataforma de carga que consisten en dos bases, separadas entre sí por soportes, que se emplean para agrupar, apilar, almacenar y transportar mercaderías embaladas [36]. Con respecto a la ficha técnica, se consideró las investigaciones [20], [18], [22], [15] y la ficha de dimensiones y tolerancias [37] para determinar que el producto cumpla con las normativas y dimensiones para su comercialización, también en el Anexo 1, se observan las diferencias entre los pallets a base de PET y aserrín y los de madera natural.

Tabla 1. Ficha técnica del producto

Composición		70 % residuos PET (Tereftalato de Polietileno) y 20% de aserrín y 10% aditivos	
Dimensiones y tolerancias			
Largo (mm)	1200	± 3	Peso (kg) 30
Ancho (mm)	1000	± 3	Vida útil 66 ciclos
Altura (mm)	144	± 3	

Fuente: Elaboración propia en base a [20], [18], [22], [15]

Luego de definir las características del producto, se pasó a establecer la zona de influencia. (1) El área de mercado, se determinó considerando diversos factores de competencia, en este caso, elevados volúmenes importados de pallets, poder adquisitivo y países que exportan el mismo producto al Perú. (2) Área del mercado elegida, se tomó en cuenta a todo el Perú, ya que se pretende cubrir la demanda insatisfecha de pallets, lo cual sería la cantidad importada. Esto se debe a que la producción peruana de pallets no llega a abastecer a todas las empresas exportadoras.

Para el análisis de la demanda se consideró que, el año 2023 las importaciones del Perú llegaron a los \$ 581 998 en valor FOB [32]. Sin embargo, no se llega a cubrir con toda la demanda nacional, ya que el país tiene una baja producción nacional de pallets, lo que abre una posibilidad de entrar al mercado y cubrir parte del mercado de las importaciones. De manera que, la demanda histórica nacional de pallets se relaciona al consumo nacional de pallets (Anexo 2). Luego, se determinó la demanda proyectada con los datos históricos, mediante el programa Crystal Ball, el cual dio como mejor método el Suavizado exponencial doble (Tabla 2).

Tabla 2. Proyección de la demanda de consumo de pallets a nivel nacional

Año	Consumo nacional (und)
2025	88 992 204
2026	72 484 418
2027	83 228 585
2028	85 599 702
2029	93 784 778

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la oferta está determinada por los importadores y se encuentra delimitada por países productores de pallets, o sea se tomó como oferta histórica a las importaciones, en base a los datos de TRADE MAP (4415.20.00.00) [31] (Anexo 3). Basándose de los datos de la cantidad importada (Anexo 4), se procedió a proyectar la oferta, la cual sería la empleando el mejor el método, siendo este SARIMA (0,1,1) (1,0,0) (Anexo 5).

La demanda del proyecto, se basó en un análisis de los países que exportan una mayor cantidad de pallets, donde primero está Chile con 27 219 unidades, seguido de Colombia y Finlandia, para luego elegir el país al que se le extraerá un porcentaje de participación en el mercado, esto mediante una matriz de factores ponderados, considerando criterios como valor importado, idioma, cercanía comercial, etc; siendo elegido el país de Finlandia (Anexo 6). Luego, se tuvo en cuenta los criterios de [35], donde menciona que el porcentaje de participación de mercado suele estar entre un 10% a 25% cuando el producto ya está establecido en el mercado. Por ello, se determinó diferentes porcentajes para multiplicarlos con los resultados de la proyección de la demanda insatisfecha para finalmente obtener la demanda del proyecto.

Tabla 3. Demanda del proyecto

Año	Demanda insatisfecha	%	Demanda del proyecto
2025	64 882	22,00%	14 274
2026	65 332	23,00%	15 026
2027	65 987	23,50%	15 507
2028	66 979	24,50%	16 410
2029	68 989	25,00%	17 247

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al precio, se hizo una búsqueda de datos de importaciones FOB en la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT) [33] (Anexo 7). Luego, se proyectó el precio en dólares (Anexo 8) mediante el programa Crystal Ball, el cual determinó que el método indicado para la proyección del precio es el ARIMA (2,0,1). Asimismo, se empleó una política de precios para poder fidelizar a los clientes, por ello en el primer año y segundo año, el precio bajará en 7% y 5% (Tabla 4).

Tabla 4. Precio unitario de los pallets (soles)

Año	Precio
2025	32,04
2026	34,88
2027	38,75
2028	39,64
2029	40,91

Fuente: Elaboración propia

En la comercialización del producto, se usó un tipo de distribución directa. Esto se debe a que solo intervendrá el fabricante de pallets sostenibles y el consumidor final, se consideró que la entrega va desde la planta a las diversas empresas peruanas exportadoras, teniendo en cuenta que, en junio de 2024 se registraron 5 726 empresas exportadores en el país [38], donde la mayoría se encuentran ubicadas en Lima, Callao y Norte del país [39]. Además, los factores que limitan la comercialización son las marcas y otros tipos de pallets que se encuentran posicionados en el mercado, el costo de transportar el producto a otros destinos del país y el mal estado de las vías de comunicación.

La estrategia de comercialización, se enfocó en el marketing educativo, teniendo como objetivo educar a las empresas exportadoras sobre los beneficios de los pallets ecoamigables, a través de contenido técnico y participación en eventos y ferias del comercio exterior como EXPOALIMENTARIA o Ecoferias. Igualmente, el producto será publicado por las redes sociales y mediante una página web. Además, se otorgará promociones a clientes concurrentes como un descuento en el transporte de los pallets, esto principalmente servirá para los periodos en los que se tiene una baja demanda, ya que de esta manera se incentiva a un mayor consumo y se nivela tanto la demanda como el flujo de ingresos.

Viabilidad técnico-tecnológica

En la localización de planta, se aplicó el método de factores ponderados para determinar la ubicación de la planta, considerando 6 factores distintitos para la macro y micro localización (Anexo 9 y 10). En la macro localización se evaluó 3 provincias: Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo, por lo que esta última fue seleccionada (Anexo 11). Para la micro

localización se tuvo en cuenta a los 3 distritos más contaminados, según los datos de SIGERSOL [5] y que poseen un mayor número de empresas recicladores y aserraderos con el fin de contar con disponibilidad de materia prima y proximidad a los proveedores. Los distritos fueron José Leonardo Ortiz, Pimentel y La Victoria, siendo seleccionado el distrito de José Leonardo Ortiz (Anexo 12). Cabe mencionar que, la puntuación se realizó considerando la información de las tablas del Anexo 13 y Anexo 14.

En cuanto a la disponibilidad de la materia prima. Primero, se precisó el índice de consumo de materiales de acuerdo a la unidad de venta, la cual sería por unidad de pallets de 30 kg, teniendo en cuenta los estudios experimentales [14], [15], [20], se determina el índice de consumo por cada unidad de Pallet, también, se consideraron investigaciones similares [40], [41], [42]. Entonces se obtuvo que se requiere de 5,04 kg de aserrín, 21 kg de botellas PET recicladas, 32 L de agua y 0,17 kg de NaOH y aditivos como Retardante de llama 0,376 kg, Carbonato de Calcio 0,43 kg y 58 clavos, de acuerdo a eso se realizó el plan de producción (Anexo 15) y el requerimiento de materia prima para los 5 años del proyecto (Anexo 16).

Asimismo, los envases PET se obtendrán de recicladoras de la región, siendo el principal abastecedor la Recicladora Virgen de Copacabana, ya que esta empresa recicla semanalmente 25 toneladas de PET, donde el 80% es llevado a la ciudad de Lima para abastecer a otras empresas, de tal manera que proveerá entre 20 a 25 tn/mes. También, las recicladoras Ambiente Verde S.A.C. y C&M E.I.R.L., abastecerán 5 tn/mes, ya que semanalmente reciclan entre 4 a 5 toneladas y las recicladoras, Mauriola y Mileniun proveerán de 4,5 tn/mes. Cabe mencionar que, el plástico PET será entregado en fardos y prensado, considerando las cotizaciones del Anexo 17 al 19, de manera que se garantiza un aprovisionamiento de 45 tn/mes.

Por otro lado, según los datos de [5] existen 6 asociaciones de recicladores formales en la región Lambayeque, siendo un total de 97 recicladores, teniendo en cuenta que, el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, indica que en promedio cada persona recicla 25 kg/d (Anexo 20) y que [43]indica que del 10% de la totalidad de residuos sólidos, un 25% corresponde a plásticos PET, entonces se puede considerar una provisión de 6 tn/mes de PET.

El aserrín de madera, se recolectará de diferentes aserraderos de la región, ya que es desechado en sacos cada semana y su precio promedio esta entre S/ 10 a S/ 15 el saco de

50 kg. Según el INEI [34], en el 2022 había un total de 184 empresas aserradoras operando en Lambayeque, los cuales tienen una capacidad anual de procesamiento de alrededor de 1 millón de metros cúbicos de madera. Por ello, los aserraderos Dios es Amor (2 500 kg), Madenor (2 500 kg), Sebastián S.A.C. (2 250 kg), Leo S.R.L. (2 000 kg), Nuevo Amanecer S.A.C. (2 000 kg), Ferretero S.A.C. (1 500 kg), Precvca S.R.L. (1 500 kg), entre otros, teniendo un abastecimiento mensual de aproximadamente 14 300 kg de aserrín (Anexo 21).

Para definir el proceso productivo de la fabricación de pallets sostenibles se hizo una búsqueda de diferentes trabajos de investigación [25], [36]. Además, se consideró el control de calidad correspondiente al producto Anexo 22. En el Anexo 23 y anexo 24 se encuentran el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) y el Balance materia.

El proceso empieza por seleccionar de manera manual los polímeros de acuerdo a lo que se necesita en el proceso, en este caso PET, considerando que solo ingresan botellas transparentes o ligeramente teñidas, debido a que tienen propiedades más uniformes y más fáciles de procesar. Con respecto a las tapas y etiquetas, al estar hechas de otro tipo de material, son retiradas antes de ingresar al proceso con el fin de no afectar la fabricación del producto.

Verificar: Se separa la cantidad requerida de residuo plástico PET y aserrín para la trituración, considerando los kilos totales de materia prima que se emplean para la fabricación de las planchas de madera plástica. En el caso del aserrín se verifica que este se encuentre en buen estado y no tenga impurezas de madera.

Triturar: Los envases de tereftalato de polietileno pasan por la línea de lavado la cual cuenta con una trituradora, reduciéndolos al tamaño requerido de 9 mm, de manera que se logrará uniformizar la dimensión del plástico. En cambio, el aserrín pasa por una trituradora industrial hasta obtener fragmentos de 5 mm. Posteriormente, el PET pasa a la siguiente operación.

Lavar: Se le añade soda caustica diluida (solución de NaOH al 4%) a el agua para que pueda ser utilizada en el lavado del plástico para luego pasar a la siguiente operación mediante un conducto de la máquina.

Enjuagar: El PET no debe tener impurezas por ello es enjuagado con agua para quitar algún excedente de soda caustica en el plástico, esta operación se realiza en la misma máquina.

Centrifugar: Mediante un conducto de la máquina que se empleó anteriormente, el plástico será centrifugado para extraer la humedad restante (aproximadamente 3% en vapor de agua).

Secar: El flujo del aire caliente ingresa a la máquina secadora de lecho fluidizado, de manera que se elimina la humedad restante, así el plástico queda completamente seco. y

Medir: En esta operación se mide el plástico y aserrín conforme a la composición solicitada (70% plástico y 20% de aserrín).

Mezclar: Después de tener las cantidades requeridas, el plástico y aserrín pasan a ser mezclados de forma homogénea, para ser llevados a moldes que ingresan a la operación de calentado, se le adiciona el retardante de llama y el carbonato de calcio.

Calentar y controlar: Los moldes que contienen la mezcla entrarán a una temperatura controlada de 190°C por de 10 minutos.

Prensar: Los moldes son prensados con la misma máquina empleada en la etapa anterior con una presión de entre 4 y 6 bares, pues esta operación permite que la plancha este compacta.

Inspeccionar: Después de pasar de la etapa anterior, se inspecciona que las planchas obtenidas se encuentren en buenas condiciones.

Cortar: Las tablas se cortan en las dimensiones solicitadas (Pallet americano: 1200 x 1000 x 145 mm) para su posterior ensamblaje.

Cepillar: En esta etapa se da el espesor final a las tablas y barrotes, de manera que se obtienen piezas más uniformes y limpias para la elaboración de los pallets.

Despuntar: Se realizan los cortes finales a las tablas y barrotes, de manera que en este último se obtienen los tacos que son empleados en el ensamblaje de los pallets.

Ensamblado: Después de tener las tablas cortadas con las medidas correspondientes pasan al área de ensamble en donde se unen nueve tablones de madera, que son el cuerpo del pallet, con nueve tacos, que sirven como soporte, para darle forma. Posteriormente el operario selecciona los tablones y tacos para trasladarlos a la mesa de armado con esto se procede a clavar tres tacos de madera con una tabla de está, todo este proceso es realizado tres veces obteniéndose el cuerpo, teniendo en cuenta que en todo el proceso se emplean 78 clavos. Una vez que se tiene el cuerpo se seleccionan seis tablones de madera y se clavan

al cuerpo, luego pasan por un control de calidad fuera de la mesa de armado y con esto se da por terminado el armado del pallet.

Tratamiento térmico (HT): Consiste en la esterilización de la madera a través del uso de calor o control de humedad para obtener las especificaciones indicadas en la normativa NIMF 15. De manera que los pallets, son trasladados a la cámara de tratamiento térmico o cámara de secado, allí son secados y se controla la temperatura de 56°C simultáneamente por 30 minutos.

Inspeccionar: Se inspecciona que los pallets estén en buenas condiciones y haya pasado por la cámara de tratamiento térmico.

Sellar: Los pallets después de haber sido inspeccionados pasan a ser sellados, de manera que se especifique el tipo de tratamiento que se le ha dado, en este caso el tratamiento térmico (HT).

Inspeccionar: Finalmente son inspeccionados para verificar que lleven el sello obligatorio para luego ser llevados al área de producto terminado para su posterior distribución.

Posteriormente, se realizó la elección de la maquinaria y equipos de acuerdo a la capacidad de la planta (ver Anexo 25), siendo una producción de 55 pallets/día. Pues se propone laborar los 12 meses del año por 26 días al mes en un turno de 8 horas.

En este punto se consideró que la mano de obra debe ser especializada, ya que en el proceso se emplean 3 máquinas semi automatizadas. Asimismo, se tendrá en consideración que los operarios ejecutan diversas funciones. Además, se consideró 1 operario más que verifiquen la entrada del PET, ya que se debe cumplir con los requerimientos del proceso.

Tabla 5. Mano de Obra Directa

Máquina	N° operarios requeridos
Línea de lavado de reciclaje de partículas de plástico	2
Trituradora de aserrín	1
Mezcladora y prensadora	1
Cepilladora, cortadora y despuntadora	1
Mesa de ensamblaje	1
Horno tratamiento térmico	
Selladora IPPC NIMF 15	1
Total	7

Fuente: Elaboración propia

La localización será en un terreno ubicado en José Leonardo Ortiz (Anexo 26). Cabe mencionar que, la distribución de planta fue con un enfoque por proceso, dado que en cada

estación de trabajo se realiza una transformación a la materia prima. Con respecto a la distribución de la planta, se utilizó el método Guerchet, en base a este método se realizó el cálculo del área total, siendo esta de $618,88 m^2$, pues se consideró las medidas de las máquinas para determinar el área de producción dando como resultado $301,58 m^2$ (Anexos 27). Asimismo, se tomó en cuenta que los operarios tienen una superficie estática de 0,5 y una altura promedio de 1,65m.

Área de almacenamiento de materia prima:

El PET será almacenado en fardos, los cuales estarán apilados en una base de 4 fardos y 5 fardos de alto. Considerando que el PET vendrá prensado, las dimensiones del fardo son de $1,2 \times 0,75 \times 1,2$ m. El aserrín estará contenido en sacos de 50 kg de aserrín con una dimensión de $50 \times 60 \times 90$ cm apilados en una ruma de base 4 con altura de 5 sacos. Asimismo, los sacos de NaOH de 25 kg tenían una medida de $60 \times 35 \times 30$ cm. Por otra parte, el retardante de llama llegara a la planta en sacos de 50 kg con dimensiones de $50 \times 20 \times 80$ cm, estos serán apilados en una base de 4 con altura de 5 sacos e igualmente el carbonato de calcio, el cual será apilado 3 veces en una base 4 con altura de 5 sacos. Dando así un área de $127,4 m^2$ (Anexo 28)

Área de almacenamiento de producto terminado:

El producto es apilado de manera superpuesta en columnas de 12, dando así un total de 24 pallets. Asimismo, se consideró el uso de una apiladora eléctrica para el transporte, de manera que se determinó un área de $26,49 m^2$ (Anexo 29).

Área administrativa:

Esta área le pertenece al gerente general y administrador, con el fin de analizar el estado de la empresa. Por ello, el espacio asignado tiene un área de $8,19 m^2$ (Anexo 30).

Área de comercialización:

Se realizó el cálculo de esta área y dio como resultado $7,55 m^2$ (Anexo 31).

Área de servicios higiénicos:

Se consideró 3 inodoros, 2 lavamanos y 3 basureros, obteniéndose $10,89 m^2$ (Anexo 32).

Estacionamiento:

Se tuvo en cuenta el artículo 66 de la norma A.010 de Condiciones General de diseño, la cual menciona que es importante conservar una distancia de 6,5 metros para realizar las maniobras de los vehículos. Dando un total de 136,78 m²(Anexo 33 y Anexo 34)

Tabla 6. Área total de la planta

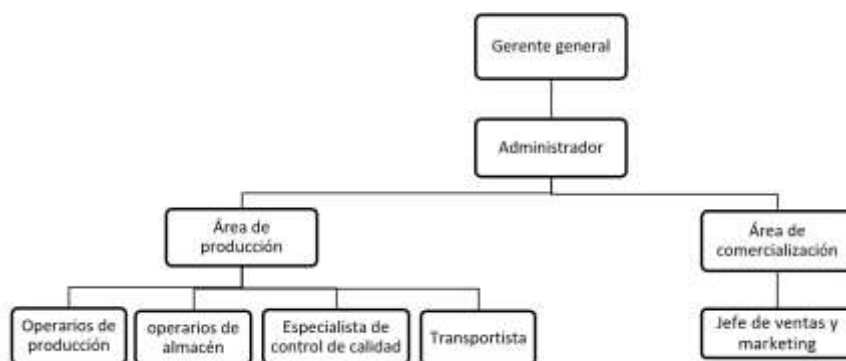
Área	Superficie
Almacenamiento de materia prima	127,40
Área de producción	301,58
Área administrativa	8,19
Servicios higiénicos	10,89
Almacén de producto terminado	26,49
Área de comercialización	7,55
Estacionamiento	136,78
Total	618,88

Fuente: Elaboración propia

Las áreas fueron evaluadas por el método de Planeación Sistemática de la distribución de Planta (SLP), lo cual permitió conocer la interrelación que existe entre las áreas para poder realizar el plano de la planta (Anexo 35).

En la parte organizativa de la empresa, se consideró un gerente general y administrador para el área administrativa. Con respecto al área de producción se cuenta con un jefe de producción, 8 operarios más un operario para el almacenamiento de la materia prima, un operario para el manejo del montacarga en el área de almacenamiento del producto terminado y un chofer encargado de distribuir el proceso, siendo en total 12 operarios. También, un especialista encargado del control de calidad. Por otro lado, en el área de comercialización se encuentra el jefe encargado de coordinar y aumentar las ventas en relación al plan estratégico de organización.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Viabilidad económica-financiera

El tercer objetivo se centra en realizar el estudio económico-financiero de una fábrica de pallets sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional.

Inversión

En la construcción del área de 618,88 m² se tiene un costo de S/. 344 004,40. Con respecto a los costos de las máquinas se tomó en cuenta su precio unitario más el transporte. El precio de transporte llega a cambiar según la máquina, por ejemplo, la línea de limpieza de PET es transportada en un contenedor de 40 HQ. Pero en el caso de la cámara térmica, al ser el proveedor una empresa peruana, el costo sería de S/ 1 000, pues la máquina es transportada en un carguero y vendría desarmada para luego ser armada en 2 días en la fábrica (ver Anexo 36 – Anexo 37).

Tabla 7. Costo de máquinas y equipos

Ítems	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Línea de lavado de reciclaje de partículas de plástico	1	64 600,00	64 600,00
Trituradora de aserrín	1	8 000,00	8 000,00
Balanza	1	250,00	250,00
Mezcladora	1	5 000,00	5 000,00
Horno-Prensadora	1	15 000,00	15 000,00
Cepilladora	1	352,00	352,00
Cortadora	1	291,90	291,90
Despuntadora		3 000,00	3 000,00
Cámara térmica	1	95 612,40	95 612,40
Sello fitosanitario IPPC NIMF 15	1	1 560,00	1 560,00
Mesa de ensamblaje	1	4 268,00	4 268,00
Total			S/ 197 934,30

Fuente: Elaboración propia

El vehículo que se adquirió para la empresa es un camión de segunda que su función será el transporte de materias primas y del producto terminado. Este vehículo de marca Mitsubishi tiene un costo de S/ 57 000.

Máquinas y equipos de almacén de producto terminado

Se consideró la compra de un apilador eléctrico con el fin de apilar los pallets en el almacén de producto terminado, este tiene un costo de S/ 15 000.

Costos de producción

Los costos anuales de producción están relacionados a los costos de materias primas directas e indirectas, mano de obra directa e indirecta y los suministros empleados (luz, agua, combustible, etc.). Teniendo un costo de producción en el año 5 de S/ 1 840 908,88

y S/ 441 678,12 en requerimiento anual de energía, considerando que el costo de kWh es de 0,65. Además, se calculó los salarios y sueldos anuales son de S/ 190 260,00 y S/ 83 352,00 respectivamente.

Gastos de Financiamiento

La entidad financiera que otorgará el préstamo es el banco Interbank con una tasa de interés del 10,97% por el monto financiado de S/ 438 137,20 (Ver anexo 38).

Ingreso por ventas

Tabla 8. Ingreso por ventas

Año	Ventas (unidades)	Precio de Venta	Total de Ingresos (S/)
2025	14 274	S/32,04	S/457 316,18
2026	15 026	S/34,88	S/1 991 405,19
2027	15 507	S/38,75	S/2 283 527,29
2028	16 410	S/39,64	S/2 471,693,38
2029	17 247	S/40,91	S/2 681 498,26

Fuente: Elaboración propia

Se consideró una tasa de inflacionaria del 2,3%, obteniendo un TMAR de 16,46% (Ver tabla 9). Además, el Banco Central de Reserva [44] determinó una tasa de inflación de 2,3% y 2% para el año 2024 y 2025, y 3% para los próximos años. Esto también, fue considerado en el punto de equilibrio (Anexo 39).

Tabla 9. Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

	% Tasa inflacionaria	% de lo que se piensa ganar	Inversión TMAR
Inversión Propia	2,30%	22%	24,30%
Socio Estratégico	2,30%	21%	22,85%
Financiamiento		10,97%	10,97%
	% de aporte	TMAR	Ponderado
Inversión Propia	0,24	0,243	0,06
Socio Estratégico	0,21	0,229	0,05
Financiamiento	0,56	0,109	0,06
	TMAR		16,57%

Fuente: Elaboración propia

En el flujo de caja se puede visualizar que el proyecto es viable, ya que se obtiene un TIR y VAN positivo de 46,59% y S/ 382 118,02 respectivamente, considerando que el TIR obtenido es mayor al TMAR. Posteriormente, con los resultados obtenidos se analizaron dos situaciones para el análisis de sensibilidad: aumento en los costos de materia prima y disminución del precio (**Anexo 40-46**). En el anexo 47 se encuentra el impacto ambiental.

Tabla 10. Flujo de caja

Ítems	Flujo de Caja					
	0 Año	1 año	2 Año	3 Año	4 año	5 año
<i>Inversión</i>						
Capital Social	S/ 347 942,74					
Préstamos a CP y LP	S/ 438 137,20					
Total Inversión	S/ 786 079,94					
<i>Ingresos</i>						
Ventas al Contado		S/ 2 031 233,29	S/ 1 991 405,19	S/ 2 283 527,29	S/ 2 471 693,38	S/ 2 681 498,26
Total Ingresos (+)		S/ 2 031 233,29	S/ 1 991 405,19	S/ 2 283 527,29	S/ 2 471 693,38	S/ 2 681 498,26
<i>Egresos</i>						
Costos de Producción		S/ 1 688 532,02	S/ 1 729,884,77	S/ 1 779 150,11	S/ 1 839 845,14	S/ 1 896 136,15
Gastos administrativos		S/ 133 312,76	S/ 132 921,81	S/ 134 224,97	S/ 134 224,97	S/ 134 224,97
Gastos de Comercialización		S/ 50 433,90	S/ 50 286,00	S/ 50 779,00	S/ 50 779,00	S/ 50 779,00
Amortización de préstamos		S/ 43 813,72	S/ 36 637,14	S/ 28 742,91	S/ 20 059,25	S/ 10 507,23
Total egresos (-)		S/ 1 916 092,39	S/ 1 949 729,72	S/ 1 992 896,98	S/ 2 044 908,35	S/ 2 091 647,34
Saldo bruto (antes de impuestos) (=)		S/ 115 140,90	S/ 41 675,47	S/ 290 630,31	S/ 426 785,03	S/ 589 850,92
Impuesto a la Renta 30%		S/ 34 542,27	S/ 12 502,64	S/ 87 189,09	S/ 128 035,51	S/ 176 955,27
Saldo (después de impuestos)		S/ 80 598,63	S/ 29 172,83	S/ 203 441,22	S/ 298 749,52	S/ 412 895,64
Depreciación		S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77
Saldo final (FNE)	-S/ 347 942,74	S/ 129 324,40	S/ 77 898,60	S/ 252 166,99	S/ 347 475,29	S/ 461 621,41
Utilidad acumulada	-S/ 347 942,74	-S/ 218 618,34	-S/ 140 719,74	S/ 111 447,24	S/ 458 922,53	S/ 920 543,94
Corriente de liquidez neta	-S/ 347 942,74	S/ 129 324,40	S/ 77 898,60	S/ 252 166,99	S/ 347 475,29	S/ 461 621,41
Valor actualizado neto (VAN)	S/ 382 118,02					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	46,59%					
TMAR	16,57%					

Fuente: Elaboración propia

Discusiones

En el estudio de mercado, se demostró que existe una demanda insatisfecha de pallets, por ello, el proyecto se enfocó en ofrecer pallets sostenibles a empresas exportadoras del Perú, considerando que el producto está compuesto de 70% de PET, 20% de aserrín y 10% de aditivos (CaCO_3 y retardante de llama), donde se determinó una demanda de 17 247 pallets para el año 2029. Por su parte [14] ofrece pallets compuestos de 70% de PET, 20% de aserrín y 10% cobre, este metal aportó nanopartículas que evitaron que el producto se vea afectado por hongos o bacterias, ya que los pallets son empleados en el transporte de mercancías al exterior y con un ciclo de vida de 100 años. Con respecto a la proporción de aserrín, Allaf et al [20] en su investigación determina que el porcentaje óptimo que debe utilizarse en la fabricación de un compuesto WPC, es de aproximadamente 25% para balancear las propiedades mecánicas y absorción de agua. A su vez Friedrich [17], menciona que la mayor parte de los consumidores prefieren los precios de los embalajes de WPC en comparación a los que están hechos de otros materiales, debido a que los productos de este material compuesto tienen un ciclo de vida mayor y no se incurre en costos elevados de mantenimiento.

En cuanto a la localización del proyecto, esta se determinó a través de la matriz de factores ponderados, donde la disponibilidad de materia prima, vías de acceso y comunicación y disponibilidad de terrenos fueron los factores con un mayor puntaje (17,65%) en la macro localización; y para la micro localización los factores de disponibilidad de terreno y acceso a servicios públicos básicos con un 22%, siendo ideal el distrito José Leonardo Ortiz. De igual manera, Avilez y Bernal [25], indicaron que un factor importante en su macro y micro localización fue el de disponibilidad de materia prima con un 36,36% y la cercanía de la planta al mercado objetivo (42,86%) respectivamente, siendo elegido el distrito de Villa El Salvador. Caso contrario a [24], donde su planta se localizó en Ancón, debido a que se tuvo en cuenta los incentivos que otorga la municipalidad para modelos de negocio industrial, el bajo precio de los terrenos y su proximidad a dos rellenos sanitarios. Asimismo, se empleó un método de acopio de aserrín similar a Martínez et al [16], pues el aserrín se obtuvo de los principales aserraderos de Cuba. En cambio, el aserrín utilizado en el proyecto de Alvarenga et al [18] se obtuvo de un depósito de madera ubicado en la ciudad de San Lorenzo.

En el análisis económico financiero del proyecto se obtuvo un TIR y VAN de 46,59% y S/ 382 118,02 respectivamente con una tasa de retorno de 3 años y 8 meses. De igual manera, Avilez y Bernal [25] en su estudio de prefactibilidad obtuvieron un VAN de S/ 2 062 392,85 y un TIR de 45,24%. Por su parte, la investigación [21] tuvo como resultado un VAN de S/ 4 929 250 y TIR del 173,18%.

Conclusiones

El estudio de prefactibilidad de una fábrica de pallets sostenibles en Lambayeque con residuos PET y aserrín para el mercado nacional es plenamente viable en el aspecto comercial, técnico-tecnológico y económico.

Los pallets obtenidos a partir de PET y aserrín es un producto viable comercialmente, es decir que se tiene una oportunidad de tener participación en el mercado nacional, con un consumo nacional de 93 784 778 proyectado para el año 2029 y con una demanda del proyecto del 25% de 17 247 unidades de pallets para ese año.

En la viabilidad técnica se determinó que el proyecto es viable, ya que a partir de los requerimientos de materiales y plan de producción de pallets se puede cubrir con la demanda insatisfecha, con un requerimiento anual de 333 200 kg y 88 964,40 kg de PET y aserrín respectivamente. Se realizó la macro y micro localización, donde se determinó que la planta estará ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz con un área total de 618,88 m².

En cuanto al estudio económico y financiero, se determinó una inversión de S/ 786 079,94, de lo cual el 56% es financiado por un banco con una TEA de 10,97%. Además, se obtuvo un VAN de S/ 382 118,02, TIR de 46,59% y una tasa de retorno de 3 años y 8 meses, concluyendo en que el proyecto es rentable.

Recomendaciones

Investigar otras alternativas de residuos en la región Lambayeque que puedan ser empleados en la fabricación de pallets sostenibles, ya que se puede obtener madera plástica a través de diversos recursos, ya sea cascarilla de arroz, plástico (HDPE y PP) y residuos orgánicos como cáscara de plátano, cáscara de coco, café, etc. [16], por ende, se debe estudiar el potencial de estos residuos, y considerar no solo la disponibilidad de estos residuos, sino también su viabilidad técnica, impacto ambiental y costo-beneficio, asegurando la viabilidad del proyecto.

Se debe considerar realizar un análisis más profundo del mercado mundial de pallets, principalmente de la demanda y precio de venta para así poder compararlos con el mercado nacional, de manera que se tengan datos más exactos. Así como los métodos de proyección, pues la demanda del proyecto es muy cambiante, entonces se puede emplear otro programa que permita proyectar la demanda como, Wrike, Kinaxis, Forecast Pro, entre otros.

Se puede implementar el uso de energías renovables para el funcionamiento de las máquinas empleadas en el proyecto, esto con el objetivo de disminuir costos energéticos en la fábrica de pallets.

Realizar un estudio sobre la viabilidad comercial ampliada a las exportaciones a fin de evidenciar un proyecto con mayor margen de rentabilidad económica financiera.

Referencias

- [1] D. Welle, «dw.com,» 5 Junio 2018. [En línea].
- [2] Statista Research Department, «Statista,» Septiembre 2023. [En línea].
- [3] E. Solano Benavides, N. Alandete Brochero y H. Estrada López, «Residuos de madera: Impacto social, económico y ambiental,» Barranquilla, 2022.
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Registro Nacional de Municipalidades,» 2019.
- [5] «SIGERSOL,» [En línea]. Available: <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/panel>. [Último acceso: Marzo 2024].
- [6] M. Sánchez, J. Justo, A. Suarez Islas, J. Capulín Grande, J. Pacheco Trejo , L. Gonzáles de la Rosa y I. Reyes Santamaría , «Utilización de desperdicios de la industria primaria de la madera para producción de planta en vivero,» *Redalyc.org*, vol. 9, p. 8, 2023.
- [7] «Soliplast - Pallets Plásticos,» [En línea]. Available: <https://soliplast.com/pe/tipos-de-pallets-caracteristicas-y-usos-en-peru/>. [Último acceso: 8 Setiembre 2023].
- [8] «ABC PAck,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/tipos-y-caracteristicas-de-palets/>. [Último acceso: 8 Setiembre 2023].
- [9] «Mordor Intelligence,» [En línea]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/pallets-market>. [Último acceso: 8 Setiembre 2023].
- [10] «NATIONAL GEOGRAPHIC EN ESPAÑOL,» 7 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ngenespanol.com/ecologia/pet-el-mejor-aliado-del-ambiente-ecoce/>. [Último acceso: 30 Octubre 2023].
- [11] «UPALET,» [En línea]. Available: <https://upalet.com/ventajas-de-upalet-como-embalaje-de-un-solo-uso-sostenible/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20la%20proliferaci%C3%B3n%20de,Agotamiento%20de%20los%20recursos%20f%C3%B3siles..> [Último acceso: 5 Octubre 2023].
- [12] «Naciones Unidas,» [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>. [Último acceso: 25 Abril 2024].

- [13] «Noticias logística y transporte,» 2016. [En línea]. Available: <https://noticiaslogisticaytransporte.com/logistica/11/05/2016/fabricacion-de-palets-se-rige-bajo-una-normativa-iso-restrictiva/79709.html>. [Último acceso: 30 Setiembre 2023].
- [14] K. Saavedra, C. Retamal, J. Hinojosa y P. Pesante, «Pallet a escala comercial que está compuesto por un 70% de PET, 20% de aserrín y 10% cobre,» *WAS 4.0*, pp. 10-11, 2021.
- [15] M. Hussain Khan, I. Deviatkin, J. Havukainen y M. Horttanainen, «Environmental impacts of wooden, plastic, and wood-polymer composite pallet: a life cycle assessment approach,» *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 26, pp. 3-14, 2021.
- [16] Y. Martínez López, J. Benigno Paes, G. Donatian, F. Gómez Gonzáles, F. Correa Méndez y A. C. Theodoro Nantet, «Production of wood-plastic composites using cedrela odorata sawdust waste and recycled thermoplastics mixture from post-consumer products - A sustainable approach for cleaner production in Cuba,» *Revista de Producción Más Limpia*, vol. 244, 20 Enero 2020.
- [17] D. Friedrich, «Success factors of Wood-Plastic Composites (WPC) as sustainable packaging material: A cross-sector expert study,» *IChemE*, vol. 30, pp. 506-517, 2022.
- [18] G. A. Alvarenga Salinas, E. Giangreco, W. Bobadilla Torres, J. Sastoque Guerrero, C. Sánchez y M. M. Maíz Flecha, «Caracterización de material compuesto con Polietileno Tereftalato post - consumo y aserrín,» *Investigaciones y Estudios - UNA*, vol. 11, n° 2, pp. 3-7, 2020.
- [19] A. Damanik, D. Hermawan, S. Kusumah, I. Guswenrivo, D. Zulfiana, W. Kusumaningrum, L. Suryanegara, R. Ningrum y I. Hidayat, «Resistance of Chip Block Pallet from Teak Wood Particle against Decay Fungi and Subterranean Termites,» vol. 11, pp. 3-14, 2023.
- [20] R. Allaf, E. Albarahmeh y M. Futian, «Preparation of Sawdust-Filled Recycled-PET Composites via Solid-State Compounding,» *Processes*, vol. 8, pp. 3-10, 2020.
- [21] C. E. Viña Miranda, A. F. Álvarez Gorveña y J. A. Álvarez Villaroel, «Modelo ProLab: ECOPALLET Propuesta de Reciclaje de Botellas de Plástico (PETs) para Fabricación de Pallets,» Lima, 2023.
- [22] K. Siddikur Rahman, N. Islam, S. Bagchi Ratul, N. Hasan Dana, S. Musa y O. Hannan, «Properties of flat-pressed wood plastic composites as a function of particle size and mixing ratio,» *Journal of Wood Science*, 2018.
- [23] N. Defoirdt, S. Gardin, J. Bulcke y J. Van Acker, «Moisture dynamics of WPC and the impact on fungal testing,» *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 64, n° 1, pp. 65-72, 2010.

- [24] S. Arrarte Fernandez, J. L. Pérez García y M. S. Riojas Concha, «Modelo ProLab: Ecocicloplast, un proyecto eco sostenible basado en la producción de madera plástica aplicando la economía circular en Lima Norte,» Lima, 2022.
- [25] J. E. Avilez Lopez y J. H. Bernal Ruiz , «ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PLANCHAS DE MADERA PLÁSTICA PARA LA ELABORACIÓN DE MUEBLES,» Lima, 2021.
- [26] N. Caba Villalobos, T. J. Fontalvo Herrera y O. Chamorro Altahona, «Gestión de la Producción y Operaciones».
- [27] «CEUPE,» [En línea]. Available: <https://www.ceupe.com/blog/pallet.html>. [Último acceso: 2 Octubre 2023].
- [28] K. Márquez Martinez, «Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropón – Piura 2019,» 2019.
- [29] J. Pérez Padilla, «Biodegradación de tereftalato de polietileno: microorganismos, enzimas y perspectivas futuras,» 2020.
- [30] N. Serret Guasch, G. Giralt Ortega y M. Quintero Ríos, «Scielo,» 2016. [En línea]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012. [Último acceso: 10 Abril 2024].
- [31] «TRADE MAP,» [En línea]. Available: https://www.trademap.org/Product_SelCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c441520%7c%7c%7c8%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1. [Último acceso: 2024].
- [32] «World trade databases on global imports and exports,» 2024. [En línea]. Available: <https://business2.veritrade.com/es/mis-busquedas>.
- [33] SUNAT, [En línea]. Available: <http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itconsultadwh/ieITS01Alias>. [Último acceso: 29 Junio 2024].
- [34] Insitituto Nacional de Estadística e Informática, 2019. [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1756/cap05.pdf. [Último acceso: 29 Setiembre 2023].
- [35] G. Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, McGraw-Hill, 2016.
- [36] R. B. Lorenty Montalvan y P. E. Calle Brunner , «Estudio de prefactibilidad para la producción y la comercialización de productos de pallet en la ciudad de Portoviejo,» 2020.

- [37] ISO, «Palets planos para manipulación de materiales intercontinentales: principales dimensiones y tolerancias,» 2003.
- [38] «Aumenta el número de empresas exportadoras,» *Diario El Peruano*, 2024.
- [39] J. C. León Carrasco, «Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias,» Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/adex-agroindustria-concentra-el-mayor-numero-de-empresas-exp-32851>.
- [40] R. Covallino Ríos , V. Gárate Gárate , R. Medina Ormeño , C. Surco Valencia y R. Vera Redhead , «Plan de negocio: Parihuelas de madera plástica,» Lima, 2016.
- [41] Blanco, «Evaluación técnica y plan de negocios para la producción de madera plástica, formulada con PET reciclado y aserrín,» 2006.
- [42] F. Quiroz Lujan, S. Sanabria Punin, M. Sevillano Velarde , J. Thomas Esquerre y F. Iraola Rey, «Proyecto para la fabricación y venta de planchas de madera plástica en Lima Metropolitana,» Lima, 2018.
- [43] «Ministerio del Ambiente,» [En línea].
- [44] «Forbes,» 8 Julio 2024. [En línea]. Available: <https://forbes.pe/economia-y-finanzas/2024-07-08/bcrp-expectativas-de-inflacion-para-2024-2025-y-2026-se-mantienen-dentro-del-rango-meta>. [Último acceso: 2024].
- [45] «Naeco,» [En línea]. Available: <https://naeco.com/es/info/palets-madera-vs-plastico/>. [Último acceso: Abril 2024].
- [46] «Lambayeque.com,» [En línea]. Available: <https://www.lambayeque.com/departamento/clima.php>. [Último acceso: Octubre 2024].
- [47] «Clima Perú,» [En línea]. Available: <https://www.clima.com/peru/lambayeque/ferrenafe>. [Último acceso: Octubre 2024].
- [48] «Distrito.pe,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.distrito.pe/distrito-ferrenafe.html>. [Último acceso: Octubre 2024].
- [49] «Distrito.pe,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.distrito.pe/distrito-chiclayo.html>. [Último acceso: Octubre 2024].
- [50] «Plan vial provincial participativo de Lambayeque 2023-2027,» 2022.
- [51] «MECALUX Logismarket,» [En línea]. Available: <https://www.logismarket.es/blog/normas-nimf-15-ispn-15-paises>. [Último acceso: 2 Junio 2024].

- [52] El Peruano, «Normas Legales,» 2014.
- [53] SENASA, «NORMAS INTERNACIONALES PARA MEDIDAS FITOSANITARIAS,» 2006.
- [54] G. A. Aguilar Barros y G. D. Aguilar Barros, «ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ESCRITORIOS ECOLÓGICOS FÁCIL DE ENSAMBLAR ELABORADOS CON MADERA PLÁSTICA,» 2022.
- [55] A. Wu, «Carbon steel 500kg/h PET bottles hot washing line offer,» Hebei Fangtai Plastic Machinery Manufacture Co., Ltd., China, 2024.
- [56] Snow, «Triturado de aserrín,» Shandong Hongxin Machinery Co., [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_hxmachinery/. [Último acceso: Octubre 2024].
- [57] Wupeng Machinery, «Máquina mezcladora,» Zhangjiagang Wupeng Machinery Manufacturing Co., 2023. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Plastic-Powder-Mixer-Machine-Mixing-Machines-1601009390564.html?spm=a2700.7724857.0.0.1cc761dan5nfBY>. [Último acceso: Octubre 2024].
- [58] S. Cheng, «Horno-Prensadora,» Shandong Shuanghuan Machinery Co., [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_sawmills/product_Wood-Foot-Block-Making-Machine_ysyuyesusy.html. [Último acceso: Octubre 2024].
- [59] Marcos Rodriguez, «Horno de tratamiento térmico,» Hornos Shemin S.A.C., Lima, 2024.
- [60] R. R. Roses, «Sello Fitosanitario IPPC NIMF 15,» Grabador Inglés, Barcelona, 2024.
- [61] Shijiazhuang Anghua Trading Co., «Máquina cepilladora,» [En línea]. Available: https://www.alibaba.com/product-detail/Wood-Planer-Knives-Sharpener-Sharpener-Blade_1601289756132.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.282f13a0X75jIr. [Último acceso: Octubre 2024].
- [62] XTD, «Sierra Circular,» SODIMAC, [En línea]. Available: https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/articulo/126786139/SIERRA-CIRCULAR-7%C2%BC-INALAMBRICA-BRUSHLESS-CORTADORA-MADERA/126786140?exp=so_com&srsrtid=AfmBOop_mnVo_dXpCJS6q2dMAPEtURN3YXEnMDhmn6C1SOYexU8zp1zS. [Último acceso: Octubre 2024].
- [63] L. Bedomi, «Mesa de Ensamblaje de Palets,» Zhengzhou Chryso Machinery Equipment, [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Good-price-wood-pallet->

- simple-assembly-1601245386641.html?spm=a2700.7724857.0.0.3b6e6c07NdLSi0. [Último acceso: 2024].
- [64] MAHECOR, «Despuntadora Neumática Holytek HCS-18,» [En línea]. Available: <https://www.mahecor.com.pe/productos/maquinaria-para-madera/despuntadora-neumatica-holytek-hcs-18/>. [Último acceso: 2024].
- [65] Statista Research Department, «Statista,» 22 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/>. [Último acceso: 28 Octubre 2023].
- [66] E. Solano Benavides, N. Alandete Brochero y H. Estrada López, «Residuos de madera: Impacto social, económico y ambiental,» Barranquilla, 2022.
- [67] «OEC,» 2023. [En línea]. Available: <https://oec.world/es/profile/hs/sawdust-wood-waste-or-scrap>. [Último acceso: 14 Abril 2024].
- [68] «Soliplast,» [En línea]. Available: <https://soliplast.com.pe/tipos-de-pallets-caracteristicas-y-usos-en-peru/>. [Último acceso: 8 Setiembre 2023].
- [69] D. Martínez López, «Revisión de impactos en la logística de ventas asociada al comercio electrónico: Propuestas de sostenibilidad,» *UNED*, 3 Febrero 2023.
- [70] Ministerio de Economía y Finanzas, [En línea]. Available: https://www.mef.gob.pe/es/glosario-de-inversion-publica?glossarysearchmethod=2&filter_search=prefactibilidad. [Último acceso: Abril 2024].
- [71] D. de la Fuente García y I. Fernández Quesada, *Distribución en Planta*, 2005, p. 183.
- [72] J. J. Cobián De Vinatea, «Plan de manejo de residuos sólidos del proceso de producción de una empresa maderera.,» 2016.
- [73] J. Lozada, «Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria,» *CienciAmérica*, vol. 3, nº 1, 2014.
- [74] I. D. Toro Jaramillo y R. Dario Parra.2006.
- [75] P. L. López, «Población, muestra y muestreo,» p. 6.
- [76] P. Niemz, A. Teischinger y D. Sandberg, *Springer Handbook of Wood Science and Technology*, 2023.
- [77] J. Velasco Bustamante, «Aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad de la empresa MANUFACTURAS Y PROESOS INTEGRADOS E.I.R.L.,» 2017.

- [78] «Colegio de Arquitectos del Perú,» 2023. [En línea]. Available: <https://cap.org.pe/valores-unitarios/valores-unitarios-costa/>. [Último acceso: 2024].
- [79] R. Quincho, «Solo con 6 compactadoras se recoge residuos sólidos en Lambayeque,» 7 Junio 2023.
- [80] M. J. Merino Sanz y T. Pintado Blanco, Herramientas para dimensionar los mercados: la investigación cuantitativa, ESIC, 2015, pp. 89-92.
- [81] «Comercial Áviles,» 12 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.comercialaviles.com/blog/tipos-de-pallets-cuales-son-y-para-que-se-utilizan/>. [Último acceso: 29 Setiembre 2023].
- [82] «Envol vert,» 8 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://envol-vert.org/es/actualidades/2023/06/modificacion-de-la-ley-forestal-peruana-una-puerta-abierta-a-la-deforestacion/#:~:text=La%20Ley%20Forestal%20y%20de,sostenibilidad%20de%20los%20recursos%20naturales..> [Último acceso: 30 Setiembre 2023].
- [83] «SAG,» [En línea]. Available: [https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/que-es-la-nimf-ndeg-15#:~:text=Es%20la%20Norma%20Internacional%20para,incluida%20la%20madera%20de%20estiba\)..](https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/que-es-la-nimf-ndeg-15#:~:text=Es%20la%20Norma%20Internacional%20para,incluida%20la%20madera%20de%20estiba)..) [Último acceso: 30 Setiembre 2023].
- [84] «Sinia,» [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos#:~:text=La%20Ley%20202314%20se%20aplica,sociales%20y%20de%20la%20poblacion%20de%20la%20region%20de%20Ica..> [Último acceso: 30 Setiembre 2023].
- [85] «Hechos de material reciclado».
- [86] L. A. Albán Jácome, «ELABORACIÓN DE MADERA PLÁSTICA A PARTIR DE POLÍMEROS POST CONSUMO,» Ibarra, 2019.
- [87] «BUSINESS,» 1 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://revistabusiness.com.pe/2021/11/residuos-de-plastico-pet-regresaron-a-la-industria-de-envases/>. [Último acceso: 30 Octubre 2023].
- [88] «MordorIntelligence,» Setiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/polyethylene-terephthalate-market>. [Último acceso: 31 Octubre 2023].

- [89] G. E. Mogollón Maestre y L. L. Silva Doza, «Evaluación de residuos sólidos generados en la industria del aserrío y su aprovechamiento con alternativas de tecnologías limpias, Iquitos - Loreto - Perú, 2015,» 2015.
- [90] A. M. Ortiz Villalta, «EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAÑICAS DE LA MADERA PLÁSTICA ELABORADA A PARTIR DE MEZCLAS DE RESIDUOS DE ASERRÍN Y POLIETILENTEREFTALATO RECICLADO (PET RECICLADO,» 2015.
- [91] «Estudio de mercado».
- [92] «Weebly,» [En línea]. Available: <https://formulaciony analisisdeproyectos.weebly.com/estudio-teacutecnico.html>. [Último acceso: Mayo 2024].
- [93] Á. Pérez Gonzáles y J. Segundo Gallardo, «El análisis económico y financiero que has de realizar en el inicio de un proyecto».
- [94] J. C. León Carrasco, «Agraria.pe,» 16 Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/adex-agroindustria-concentra-el-mayor-numero-de-empresas-exp-32851>. [Último acceso: 3 Mayo 2024].
- [95] G. Veslázquez Mastretta, Administración de los Sistemas Productivos, Limusa Noriega , 2001.
- [96] «AulaFacil,» [En línea]. Available: https://www.aulafacil.com/cursos/organizacion/gestion-de-proyectos/localizacion-del-proyecto-119692?utm_source=aulafacil&utm_medium=redireccion-antigua. [Último acceso: Mayo 2024].
- [97] I. Cachanosky, «EFICIENCIA TÉCNICA, EFICIENCIA ECONÓMICA Y EFICIENCIA DINÁMICA,» *Europea de Economía Política*, vol. 9, nº 2, 2012.
- [98] J. J. García Rendón y J. V. Cadavid Herrera, «Análisis de los criterios de Eficiencia Económica y Calidad».
- [99] «BUSINESS EMPRESARIAL,» 30 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.busesempresarial.com.pe/en-el-peru-hace-falta-cultura-tecnica-respecto-a-temas-de-reciclaje/>. [Último acceso: 17 Junio 2024].
- [100] «Poli Santafe,» 2023. [En línea]. Available: <https://polisantafe.com.ar/precio-de-plastico-reciclado-peru/>. [Último acceso: 18 Junio 2024].
- [101] 2020.

- [102] «Universidad de centro superiores Juventus,» [En línea]. Available: <https://www.unijuventus.com/Temas/3-3-metodos-y-tecnicas-para-el-estudio-de-localizacion/>. [Último acceso: Junio 2024].
- [103] L. Krajewski y L. Ritzman, Administración de operaciones, Octava ed., 2008, p. 292.
- [104] FAO, «Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» [En línea]. Available: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC083495>. [Último acceso: Junio 2024].
- [105] [En línea]. Available: https://simple-gcp-pe.ripley.com.pe/balanza-industrial-500-kg-digital-tsc-con-plataforma-pmp00001792629?color_80=acero&sein=balanza%20industrial&s=mdco.
- [106] «DW,» Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.dw.com/es/onu-s%C3%B3lo-9-por-ciento-del-pl%C3%A1stico-usado-en-el-mundo-se-recicla/a-44077167>. [Último acceso: 12 Abril 2024].
- [107] Ministerio del Ambiente, «Envol vert,» 24 Setiembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>.
- [108] Ministerio del Ambiente, «Sinia,» 2016. [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos#:~:text=La%20Ley%2027314%20se%20aplica,sociales%20y%20de%20la%20poblaci%C3%B3n..>
- [109] M. A. Espitia Escuer y A. López Campo, «Supply Chain Management: Performance empresarial y efectos regionales,» 2005.
- [110] M. Sánchez, J. Justo, A. Suarez Islas, J. Capulín Grande, J. Pacheco Trejo , L. Gonzáles de la Rosa y I. Reyes Santamaría , «Utilización de desperdicios de la industria primaria de la madera para producción de planta en vivero,» *ICAP*, vol. 9, pp. 26-33, 2023.
- [111] «Madecoplast,» 2020. [En línea]. Available: <https://madecoplast.com/productos/lista-de-precios/>.
- [112] «gob.pe,» Noviembre 2024. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/274465-listado-de-empresas-operadoras-de-residuos-solidos-autorizadas-por-el-minam>.
- [113] «Poli Santafe,» 2023. [En línea].

Anexos

Anexo 1. Diferencias entre los pallets hechos de madera plástico-aserrín y madera natural

Características	Pallets de madera plástica	Pallets de madera natural
Producción	<ul style="list-style-type: none"> Fácil producción se puede cortar, clavar, atornillar, ensamblar y lijar 	<ul style="list-style-type: none"> Fácil producción de pallets a medida Fácil y rápido de diseñar
Peso	<ul style="list-style-type: none"> Son pesados, debido a su material resistente y alta dureza, pero de fácil manipulación 	<ul style="list-style-type: none"> Habitualmente pesados y difíciles de manipular manualmente
Ambiente, reciclaje y valor residual	<ul style="list-style-type: none"> Producto 100% ecoamigable Reducen la emisión de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> Su producción se lleva a cabo a partir de la tala de árboles. Puede revenderse como usado
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> Alta durabilidad (aprox. 20-25 años) Textura semi rugosa sin astillas 	<ul style="list-style-type: none"> Duran un máximo de 15 a 20 viajes Necesitan ser reemplazados con mayor frecuencia Con el uso, sus piezas se van aflojando y pierden astillas
Higiene	<ul style="list-style-type: none"> Inmunidad frente a hongos y plagas 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de desarrollo de hongos y bacterias
Constancia	<ul style="list-style-type: none"> Absorbe poca humedad 	<ul style="list-style-type: none"> En contacto con el agua se pueden volver pesados
Exportaciones	<ul style="list-style-type: none"> Cumple con la documentación indicada para exportaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Para determinadas exportaciones se debe documentar su tratamiento y gestionar esta documentación
Otros	<ul style="list-style-type: none"> Resistentes a rayos UV promedio Alta resistencia al fuego 	

Fuente: Elaboración propia en base a [20], [25], [45]

Anexo 2. Consumo nacional de pallets desde el año 2020-2024

Año	Consumo nacional
2020	32 000 000
2021	24 000 000
2022	48 000 000
2023	65 000 000
2024	78 000 000

Fuente: Elaboración propia. En base a INEI [34]

Anexo 3. Importaciones peruanas de la partida arancelaria 4415.20.00.00

País exportador	Cantidades				
	2020	2021	2022	2023	2024
Chile	69 818	54 829	6 270	1 200	27 219
Colombia	3 243	5 137	-	1 527	1 282
Finlandia	272	215	330	345	373
China	1 200	618 991	-	8	69
Ecuador	4 069	5 429	-	2 525	46
Italia	28	17	21	41	12
España	1 167	40	10	264	9
Estados Unidos de América	39	60	11	13	6
Alemania	102	180	274	27	1

Fuente: Elaboración propia. En base a TRADE MAP [31]

Anexo 4. Cantidad importada de pallets 2020-2024

Año	Cantidad de pallets (und)
2020	82 553
2021	65 354
2022	45 376
2023	51 670
2024	78 049

Fuente: Elaboración propia en base a [31]

Anexo 5. Proyección de la demanda insatisfecha (2025-2029)

Año	Cantidad de pallets (und)
2025	64 882
2026	65 332
2027	65 987
2028	66 979
2029	68 989

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Selección del mercado en función de los puntajes

Criterios	Ponderación	Colombia	Finlandia	China	Ecuador
Valor importado (\$)	20%	12 000	18 000	6 000	7 000
Precio de compra (\$)	10%	10	18	15	15
Participación en el mercado (%)	13%	2,1	3,1	1	16,5.
Acuerdo comercial	13%	1	1	1	1
Arancel	13%	1	1	1	1
Idioma	13%	0	0	1	1
Cercanía territorial (km)	17%	1 531	11 464	17 038	9 123
Puntaje final		2 657	5 513	4 042	2 925

Fuente: Elaboración propia. En base a TRADE MAP [31]

Anexo 7. Precio unitario de pallets 2020-2024

Año	Precio por pallet (soles)
2020	32,30
2021	80,36
2022	34,41
2023	32,69
2024	32,93

Fuente: Elaboración propia. En base a ADUANAS [33]

Anexo 8. Proyección del precio de pallets 2025-2029

Año	Precio (soles)
2025	34,45
2026	36,12
2027	38,75
2028	39,63
2029	40,91

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Factores para la macro localización

Factor	Condiciones climáticas	Población y superficie	Disponibilidad de energía	Disponibilidad de materia prima	Vías de acceso y comunicación	Disponibilidad de terreno	Total	%
Condiciones climáticas		0	0	1	1	0	2	11,76%
Población y superficie	1		0	1	0	1	3	17,65%
Disponibilidad de energía	1	0		0	1	1	3	17,65%
Disponibilidad de materia prima	1	1	0		1	0	3	17,65%
Vías de acceso y comunicación	1	1	0	0		1	3	17,65%
Disponibilidad de terreno	0	1	0	1	1		3	17,65%
Total							17	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Factores para la micro localización

Factor	Costo del terreno	Cercanía al mercado	Disponibilidad de terreno	Acceso a servicios públicos básicos	Sistema de circulación y tránsito	Disponibilidad de materia prima	Total	%
Costo del terreno		0	1	1	1	0	3	16,67%
Cercanía al mercado	0		1	0	1	0	2	11,11%
Disponibilidad de terreno	1	0		1	1	1	4	22,22%
Acceso a servicios públicos básicos	1	0	1		1	1	4	22,22%
Sistema de circulación y tránsito	1	1	1	0		0	3	16,67%
Disponibilidad de materia prima	0	0	1	1	0		2	11,11%
Total							18	100,00%

Anexo 11. Matriz de factores ponderados para la macro localización del proyecto

Factores	Valor %	Chiclayo		Ferreñafe		Lambayeque	
		C	P	C	P	C	P
Condiciones climáticas	11,76%	2	0,24	2	0,24	2	0,24
Población y superficie	17,65%	3	0,53	1	0,18	2	0,35
Disponibilidad de energía	17,65%	2	0,35	2	0,35	2	0,35
Disponibilidad de materia prima	17,65%	3	0,53	2	0,35	3	0,53
Vías de acceso y comunicación	17,65%	3	0,53	2	0,35	3	0,53
Disponibilidad de terreno	17,65%	2	0,35	2	0,35	2	0,35
Total			2,53		1,82		2,35

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Matriz de factores ponderados para la micro localización del proyecto

Factores	Valor %	José Leonardo Ortiz		Pimentel		La Victoria	
		C	P	C	P	C	P
Costo del terreno	16,67%	3	0,50	2	0,33	1	0,17
Cercanía al mercado	11,11%	3	0,33	3	0,33	2	0,22
Disponibilidad de terreno	22,22%	2	0,44	2	0,44	2	0,44
Acceso a servicios públicos básicos	22,22%	1	0,22	2	0,44	2	0,44
Sistema de circulación y tránsito	16,67%	2	0,33	2	0,33	1	0,17
Disponibilidad de materia prima	11,11%	2	0,22	1	0,11	3	0,33
Total	1		2,04		2,00		1,78

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Información de factores de macro localización

Factor	Lambayeque	Ferreñafe	Chiclayo
Condiciones climáticas	Verano: mín. 20°C y máx. 30°C Invierno: mín. 15°C y máx. 24°C [46]	Verano: mín. 22°C y máx. 32°C Invierno: mín. 17°C y máx. 26°C [47]	Verano: mín. 20,2°C y máx. 28,6°C Invierno: mín. 15,5°C y máx. 22,5°C [47]
Población y superficie	Superficie: 9 462,6 km ² Población: 323 347 habitantes [46]	Superficie: 1 578,96 km ² Población: 105 528 habitantes [48]	Superficie: 3 288,07 km ² Población: 884 083 habitantes [49]
Disponibilidad de energía	6,4 GW [46]	4 GW [48]	5,6 GW
Disponibilidad de materia prima (Tonelada/año)	En el año 2023 se registró 608,65 de Tereftalato de Polietileno [5]	En el año 2023 se registró 369,22 de Tereftalato de Polietileno [5]	En el año 2023 se registró 4 249,29 de Tereftalato de Polietileno [5]
Vías de acceso y comunicación	Carreteras principales: Panamericana Norte: Conecta Lambayeque con otras regiones del país con Lima Sur. Fernando Belaunde Terry: Conecta Lambayeque con la región amazónica. Red vial secundaria: Tiene diferentes vías departamentales que conectan a los distritos con sus zonas rurales, de manera que facilita el transporte comercial [50].	Carretera Chiclayo-Ferreñafe: Principal vía de acceso, con una distancia de conexión de 20 km entre Ferreñafe y Chiclayo. Carretera Ferreñafe-Lambayeque: Se utiliza principalmente para el transporte agrícola y comercial [48].	Carretera Panamericana Norte: Esta vía conecta por el norte a Chiclayo con Piura y Tumbes y en el Sur con Lima. Carretera a Ferreñafe y Lambayeque: Esta carretera conectan a Chiclayo [49].
Disponibilidad de terreno	Terrenos de gran extensión, por ello el precio por metro cuadrado es competitivo. Además, son terrenos cercanos a las diferentes vías de acceso que permite el transporte y logística.	Terrenos de gran extensión (lotes de aprox. 44 000 m ²) con acceso a corriente eléctrica trifásica y agua. El metro cuadrado está aproximadamente 20 dólares.	Terrenos industriales ubicados en la carretera Pimentel y cercanas al Óvalo de evitamiento, ideales para construir almacenes, fábricas y centros logísticos.

Fuente: Elaboración propia en base a [5], [46], [48], [49], [50].

Anexo 14. Información de factores de micro localización

Factor	José Leonardo Ortiz	Pimentel	La Victoria
Costo de terreno	55 dólares	Entre 50 a 100 dólares	Entre 250 a 265 dólares
Cercanía al mercado	Acceso directo a la carretera Panamericana Norte, lo cual permite el acceso directo a empresas agroexportadoras de Lambayeque, Morrope y Pomalca.	Cercanía a zonas productoras de productos asignados a la exportación. Además, está conectado a vías principales facilitando un acceso a las distintas a las empresas agroexportadoras y centros logísticos.	Cercanía a distritos agrícolas (Lambayeque, Reque y Pomalca). También, se ubica cerca de la Carretera Panamericana Norte y otras vías.
Disponibilidad de terreno	Terrenos ubicados en la Av. Leguía y Av. Lora y Lora. Estos terrenos tienen un área aproximada de 200 a 400 m ² .	Terrenos cercanos a la carretera, ubicados en La Ensenada y La Rinconada, asimismo, también terrenos situados a lo largo de carretera Pimentel.	Terrenos industriales de aproximadamente 120 m ² y más amplios de hasta 900 m ² , los cuales se cotizan en dólares.
Acceso a servicios públicos	Los terrenos se ubican en áreas urbanizadas con disponibilidad a servicios básicos (agua y energía eléctrica). Cabe mencionar que algunas zonas presentan problemas de desagüe.	Servicios básicos como, energía eléctrica, agua potable y desagüe, vigilancia y acceso vial.	Servicios básicos como energía eléctrica, agua y desagüe.
Sistemas de circulación y tránsito	Problemas de congestión vehicular, infraestructura vial deteriorada y peatonalización.	Tráfico durante el verano, esto se debe al turismo. Asimismo, se asignaron espacios peatonales y para bicicletas.	Congestionamiento en horas pico por el aumento de tráfico. Falta de semaforización y gestión del tránsito.
Disponibilidad de materia prima (Toneladas/año)	832,51 de PET en el año 2023 [5].	233,49 de PET en el año 2023 [5].	892,23 de PET en el año 2023 [5].

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Plan de Producción

Periodo	Inventario Inicial	Producción	Inventario Total	Ventas	Inventario Final
1 mes	0	2380	2380	1190	1190
2 mes	1190	2380	3570	1190	2380
3 mes	2380	1190	3570	1190	2380
Primer trimestre	0	5950		3570	
Segundo trimestre	2380	3570	5950	3570	2380
Tercer trimestre	2380	3570	5950	3570	2380
Cuarto trimestre	2380	3570	5950	3570	2380
1 año	0	16660		14280	
2 año	2380	15026	17406	15026	2380
3 año	2380	15507	17887	15507	2380
4 año	2380	16410	18790	16410	2380
5 año	2380	17247	19627	17247	2380

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Requerimiento de materiales por unidad

Materia	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
Aserrín (kg)	88 964,40	80 240,76	82 807,09	87 628,63	92 100,32
PET (kg)	349 860,00	315 553,56	325 645,85	344 606,96	362 192,25
Agua (l)	533 120,00	480 843,52	496 222,24	525 115,36	551 912,00
NaOH (kg)	2 832,20	2 554,48	2 636,18	2 789,68	2 932,03
Retardante de llama (kg)	6 271,01	5 656,09	5 836,98	6 176,85	6 492,05
Carbonato de calcio (kg)	42 316,40	38 166,95	39 387,64	41 681,03	43 808,02
Clavos (und)	966 280	871 529	899 403	951 772	1 000 341

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Cotización – Recicladora Virgen de Copacabana

COTIZACIÓN NRO: 0021 VDC-03-2025

CLIENTE: FATIMA MORALES

FECHA: Chiclayo, 17 de marzo de 2025

Estimado(a) Fátima Morales:

Agradecemos su interés en nuestros productos. Nos complace presentar la siguiente propuesta económica para la venta de botellas de plástico PET, clasificadas y compactadas.

Descripción	Cantidad	Precio unitario (S/)	Subtotal (S/)
Botellas de plástico PET	20 tn	S/ 2,300.00	S/ 46,000.00
Concepto		Importe (S/)	
Sub total		S/ 46,000.00	
IGV 18%		S/ 8,280.00	
Total General		S/ 54,280.00	

Detalles del Producto/Servicio:

- Producto: Botellas de plástico PET, clasificadas y compactadas.
- Cantidad: 20 toneladas mensuales.
- Entrega: En planta de Recicladora Virgen de Copacabana.
- Responsabilidad de carga: El cliente es responsable de la carga del material en nuestras instalaciones.
- Precio unitario: S/ 2,300.00 por tonelada (sin IGV).

Condiciones Generales:

- Orden de compra: Se emite a nombre de Recicladora Virgen de Copacabana E.I.R.L., indicando en la descripción: "Compra de Botellas de Plástico PET".
- Forma de pago: 50% de adelanto al confirmar la orden y 50% contra entrega.
- Datos de pago: Nuestros números de cuenta serán enviados al correo electrónico del cliente.
- Validez de la cotización: 15 días calendario.
- Tiempo de entrega: Inmediato, sujeto a disponibilidad de stock.

Quedamos atentos a sus comentarios y a la confirmación de la orden de compra.

Atentamente,
Recicladora Virgen de Copacabana E.I.R.L.

Recicladora Virgen De Copacabana E.I.R.L., José Leonardo Ortiz 14004

Fuente: Recicladora Virgen de Copacabana E.I.R.L.

Anexo 18. Cotización- Recicladora Ambiente Verde S.A.C.



COTIZACIÓN NRO: AV0512-02-2025

RAZÓN SOCIAL: Recicladora Ambiente Verde S.A.C.

RUC: 20611527102

CLIENTE: Fatima Morales

Chiclayo, 12 de febrero de 2025

Atendiendo a su requerimiento, le indicamos nuestra propuesta económica:

1. Detalle de la cotización:

Material	Cantidad	Unidad	Subtotal (S/.)
Botellas PET	5	tn	11,750.00
Total neto			11,750.00
IGV (18%)			2,115.00
Total a pagar			S/. 13,865.00

2. Condiciones Generales:

- Forma de pago: Contado o transferencia bancaria.
- Vigencia de la cotización: 15 días calendario.
- Entrega: Coordinación previa según disponibilidad de transporte.
- Lugar de entrega: Planta de cliente o recojo en nuestras instalaciones.
- Se emite guía de remisión y factura electrónica
- Las botellas estarán compactadas para optimizar el almacenamiento y transporte, manteniendo la integridad del material para su posterior reprocesamiento.

3. Observaciones y valor agregado:

- El precio ofertado es competitivo y se ajusta a la tendencia del mercado, que prevé incrementos para 2024-2025 debido a la creciente demanda de PET reciclado en la industria.
- Garantizamos calidad y cumplimiento en la entrega, con materiales clasificados y listos para procesamiento.
- Nuestra empresa cuenta con experiencia y reconocimiento en el sector, participando activamente en jornadas técnicas y promoviendo la economía circular.

4. Datos del contacto:

- **Teléfono:** 970512315
- **WhatsApp:** +51 970512315
- **Correo:** recicla.ramver@gmail.com
- **Dirección:** Calle Federico Villarreal Mz A lote 08 y 09 - Urbanización San Hildebrando 074, Chiclayo, Perú

Atentamente

**Ing. Fernando Calvay
Jefe comercial**

Transformamos residuos en oportunidades

Fuente: Recicladora Ambiente Verde S.A.C.

Anexo 19. Cotización- Recicladora C&M



**COTIZACIÓN NRO:
RCM03-2025**

CLIENTE: Fatima Morales de la Cruz

Chiclayo, 25 de marzo de 2025

Estimada Srta. Morales:

Atendiendo a su requerimiento, le presentamos nuestra propuesta económica para la venta de botellas PET recicladas compactadas:

Descripción	Cantidad	Subtotal (S/.)
Botellas PET recicladas compactadas (color blanco/cristal)	5 tn	11,500.00

Concepto	Importe
Subtotal	11,500.00
IGV (18%)	2,070.00
Total a pagar	S/. 13, 570.00

Descripción de la calidad del material:

- Tipo de material: PET (tereftalato de polietileno) reciclado, color blanco/cristal.
- Presentación: Compactadas en fardos para facilitar el transporte y almacenamiento.
- Pureza: Material limpio, libre de etiquetas, tapas, residuos y contaminantes.
- Aplicación: Apto para procesos de reciclaje mecánico y reprocesamiento industrial.
- Sostenibilidad: Producto 100% reciclable, contribuyendo a la economía circular y reducción del impacto ambiental.

Condiciones Comerciales

- Forma de pago: Contado o transferencia bancaria.
- Vigencia de la cotización: 15 días calendario.
- Entrega: Previa coordinación, según disponibilidad de transporte.
- Lugar de entrega: Planta del cliente o recojo en nuestras instalaciones.
- Documentación: Se emite guía de remisión y factura electrónica.

Datos de Contacto

Teléfonos: 952 268 440 | 930 487 894

Correo: recicladoracm@gmail.com

Dirección: Chacupe Alto Sector Medianero Lt 101, La Victoria, Chiclayo

Cuida el presente del planeta

Anexo 20. Asociaciones de recicladores del departamento de Lambayeque 2020-2022

Asociaciones	N° de recicladores	Recolección (kg/día)
Asociación de recicladores de Chiclayo	21	525
Asociación de recicladores de José Leonardo Ortiz	29	725
Asociación de recicladores La Victoria	14	350
Asociación de recicladores de Pimentel	6	150
Asociación de recicladores de Pomalca	6	150
Asociación de recicladores de Tumán Cc.Pp.-FLASH	21	525
Total	97	2425

Fuente: Elaboración propia. En base a SIGERSOL

Anexo 21. Cotización- Aserradero San Sebastián S.A.C.

COTIZACIÓN N° 0012

Fecha: Chiclayo, 21 de marzo de 2025

Cliente: Fatima Morales de la Cruz

Teléfono: 918100634

Producto: Aserrín

Descripción	Cantidad	Precio unitario (S/)	Subtotal (S/.)
Aserrín en sacos de 50 kg	45 sacos	12.00	540.00

Cantidad total: 2,250 kg (equivalente a 45 sacos de 50 kg cada uno)

Precio por saco (50 kg): S/ 12.00

Condiciones de la Cotización:

- **Forma de pago:** Pago al contado o según acuerdo previo entre las partes.
- **Entrega:** La entrega del producto se realizará previa coordinación con el cliente, en el lugar y fecha acordados.
- **Validez:** La presente cotización tiene una vigencia de 15 días calendario a partir de la fecha de emisión.
- **Precios:** Los precios indicados son fijos durante la vigencia de la cotización y no incluyen impuestos adicionales salvo que se especifique lo contrario.
- **Garantía:** El producto se entrega en óptimas condiciones, conforme a las especificaciones indicadas.
- **Modificaciones:** Cualquier cambio en las cantidades, especificaciones o condiciones deberá ser comunicado y aprobado por ambas partes.
- **Responsabilidades:** El cliente es responsable de la recepción y verificación del producto al momento de la entrega.

Datos de Contacto

Dirección: Tahuantinsuyo N° 2298 J.L.O, Chiclayo, Peru

Teléfono: 979 999 315

Correo: asansebastiansac@hotmail.com

Total a pagar: S/ 540.00 (Quinientos cuarenta soles con 00/100 soles)

Agradecemos su preferencia y quedamos atentos a cualquier consulta o confirmación de pedido.

Chiclayo, Perú

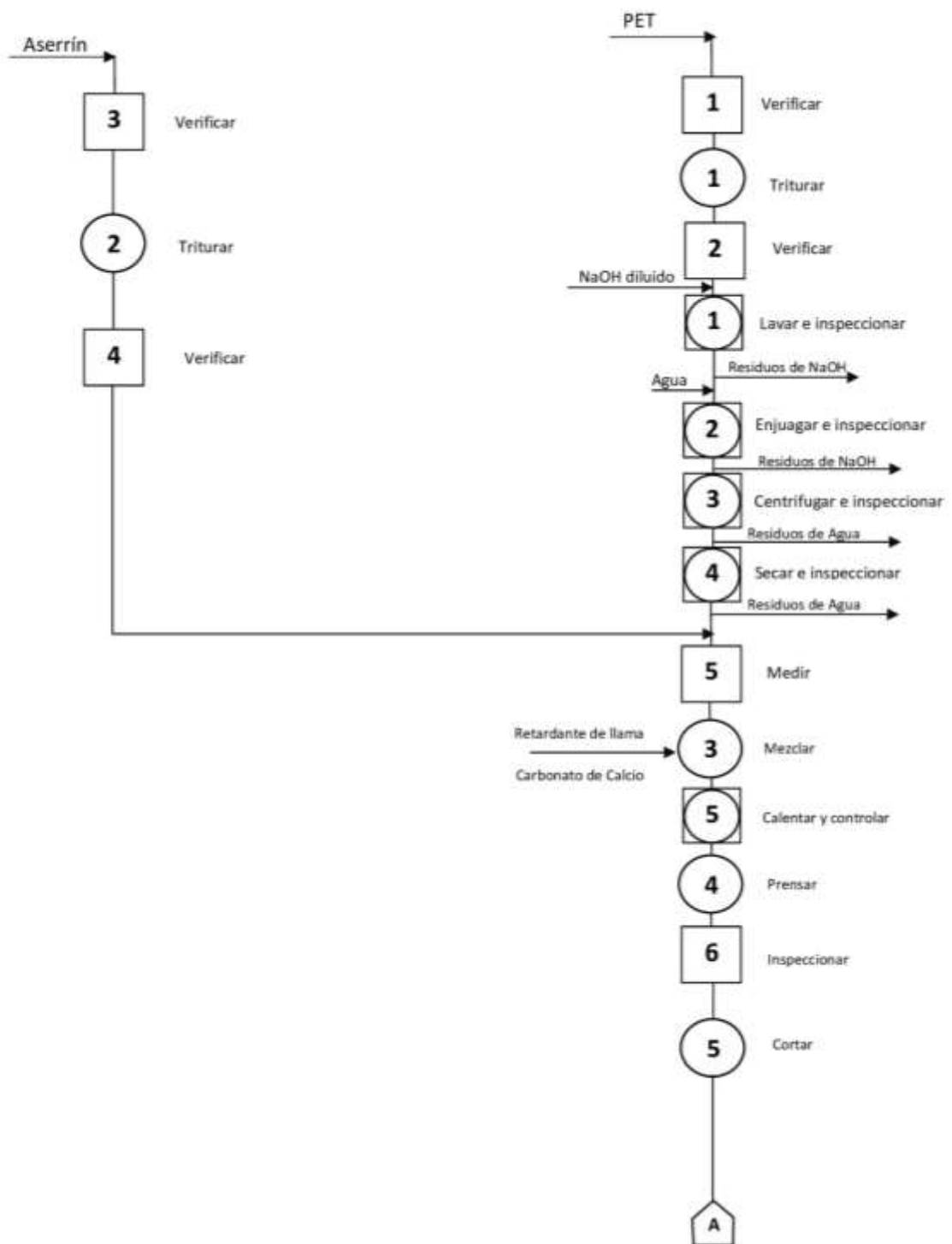
Fuente: Aserradero San Sebastián S.A.C.

Anexo 22. Control de calidad

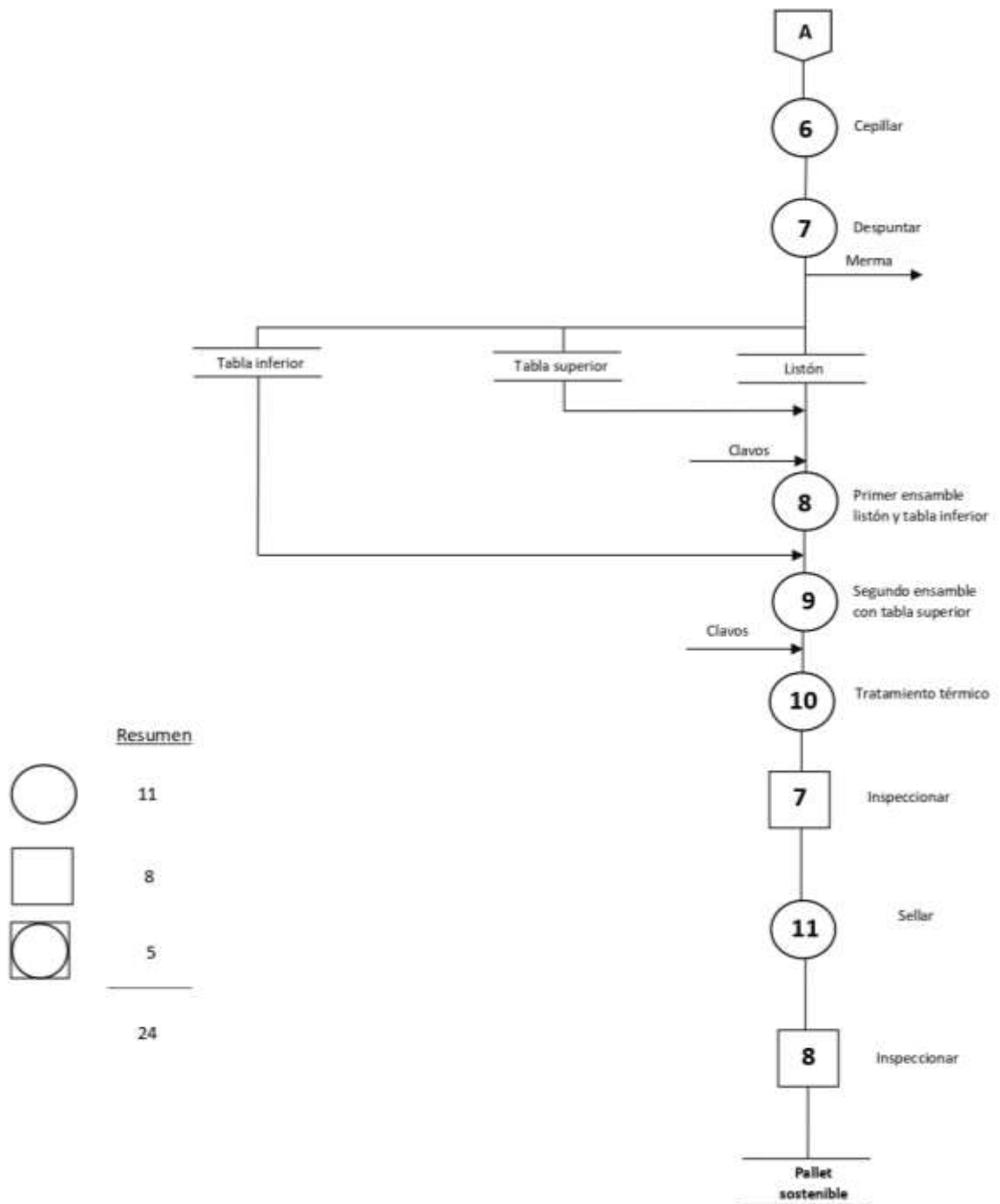
Materia prima	El PET no debe estar mezclado con otros polímeros, considerando que el PET es más transparente que otros polímeros. Caso contrario aplicar la prueba de inmersión en agua, la cual consiste en tomar una muestra de 10 mm del polímero, colocarla en agua y agitar, y se debe esperar a que el plástico se hunda para corroborar que sea el plástico que se requiere.
Insumos	La cantidad de insumos (clavos, NaOH, etc), se realizará un control cuando lleguen a la planta y se verificará sus especificaciones de acuerdo a lo solicitado. En cuanto a la verificación del NaOH, se hará mediante una solución diluida al 4% con una prueba de pH, la cual debe dar un valor de 14.
Pesar	El plástico y aserrín deben ser pesados de acuerdo a las proporciones requeridas para el mezclado.
Control Fitosanitario NIMF 15	El embalaje de madera debe pasar un Tratamiento térmico convencional (HT), el cual se trata de calentar el pallet usando vapor o cámara de secado con el fin de evitar la propagación de plagas en el intercambio de mercancías.
Sellado	Los pallets deben ser sellados, ya que de esta manera se indica que están cumpliendo con la normativa exigida (NIMF 15). Otro aspecto a tomar en cuenta es que se debe evitar los colores rojo y naranja, ya que estos se usan para identificar las mercaderías peligrosas.
Otros	Se debe cumplir con las normativas exigidas NTP-ISO 9427:2002 especifica la densidad de las parihuelas e ISO 3676 establece las unidades y dimensiones de carga apropiadas.

Fuente: Elaboración propia en base a [51], [52], [53]

Anexo 23. DOP de pallets sostenibles

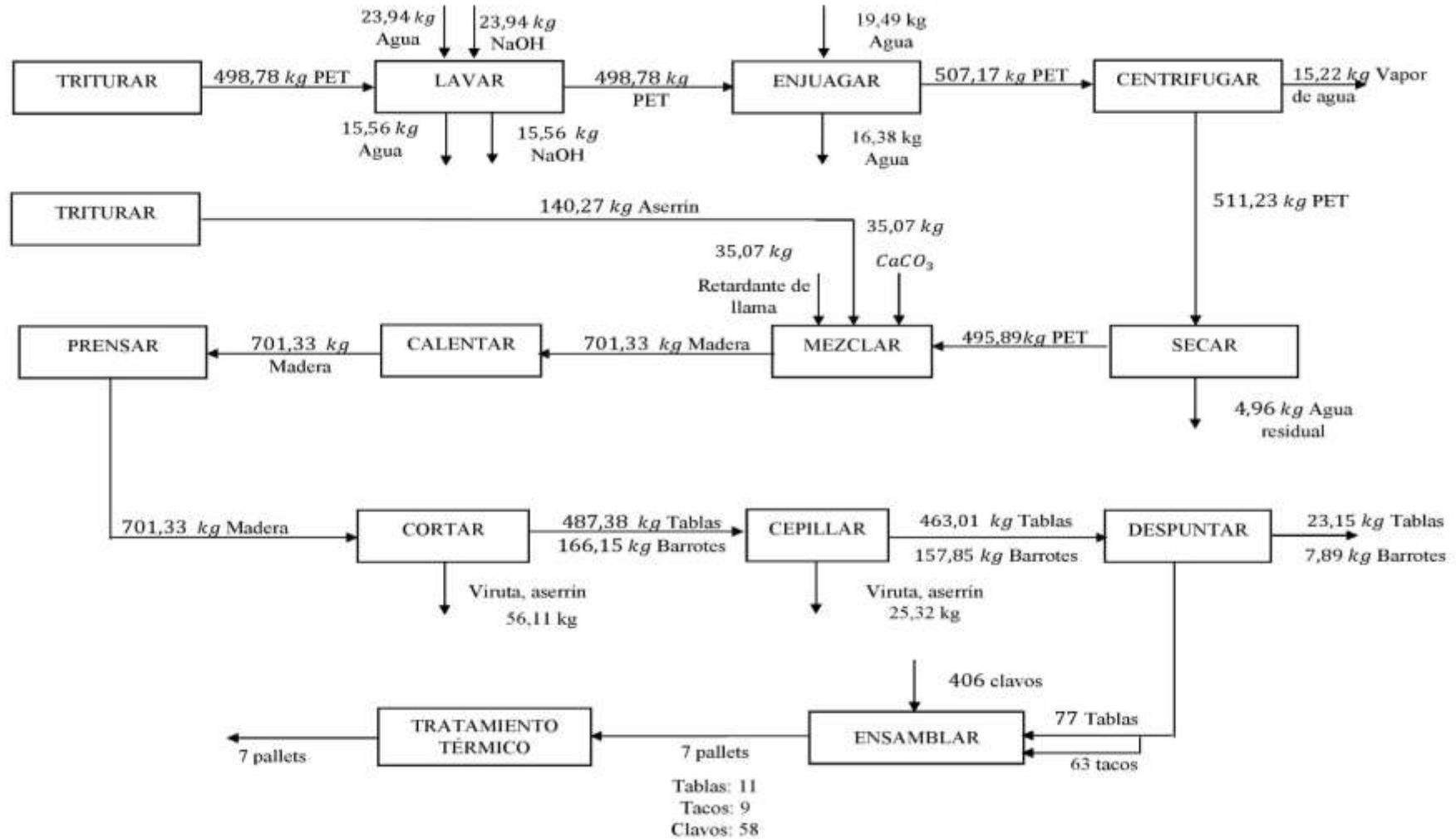


(Continuación)



Fuente: Elaboración propia en base a [54]

Anexo 24. Balance de masa



Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Selección de Máquinas y equipos

Línea de lavado de reciclaje de partículas [55]	
	Marca: Henbei Fangtai Plastic Machinery Manufacture Modelo: Film recycling washing line 300 Capacidad: 500 kg/h Área requerida: 200 m ² Potencia: 150 kW
Trituradora de aserrín [56]	
	Marca: Hongxin Modelo: 500 Capacidad: 100-300 kg/h Dimensión (m): 1,1x0,75x0,9 Potencia: 7,5 kW Peso: 150 kg
Mezcladora [57]	
	Marca: Wupeng Machinery Capacidad: 600 kg/h Dimensiones (m): 1,21x1,48x0,52 Potencia: 75 kW Peso: 4500 kg
Horno-Prensadora [58]	
	Marca: Sawmill-world Capacidad: 800 kg/h Dimensiones (m): 1,1x1,0x0,9 Potencia: 18,5 kW Peso: 1000 kg
Cámara de tratamiento térmico [59]	
	Marca: Hornos Schemin Capacidad: 56 pallets/día Dimensiones (m): 2,8x2,4x2,4 Potencia: 20 kW
Sello Fitosanitario IPPC NIMF 15 [60]	
	Tamaño del sello para la madera: 90x40 mm Potencia: 0,4 kW
Cepilladora [61]	
	Marca: Anghua Modelo: AH-1200 Velocidad: 15 000 Rpm Peso: 220 kg Voltaje: 220 V
Cortadora [62]	
	Marca: XTD Modelo: Circular-BL-24 Velocidad: 3 800 RPM Voltaje: 21V
Mesa de Ensamblaje [63]	
	Marca: ZZCHRYSO Potencia: 380 V Modelo: CRS-M6000
Despuntadora [64]	
	Marca: Holytek Modelo: HCS-18 Velocidad de sierra: 3600 RPM

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Ubicación de la planta en el distrito de José Leonardo Ortiz



Fuente: Google Maps

Anexo 27. Área de producción

Área de Producción										
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	Total (m ²)	Tipo de elemento
Línea de lavado de reciclaje de partículas de plástico	15	5,80	2,50	1	1	87,00	87,00	84,09	258,10	Estático
Trituradora de aserrín	1,10	0,75	0,90	1	1	0,83	0,83	0,80	2,40	Estático
Balanza	0,70	0,60	0,83	1	3	0,42	1,26	0,81	2,50	Móvil
Mezcladora	1,21	1,48	0,52	1	1	1,79	1,79	1,73	5,30	Estático
Moldeadora	1,10	0,395	1,05	1	1	0,43	0,43	0,42	1,30	Estático
Mesa de ensamblaje	2,25	1,20	1,90	1	2	2,70	5,40	3,91	12,00	Estático
Horno tratamiento térmico	2,80	2,40	2,40	1	1	6,72	6,72	6,50	19,90	Estático
Operarios			1,65	9		0,50				Móvil
Total									301,58	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Área de almacenamiento de materia prima

Área de Almacenamiento de Materia Prima										
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	Total (m ²)	Tipo de elemento
Fardos (PET)	4,80	0,75	6	13	1	3,60	3,60	1,90	118,40	Estático
Sacos (Aserrín)	1,80	1	3	1	1	1,80	1,80	1,00	4,60	Estático
Sacos (NaOH 25 kg)	0,60	0,30	0,35	1	1	0,20	0,20	0,10	0,50	Estático
Sacos (Retardante de llama)	2	0,20	4	1	1	0,40	0,40	0,20	1,00	Estático
Sacos (carbonato de calcio)	2	0,20	4	3	1	0,40	0,40	0,20	3,00	Estático
Operarios			1,65	1		0,50				Móvil
Total									127,40	

K: 0,423

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29. Área de almacenamiento de Producto terminado

Área de almacén de producto terminado										
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	Total (m ²)	Tipo de elemento
Apilador eléctrico	5,25	1,20	2,00	1	1	6,30	6,30	4,26	16,90	Móvil
Pallets	1,02	1,00	2,70	3	1	1,20	1,20	0,81	9,60	Estático
Operarios			1,65	2		0,50				Móvil
Total									26,49	

K: 0,338

Fuente: Elaboración propia

Anexo 30. Área administrativa

Área administrativa										
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	Total (m ²)	Tipo de elemento
Escritorio	0,75	1,40	1,50	1	1	1,05	1,05	1,65	3,80	Estático
Sillas	0,47	0,48	0,69	2	1	0,23	0,23	0,36	1,60	Estático
Estante	1,00	0,50	1,50	1	2	0,50	1,00	1,18	2,70	Estático
Tacho	0,20	0,20	0,50	1	1	0,04	0,04	0,06	0,10	Estático
Trabajadores			1,65	1		0,50				Móvil
Total									8,19	

K: 0,788

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31. Área de comercialización

Área de comercialización										
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	Total (m ²)	Tipo de elemento
Escritorio	0,75	1,40	1,50	1	1	1,05	1,05	1,74	3,80	Estático
Sillas	0,47	0,48	0,69	2	1	0,23	0,23	0,37	1,60	Estático
Estante	0,7	0,5	1,30	1	2	0,35	0,70	0,87	1,90	Estático
Tacho	0,20	0,20	0,50	1	1	0,04	0,04	0,07	0,10	Estático
Trabajadores			1,65	1		0,50				Móvil
Total									7,55	

K: 0,827

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32. Área de SSHH

Área de SSHH										
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	Total (m ²)	Tipo de elemento
Inodoro	0,70	0,90	0,60	3	1	0,63	0,63	1,69	8,80	Estático
Lavamanos	0,40	0,40	0,90	2	1	0,16	0,16	0,43	1,50	Estático
Basurero	0,20	0,20	0,35	3	1	0,04	0,04	0,11	0,60	Estático
Trabajadores			1,65	11		0,50				Móvil
Total									10,89	
K:		1,338								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 33. Detalles del estacionamiento

Estacionamiento							
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Cantidad (n)	N	Ss	Sg	Total (m ²)
Camión	4,34	2,14	1	1	9,29	9,29	18,58
Zona de montacargas	1,75	1,20	1	1	2,10	2,10	4,20
Total							22,78

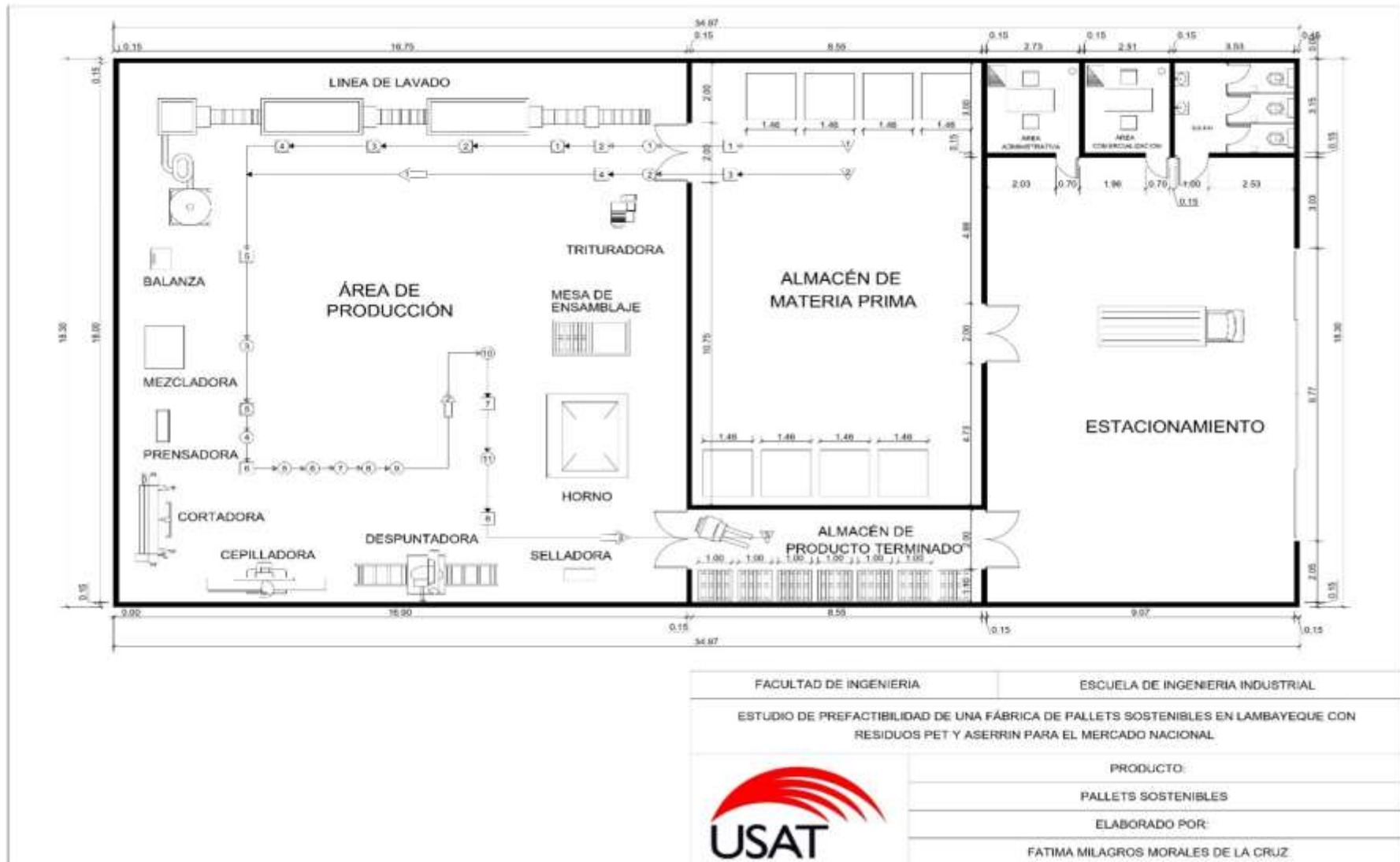
Fuente: Elaboración propia

Anexo 34. Estacionamiento

Área de circulación	Total(m ²)
Largo de espacio para maniobra norma A.010	6,5
L. Área de circulación para montacargas	3
A. del local	12
Área de maniobras	114
Área total	136,78

Fuente: Elaboración propia

Anexo 35. Plano de la planta



Fuente: Elaboración propia

Anexo 36.A. Horno tratamiento térmico



FABRICANTES E IMPORTADORES DE HORNO INDUSTRIALES, HORNO PARA EL SECADO Y CONSERVACIÓN DE ELECTRODOS Y FUNDENTES, IMPORTADORES DE EQUIPOS DE PRECISIÓN, ASESORAMIENTO E INGENIERIA ESPECIALIZADA

COTIZACION NRO: 01421_PHSSAC-2024

CLIENTE :	FATIMA MORALES	LAMBAYEQUE	FECHA : 10 Octubre 2024
ATENCION :	Fátima Morales		
HORNO PARA SECADO DE MADERA - ELCTRICO (Estructura Metálica: Acero Galvanizado)			
Detalle			PRECIO US\$
<ul style="list-style-type: none"> • CAMARA PARA SECADO DE MADERA - ELECTRICO: (Internamente en Acero Galvanizado) • CARACTERISTICAS DE LA CAMARA DE SECADO: (60 PALLETS) <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura interior de trabajo: 70°C Max. • Cantidad de Pallets de 1.2 x 1.0 mts.: 60 unidades • Dimensiones internas: (Cámara útil para el secado de la madera) <ul style="list-style-type: none"> • Altura: 2.40 mts. (hasta el falso techo) • Ancho: 2.40 mts • Profundidad: 2.80 mts • Diseño de Cámara: De acuerdo a diseño adjunto. • Material de construcción: La estructura metálica revestido con planchas galvanizada internamente y el exterior con plancha negra con acabado de pintura, según detalle del diseño y se está considerando espacios para fijar el aislamiento con Lana Mineral, en las paredes, puertas y techo de la cámara de secado. • Sistema de ventilación axial reversible (Entre el falso techo y el techo) • Sistema de Humidificación, para un perfecto equilibrio higrométrico en el interior de la cámara de secado (Entre el falso techo y el techo) • SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR AIRE CALIENTE FORZADO: EL cual permite mantener la temperatura en forma homogénea en toda la cámara interna, y consta de lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema eléctrico de aire caliente • Ventilador Centrifugo • Ductos para aire caliente limpio, aumento rápido de temperatura (Ductos revestido con aislamiento para evitar fugas de calor). • TABLERO DE CONTROL: Para control programado y automático de la temperatura °C, HR% y el sistema de humidificación en la cámara de secado: Cuenta con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Control digital programable de temperatura, que permiten accionar al sistema de calentamiento por aire forzado. • Indicadores de temperatura (para monitorear la temperatura interna hasta en 2 zonas) para garantizar que la temperatura sea homogénea en todo el horno. • Temporizador digital programable, para tiempos definidos de trabajo • Control digital programable de Humedad Relativa (%HR) • Indicadores de HR% (Humedad Relativa) hasta en 2 zonas, para garantizar que la humedad sea homogénea en el horno • Luces pilotos de trabajo y encendido. • Llaves térmicas, interruptores de seguridad de apertura de puertas. • Interruptores de encendido, Interruptores de trabajo, alarmas • Interruptores de encendido y/o apagado del sistema de numidificación • Termocuplas especiales de temperatura 			
Sub Total			US\$. (Dólares) 22,110.03
Más I.G.V. 18%			US\$. (Dólares) 4,853.42
Total General			US\$. (Dólares) 26,963.45

Av. Universitaria 920 - SMP - Lima - Perú ☎ 567-8371 RPC: 98-11-66-11-7
 ✉ ventas@hornos-schemin.com.pe www.hornos-schemin.com.pe

Fuente: Hornos Schemin S.A.C.

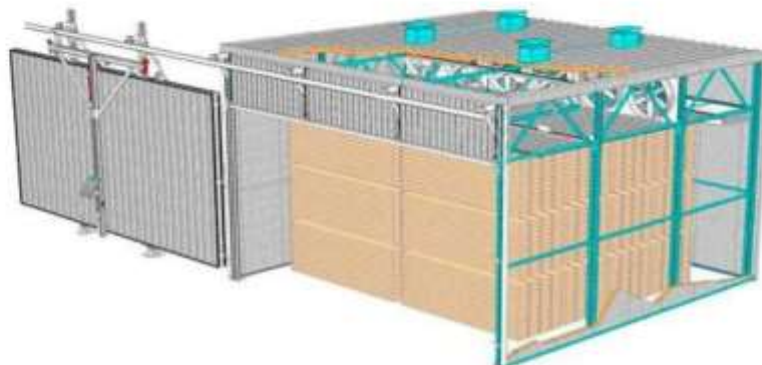
Anexo 36.B. Horno tratamiento térmico



FABRICANTES E IMPORTADORES DE HORNO INDUSTRIALES, HORNO PARA EL SECADO Y CONSERVACIÓN DE ELECTRODOS Y FUNDENTES, IMPORTADORES DE EQUIPOS DE PRECISIÓN, ASESORAMIENTO E INGENIERIA ESPECIALIZADA

DETALLE DE HORNO PARA SECADO DE MADERA (Diseño Recomendado)

- DISEÑO DE CAMARA INTERNA DE SECADO:
Con Falso Techo, en donde se ubican los sistemas de recirculación y control del calor, así como también el sistema de humidificación.



- DISEÑO APROX DE CONSTRUCCION ACABADO



Anexo 37.A. Línea de lavado de reciclaje de partículas de plástico



Hebei Fangtai Plastic Machinery Manufacture CO., LTD

河北方泰塑料机械制造有限公司

Quotation

**-----Carbon steel 500kg/h PET bottles hot
washing line offer**

To: Dear friend

Contact: Alice Wu

Cell Phone: 0086 15533290845

E-mail: alice@fangtaiplasticmachine.com

Whatsapp: +8615533290845

Fuente: Hebei Fangtai Plastic Machinery Manufacture CO.

Anexo 37.B. Línea de lavado de reciclaje de partículas de plástico

Item Components List:

S/N	Item Name	Qty	Carbon steel Unit Price(USD)	Function summary
1	Conveyor belt with magnetic roller	1set	980	Transfer the PET bottles into the PET bottles label remover
2	PET bottle Label remover	1set	2770	Removing the plastic labels of the PET bottles
3	Sorting table	1set	750	Choose the different material
4	Conveyor belt	1set	750	Transfer the pet bottles into the crusher
5	800Type thicken Crusher	1set	2650	Crushing the material into the small flakes,crushing with water can pre-washing the material;
6	Screw conveyor	1set	750	Loading the PET flakes and drain the water out from crusher
7	1st Auto cleaning tank	1set	690	Separate flakes and caps,rings and impurities
8	Screw conveyor	1set	807	Transfer the flakes into the hot washer
9	Hot washer	1set	2019	Washing the flakes with hot water and caustic soda,remove glue and grease
10	Screw conveyor	1set	807	Transfer the flakes from hot washer to the friction machine
11	High speed strong friction machine	1set	1097	High speed to remove dirty,humidity,chemical water,glue and so on,so dirty water will not goes into floating washing tank
12-13	Auto cleaning tank	2set	699*2	Floating out label,cap and dirty and wash the pet flakes further
14	Full-mesh Dryer	1set	1150	With high speed to remove water from PET flakes,and dry the flakes
15	Electric control box	1set	1732	Control the whole line
16	Automatic sharpener	1set	750	Sharp the crusher blades automatic
CIF Price:19100USD				

Fuente: Hebei Fangtai Plastic Machinery Manufacture CO.

Anexo 37.C. Línea de lavado de reciclaje de partículas de plástico




Delivery Clause	FOB, CFR, CIF, EXW, Express Delivery
Payment Currency	USD
Payment Terms	30% deposit by T/T and 70% payment before the delivery by T/T L/C, MoneyGram, Credit Card, PayPal, Western Union, Cash Escrow, Other payments are negotiable

Fuente: Hebei Fangtai Plastic Machinery Manufacture CO.

Anexo 38. Gastos financieros

Gastos Financieros						
	Pre Operativo	2025	2026	2027	2028	2029
Préstamo a largo plazo	438 137,20	366 371,43	287 429,08	200 592,50	105 072,26	0,00
Intereses		43 813,72	36 637,14	28 742,91	20 059,25	10 507,23
Amortizaciones		71 765,77	78 942,35	86 836,58	43 813,72	43 813,72
Gastos financieros (Pagos)		S/ 115 579,49	S/ 115 579,49	S/ 115 579,49	S/ 63 872,97	S/ 54 320,95

Fuente: Elaboración propia

Anexo 39. Punto de equilibrio

Año	2025	2026	2027	2028	2029
<u>Costos de Producción</u>					
Materiales Directos	931 576,18	980 675,34	1 012 040,08	1 070 967,30	1 125 618,76
Mano de Obra Directa	190 260,00	190 260,00	190 260,00	190 260,00	190 260,00
Gastos Generales de Fabricación	525 030,12	525 030,12	525 030,12	525 030,12	525 030,12
Costo Variable Total	1 646 866,30	1 695 965,46	1 727 330,20	1 786 257,42	1 840 908,88
<u>Gastos de Operaciones</u>					
Gastos Administrativos	130 315,50	130 315,50	130 315,50	130 315,50	130 315,50
Gastos de Comercialización	49 300,00	49 300,00	49 300,00	49 300,00	49 300,00
Gastos Financieros	115 579,49	115 579,49	115 579,49	63 872,97	54 320,95
Costo Fijo Total	295 194,99	295 194,99	295 194,99	243 488,47	233 936,45
Costos Totales	1 942 061,29	1 991 160,45	2 022 525,19	2 029 745,89	2 074 845,33
Ingresos Totales	457 316,18	1 991 405,19	2 283 527,29	2 471 693,38	2 681 498,26
Punto de Equilibrio (económico)	S/ 5 641 274,95	S/ 1 989 755,53	S/ 1 211 954,95	S/ 878 023,43	S/ 746 262,32
Punto de Equilibrio (unidades)	46 337	15 014	8 230	5 829	4 800

Fuente: Elaboración propia

Anexo 40. Análisis de sensibilidad: Aumento de los costos de Materia Prima Directa

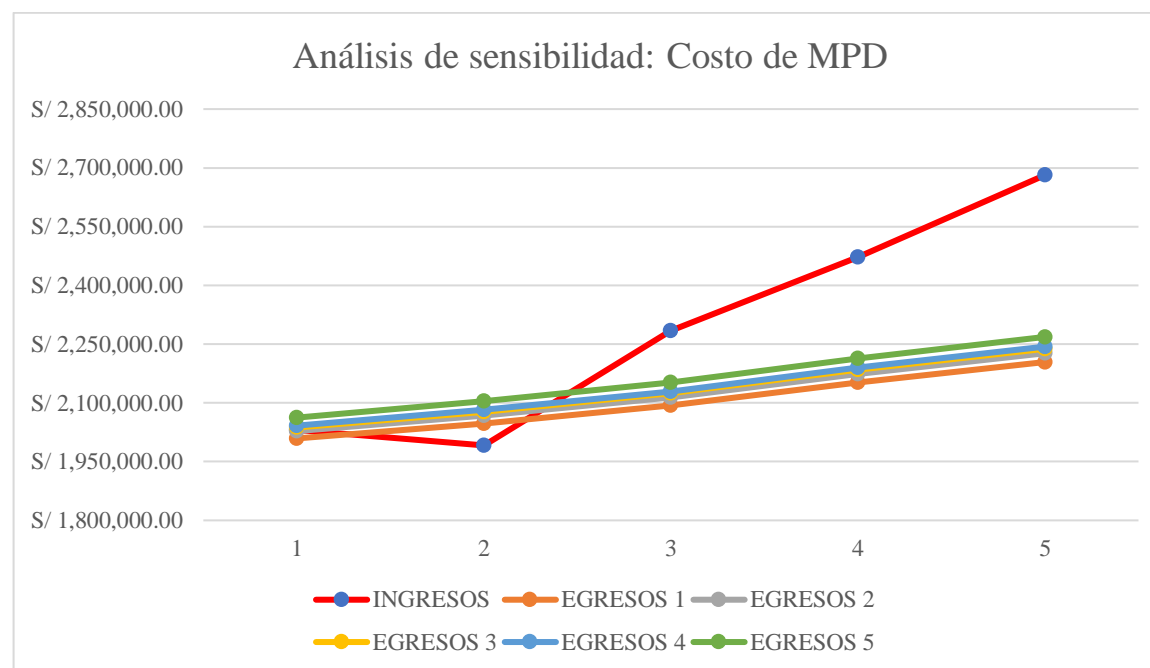
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		S/ 2 031 233,29	S/ 1 991 405,19	S/ 2 283 527,29	S/ 2 471 693,38	S/ 2 681 498,26
Costo de MPD		S/ 931 576,18	S/ 980 675,34	S/ 1 012 040,08	S/ 1 070 967,30	S/ 1 125 618,76
10,0%		1 024 733,80	1 078 742,87	1 113 244,09	1 178 064,03	1 238 180,64
12,0%		1 043 365,32	1 098 356,38	1 133 484,89	1 199 483,37	1 260 693,02
13,0%		1 052 681,08	1 108 163,13	1 143 605,29	1 210 193,04	1 271 949,20
13,5%		1 057 338,96	1 113 066,51	1 148 665,49	1 215 547,88	1 277 577,30
15,7%		1 077 833,64	1 134 641,37	1 170 930,37	1 239 109,16	1 302 340,91
Otros Costos Prod.		S/ 756 955,84	S/ 749 209,43	S/ 767 110,03	S/ 768 877,84	S/ 770 517,39
Gastos de Operación		S/ 227 560,38	S/ 219 844,95	S/ 213 746,87	S/ 205 063,22	S/ 195 511,19
Egresos 1		S/ 2 009 250,01	S/ 2 047 797,26	S/ 2 094 100,99	S/ 2 152 005,08	S/ 2 204 209,22
Egresos 2		S/ 2 027 881,53	S/ 2 067 410,76	S/ 2 114 341,79	S/ 2 173 424,43	S/ 2 226 721,59
Egresos 3		S/ 2 037 197,30	S/ 2 077 217,52	S/ 2 124 462,19	S/ 2 184 134,10	S/ 2 237 977,78
Egresos 4		S/ 2 041 855,18	S/ 2 082 120,89	S/ 2 129 522,39	S/ 2 189 488,94	S/ 2 243 605,87
Egresos 5		S/ 2 062 349,85	S/ 2 103 695,75	S/ 2 151 787,27	S/ 2 213 050,22	S/ 2 268 369,49
Egresos		S/ 1 916 092,39	S/ 1 949 729,72	S/ 1 992 896,98	S/ 2 044 908,35	S/ 2 091 647,34
Saldo		S/ 115 140,90	S/ 41 675,47	S/ 290 630,31	S/ 426 785,03	S/ 589 850,92
Saldo 1		S/ 21 983,28	-S/ 56 392,07	S/ 189 426,30	S/ 319 688,30	S/ 477 289,04
Saldo 2		S/ 3 351,76	-S/ 76 005,57	S/ 169 185,50	S/ 298 268,96	S/ 454 776,66
Saldo 3		-S/ 5 964,00	-S/ 85 812,33	S/ 159 065,10	S/ 287 559,28	S/ 443 520,48
Saldo 4		-S/ 10 621,88	-S/ 90 715,70	S/ 154 004,90	S/ 282 204,45	S/ 437 892,38
Saldo 5		-S/ 31 116,56	-S/ 112 290,56	S/ 131 740,02	S/ 258 643,17	S/ 413 128,77
Impuestos 1		S/ 6 594,98	S/ 0,00	S/ 56 827,89	S/ 95 906,49	S/ 143 186,71
Impuestos 2		S/ 1 005,53	S/ 0,00	S/ 50 755,65	S/ 89 480,69	S/ 136 433,00
Impuestos 3		S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 47 719,53	S/ 86 267,78	S/ 133 056,14
Impuestos 4		S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 46 201,47	S/ 84 661,33	S/ 131 367,71
Impuestos 5		S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 39 522,01	S/ 77 592,95	S/ 123 938,63
Depreciación		S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77

Fuente: elaboración propia

Anexo 41. Saldo Final (FNE) del Análisis de sensibilidad de la disminución del precio de la materia prima directa

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FNE	-S/ 347 942,74	S/ 129 324,40	S/ 77 898,60	S/ 252 166,99	S/ 347 475,29	S/ 461 621,41
FNE 1	-S/ 347 942,74	S/ 64 114,07	-S/ 7 666,30	S/ 181 324,18	S/ 272 507,58	S/ 382 828,10
FNE 2	-S/ 347 942,74	S/ 51 072,00	-S/ 27 279,81	S/ 167 155,62	S/ 257 514,04	S/ 367 069,43
FNE 3	-S/ 347 942,74	S/ 42 761,77	-S/ 37 086,56	S/ 160 071,34	S/ 250 017,27	S/ 359 190,10
FNE 4	-S/ 347 942,74	S/ 38 103,88	-S/ 41 989,94	S/ 156 529,20	S/ 246 268,88	S/ 355 250,44
FNE 5	-S/ 347 942,74	S/ 17 609,21	-S/ 63 564,79	S/ 140 943,78	S/ 229 775,99	S/ 337 915,91

Fuente: Elaboración propia

Anexo 42. Gráfico de análisis de sensibilidad: Costo de MPD

Fuente: Elaboración propia

Anexo 43. TIR del Análisis de sensibilidad (Costo MPD)

TIR	Precio MPD	46,59%
TIR 1	10%	27,68%
TIR 2	12%	23,75%
TIR 3	13%	21,65%
TIR 4	13,5%	20,57%
TIR 5	15.7%	15,85%

Resultado: El proyecto resultaría no rentable, si el costo de materia prima directa aumente más de un 15,7%

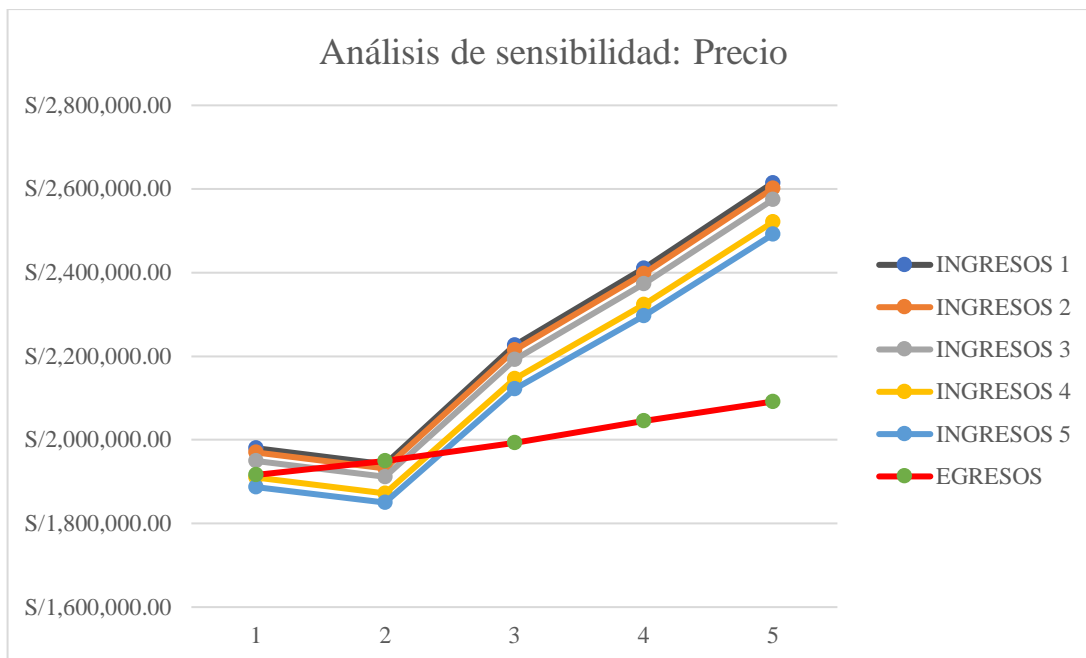
Fuente: Elaboración propia

Anexo 44. Análisis de sensibilidad – Aumento del Precio de los pallets

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		S/ 2 031 233,29	S/ 1 991 405,19	S/ 2 283 527,29	S/ 2 471 693,38	S/ 2 681 498,26
-2,5%		S/1 980 452,46	S/1 941 620,06	S/2 226 439,11	S/2 409 901,05	S/2 614 460,80
-3,0%		S/1 970 296,29	S/1 931 663,03	S/2 215 021,47	S/2 397 542,58	S/2 601 053,31
-4,0%		S/1 949 983,96	S/1 911 748,98	S/2 192 186,20	S/2 372 825,65	S/2 574 238,33
-6,0%		S/1 909 359,29	S/1 871 920,88	S/2 146 515,65	S/2 323 391,78	S/2 520 608,36
-7,1%		S/1 887 015,73	S/1 850 015,42	S/2 121 396,85	S/2 296 203,15	S/2 491 111,88
Egresos		S/ 1 916 092,39	S/ 1 949 729,72	S/ 1 992 896,98	S/ 2 044 908,35	S/ 2 091 647,34
Saldo		S/ 115 140,90	S/ 41 675,47	S/ 290 630,31	S/ 426 785,03	S/ 589 850,92
Saldo 1		64 360,07	-8 109,66	233 542,13	364 992,70	522 813,46
Saldo 2		54 203,90	-18 066,69	222 124,49	352 634,23	509 405,97
Saldo 3		33 891,57	-37 980,74	199 289,22	327 917,30	482 590,99
Saldo 4		-6 733,10	-77 808,85	153 618,67	278 483,43	428 961,02
Saldo 5		-29 076,66	-99 714,30	128 499,87	251 294,80	399 464,54
Impuestos 1		19 308,02	0,00	70 062,64	109 497,81	156 844,04
Impuestos 2		16 261,17	0,00	66 637,35	105 790,27	152 821,79
Impuestos 3		10 167,47	0,00	59 786,77	98 375,19	144 777,30
Impuestos 4		0,00	0,00	46 085,60	83 545,03	128 688,31
Impuestos 5		0,00	0,00	38 549,96	75 388,44	119 839,36
Depreciación		S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77	S/ 48 725,77
FNE	-S/ 347 942,74	S/ 129 324,40	S/ 77 898,60	S/ 252 166,99	S/ 347 475,29	S/ 461 621,41
FNE 1	-347 942,74	93 777,82	40 616,11	212 205,26	304 220,66	414 695,19
FNE 2	-347 942,74	86 668,50	30 659,08	204 212,91	295 569,73	405 309,95
FNE 3	-347 942,74	72 449,87	10 745,03	188 228,22	278 267,88	386 539,46
FNE 4	-347 942,74	41 992,67	-29 083,08	156 258,84	243 664,17	348 998,48
FNE 5	-347 942,74	19 649,11	-50 988,53	138 675,68	224 632,13	328 350,95

Fuente: Elaboración propia

Anexo 45. Gráfico de Análisis de Sensibilidad: Precio del producto



Fuente: Elaboración propia

Anexo 46. TIR del Análisis de precio

TIR	Precio MPD	46,59%
TIR 1	-2,5%	36,64%
TIR 2	-3,0%	34,47%
TIR 3	-4,0%	30,14%
TIR 4	-6,0%	21,29%
TIR 5	-7,1%	16,03%

Resultado: El proyecto resultaría no rentable, si el precio de venta disminuye de 7,1% a más.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 47. Impacto ambiental

Etapa	Salida	Impacto ambiental	Medidas correctivas	Adicionalmente
Verificar	Chapas	Acumulación de residuos sólidos	Trituración y paletización para reincorporarse en el proceso	Controlar y minimizar emisiones, consumo energético y residuos.
	Etiquetas	Acumulación de residuos sólidos	Reciclaje	Capacitar en segregación y reducción de residuos
Triturar	Micro plásticos	Generación de polvo	Filtro para capturar polvo y micro plásticos	Monitoreo de polvo ambiental
Lavar	Agua con residuos	Contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de tratamiento de aguas residuales Recirculación del agua 	Monitoreo regular de la calidad del agua tratada
Enjuagar	Agua con residuos	Contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de tratamiento del agua residual Reutilizar el agua para la etapa de lavado 	Optimizar el consumo del agua
Centrifugar	Agua con residuos	Contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentación para separar sólidos Tratamiento de agua residual 	Controlar la eficiencia de la centrifugadora
Secar	Agua con residuos	Consumo energético	<ul style="list-style-type: none"> Optimización energética 	Evaluar eficiencia energética
Prensar	Ruido	Contaminación sonora	<ul style="list-style-type: none"> Uso de protectores auriculares Encapsulamiento de la prensa 	Monitorear la calidad del aire en el área de prensado
Cortar	Viruta y aserrín	Generación de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> Recolectar viruta y aserrín para reincorporar al proceso 	Uso de aspiradoras industriales
Lijar	Impurezas (Aserrín)	Contaminación por emisión de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> Se reciclan e ingresan de nuevo al proceso 	Mantener los equipos de lijado en buen estado para minimizar la generación de polvo
	Polvo	Contaminación del aire	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de extracción y filtración de polvo Equipos de protección respiratoria 	
	Ruido	Contaminación sonora	<ul style="list-style-type: none"> Protectores auriculares 	
Cepillar	Viruta fina	Residuos sólidos	Triturar y reincorporar al proceso	Mantener equipo y filtros
Despuntar	Recortes de madera	Residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> Recolección y reciclaje de recortes 	Minimizar recortes mediante optimización

Fuente: Elaboración propia