

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



**DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE ENVASES TETRA  
PAK RESIDUALES PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN  
LA REGIÓN LAMBAYEQUE**

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

**AUTOR**

**KARINA VICTORIA SEVERINO HERNANDEZ**

**ASESOR**

**ANNIE MARIELLA VIDARTE LLAJA**

**<https://orcid.org/0000-0002-8948-2899>**

**Chiclayo, 2021**

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE ENVASES  
TETRA PAK RESIDUALES PARA REDUCIR EL IMPACTO  
AMBIENTAL EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:

**KARINA VICTORIA SEVERINO HERNANDEZ**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR:

Diana Peche Cieza

PRESIDENTE

Edith Anabelle Zegarra Gonzalez

SECRETARIO

Annie Mariella Vidarte Llaja

VOCAL

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>I. Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>II. Marco teórico.....</b>	<b>9</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>9</b>
<b>Bases teóricas .....</b>	<b>10</b>
<b>III. Metodología.....</b>	<b>11</b>
<b>IV. Resultados.....</b>	<b>12</b>
<b>V. Discusiones.....</b>	<b>23</b>
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>24</b>
<b>VII. Recomendaciones .....</b>	<b>25</b>
<b>VIII. Referencias .....</b>	<b>26</b>
<b>IX. Anexos .....</b>	<b>28</b>

## **Lista de Tablas**

Tabla 1. Cuantificación del impacto ambiental de los envases de tetra pak residuales .....	12
Tabla 2. Unidades de tablero aglomerados a partir de los envases de tetra pak de la región Lambayeque- Qali Warma durante el periodo 2016-2020.....	13
Tabla 3. Dimensiones del tablero aglomerado a partir del envase de tetra pak .....	13
Tabla 4. Demanda proyectada por volumen (m3) de tableros aglomerados convencionales en el período del 2022 al 2026.....	14
Tabla 5. Oferta proyectada por volumen (m3) de tableros aglomerados en el período del 2022 al 2026.....	14
Tabla 6. Demanda del proyecto de tableros aglomerados.....	14
Tabla 7. Plan de ventas para el período 2022-2026 .....	15
Tabla 8. Capacidad de la planta.....	16
Tabla 9. Plan de producción.....	16
Tabla 10. Total de áreas de la planta de producción de tableros aglomerados .....	20
Tabla 11. Reducción del impacto ambiental .....	22
Tabla 12. Inversión general.....	22
Tabla 13. Punto de equilibrio económico y en unidades.....	23

## **Lista de Figuras**

Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso productivo .....	18
--	----

## Lista de Anexos

Anexo 1. Generación total de residuos de tetra pak que reparte el PNQW en la región Lambayeque en el año 2019.....	28
Anexo 2. Matriz Conesa para la identificación de impacto ambientales situación actual .....	29
Anexo 3. Huella de carbono por unidad de envase tetra brik.....	30
Anexo 4. Demanda histórica por volumen (m3) de tableros aglomerados convencionales en el período del 2016 al 2019.....	30
Anexo 5. Generación total de residuos del envase de tetra pak en la región Lambayeque por parte del PNQW en el período del 2016 al 2020.....	30
Anexo 6. Precio del tablero aglomerado proyectado .....	31
Anexo 7. Factores de ponderación para la micro localización.....	31
Anexo 8. Resultados de los factores de ponderación .....	31
Anexo 9. Requerimiento de materiales directos.....	32
Anexo 10. Cálculo del tiempo de ciclo de cada etapa del proceso .....	32
Anexo 11. Estaciones de trabajo del proceso productivo.....	32
Anexo 12. Plano de la planta de producción de tableros aglomerados .....	33
Anexo 13. Personal que se requerirá para la planta .....	34
Anexo 14. Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles laborales (IPERC) de la planta de producción de tableros aglomerados.....	35
Anexo 15. Mapa de riesgos de la planta de producción de tableros aglomerados .....	41
Anexo 16. Matriz Conesa para la identificación de impacto ambientales situación propuesta	42
Anexo 17. Matriz Conesa temporal de impactos ambientales .....	44
Anexo 18. Capital de trabajo.....	46
Anexo 19. Flujo de caja.....	47

### Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general diseñar una planta de reciclaje de envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma región Lambayeque, para la reducción del impacto ambiental. Para ello se consideraron cinco objetivos específicos. Primero, diagnosticar la situación actual de los de envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque; en este se determinó la relación de envases residuales necesarios para obtener un tablero aglomerado y el impacto ambiental que estos generan mediante un simulador. Segundo, determinar la oferta y demanda de los tableros aglomerados; para su posterior proyección. Tercero, realizar el diseño de la planta de producción de tableros aglomerados; con ello se obtuvo la ubicación y el cálculo del área de la planta mediante los métodos de factores de ponderación y Guerchet respectivamente. Cuarto, determinar la reducción del impacto ambiental generado por los envases antes mencionados; este se determinó considerando el porcentaje de envases que se emplearían en la planta. En el aspecto ambiental se logró cuantificar el impacto ambiental generado por la disposición final de los envases en mención, representando en el año 2020; 165 184 650 g CO<sub>2</sub>e, los cuales de ser empleados en la planta reducirían este valor en 72,5 %. Por último, realizar una evaluación económico - financiera de la propuesta; obteniendo un VAN de S/ 2 076 824,01, un TIR del 33,8% y un costo beneficio de S/ 1,64.

**Palabras claves:** Envases de Tetra pak, Programa Nacional Qali Warma, impacto ambiental.

### **Abstract**

The present research work has the general objective of designing a recycling plant for residual tetra pak containers of the National Program Qali Warma in the Lambayeque region, for the reduction of environmental impact. For this, five specific objectives were considered. First, diagnose the current situation of the residual tetra pak containers of the National Program Qali Warma in the Lambayeque region; In this, the ratio of residual containers necessary to obtain a chipboard was determined and the environmental impact that these generate through a simulator. Second, determine the supply and demand of chipboards; for later projection. Third, carry out the design of the chipboard production plant; With this, the location and the calculation of the plant area were obtained using the weighting factor and Guerchet methods respectively. Fourth, determine the reduction of the environmental impact generated by the aforementioned containers; This was determined considering the percentage of containers that would be used in the plant. In the environmental aspect, it was possible to quantify the environmental impact generated by the final disposal of the containers in question, representing in 2020; 165 184 650 g CO<sub>2e</sub>, which if used in the plant would reduce this value by 72,5%. Finally, carry out an economic - financial evaluation of the proposal; obtaining a VAN of S/ 2 076 824,01, an TIR of 33,8% and a cost benefit of S/ 1,64.

**Keywords:** Tetra pak packaging, Nacional Program Qali Warma, environmental impact.

## I. Introducción

A nivel mundial, un fuerte problema que aqueja a la sociedad es el crear una cultura de reutilización de los residuos. Esto no es para menos, pues si se toma en cuenta la cantidad mundial de desechos sólidos emitidos son de aproximadamente 50 000 000 toneladas que se desechan mensualmente, de esta cantidad solo el 25 % son nuevamente utilizados. Con esto se está evidenciando un alto porcentaje de desechos que no son aprovechados de ninguna forma, y pasan a formar parte de una simple estadística mundial. Para ser específicos, de esta cantidad mundial de desechos, existe una cantidad no despreciable de envases tetra pak; en el año 2017 se tuvo una cantidad anual de envases producidos de 980 500 toneladas de este producto, de los cuales solo el 12 % fueron reciclados. [1]

En el Perú los envases bebibles de tetra pak son productos altamente comercializados, lo que trae como consecuencia un alto índice de envases desechados. Se calcula que el mercado peruano genera alrededor de 6 200 toneladas mensuales de envases tetra pak, según estimaciones de la propia empresa, de una de sus filiales en Perú. [2] No es aceptable que siendo Perú un país en vías de desarrollo económico y tecnológico a nivel Latinoamérica, recién se esté promoviendo iniciativas de segregación para este tipo de envase, que es consumido en exorbitantes cantidades. [3]

El Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, a través del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma para el año 2019, ha destinado la entrega de raciones a 3 829 657 estudiantes de los niveles inicial, primaria y secundaria; representando 63 271 instituciones públicas beneficiarias en todo el país. [4] En la región Lambayeque, el mencionado programa de alimentación para el mismo año, brindó el servicio en la modalidad de raciones a alrededor de 55 310 usuarios, de los cuales representan 189 instituciones educativas públicas, a quienes se hace entrega de alimentos saludables y nutritivos, con la finalidad de poder contribuir a su formación académica. [5] Cabe resaltar que uno de los principales alimentos industrializados que reparte el Programa en su modalidad de raciones, consisten en bebibles de tetra pak, representando en unidades de masa cerca de 1 800 toneladas de este envase a nivel nacional, de esta cantidad solo el 11 % corresponde a lo repartido a la región Lambayeque. [6] El tipo de tetra pak que reparte el programa para raciones específicamente es el tetra brik, representando un peso de 0,025 Kg. El bebibible, una vez consumido es desechado al basurero más cercano, generando un impacto negativo por el desecho de este residuo sólido. [7]

Según lo descrito anteriormente, surge la interrogante ¿Es viable la propuesta de una planta de reciclaje para envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma región Lambayeque para la reducción del impacto ambiental?

Para el desarrollo de esta investigación se tiene como objetivo general, diseñar una planta de reciclaje para envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma región Lambayeque para la reducción del impacto ambiental, para lo cual se plantean los siguientes objetivos específicos, diagnosticar la situación actual de los envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque, determinar la oferta y demanda de los tableros aglomerados a partir de envases de tetra pak, realizar el diseño de la planta de producción de tableros aglomerados, determinar la reducción del impacto ambiental generado por los envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque y por último, realizar una evaluación económica - financiera de la propuesta.



La investigación como propuesta, busca contribuir a la reducción del impacto ambiental que estos residuos sólidos específicamente los envases de tetra pak generan. Así mismo, la propuesta en el aspecto social, pretende mejorar el entorno de las personas que se ven afectadas directamente por la acumulación de estos envases; causados por la falta de manejo de estos residuos sólidos.

## II. Marco teórico

### Antecedentes

Karaboyaci *et al.* [8], en el artículo **“Process design for the recycling of Tetra Pak components”**, tuvo como objetivo el diseño de procesos para el reciclaje de los componentes del tetra pak. Por ello se inició con la identificación de las distintas capas que conforman las cajas de cartón de las bebidas, para luego pasar a la separación de los componentes identificados. Por último, se somete a cada componente a un proceso de reutilización. Los resultados muestran que de cada componente que conforman este tipo de envase aséptico se podrá obtener distintos materiales, los cuales podrían ser empleados como materia prima de distintos productos; como lo es la elaboración de tableros aglomerados. Además de señalar que cada uno de estos envases tarda aproximadamente 150 años en degradarse, el cual de ser reutilizado podría fácilmente ser empleado como material de construcción.

Da Silva *et al.* [9], en el artículo **“Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak em coberturas”**, tuvo como objetivo evaluar la reutilización de envases de tetra pak como revestimiento de tejados. Se desarrolló en tres pasos: Primero, se realizaron los modelos físicos de seis tejados hechos de la madera sintética a partir de los envases de tetra pak; con dimensiones reales de un edificio comercial típico para la creación de pollo de engorde, los cuales se encontraban instalados sobre una superficie plana y libre del contacto del sol. Segundo, recolectaron datos del índice de temperatura, humedad, índice de temperatura del globo y carga térmica de radiación durante un período de 20 días de todos los días para los seis modelos físicos de tejados. Tercero y último paso, se elaboró el análisis de los datos obtenidos. Como resultado se logró comprobar por medio de los distintos índices mencionados, que los tejados como revestimientos hechos de la madera sintética a partir de los envases de tetra pak es favorable logrando mantener el aislamiento térmico, así como las condiciones adecuadas en la zona que abarca.

Pérez *et al.* [10], en el artículo **“Aprovechamiento de residuos de envases multicapas para la elaboración de aglomerados”**, tuvo como objetivo la fabricación de tableros aglomerados a partir de envases tetra pak. Para ello, el proceso de productivo inicia con la limpieza y secado del envase; seguido a esto se realiza una molienda, logrando reducir en fragmentos pequeños el material. Por último, se pasa por un prensado a temperaturas elevadas, logrando comprimir el material sobre un molde obteniendo de esta manera un tablero aglomerado de las dimensiones que se requiera, resaltando que gracias al prensado no se requiere de adiciones químicas para el fortalecimiento y compresión del producto.

Sánchez *et al.* [11], en el artículo **“Recuperación de residuos de envases Tetra Bric y su posible aprovechamiento en la preparación de tableros de aglomerados en Venezuela”**, tuvo como objetivo desarrollar un método para la fabricación de tableros aglomerados del material recuperado de los residuos sólidos de origen doméstico. Para ello se inició la identificación del potencial de aprovechamiento del Tetra Bric en un sector del Área Metropolitana de Caracas, mediante la cuantificación de las tasas de

generación de residuos y su composición en los diversos estratos sociales que lo conforman. Posteriormente, se procedió a diseñar el esquema productivo, preparación del material que se va a procesar y elaboración del tablero. Por último, se llevó a cabo la evaluación íntegra del tablero obtenido, con lo cual, se desarrollaron pruebas cualitativas: apariencia, consistencia y facilidad de corte con diversos medios. Los resultados muestran a detalle el esquema del proceso productivo que se debe llevar a cabo para la obtención de los tableros aglomerados a partir de los envases de tetra pak, adicional a ello se obtuvo un material con propiedades similares a los tableros compuestos comerciales.

Montoya *et al.* [12], en la investigación “**Estudio de viabilidad para la creación de una empresa de transformación de cartón aséptico para la ciudad de Medellín**”, tuvo como objetivo el determinar la viabilidad técnica y financiera del proyecto basado en la planeación de una empresa dedicada al aprovechamiento y la transformación del cartón aséptico como una oportunidad de contribución al medio ambiente. Para ello se inició con la identificación del tipo de producto final que se elaboraría en base esta materia prima. Seguido a esto, se desarrolló un estudio del posible mercado en el cual se introduciría el producto. Posteriormente, se procedió a detallar le esquema del proceso productivo para la obtención del producto en mención a partir de los envases de tetra pak. Por último, se realiza la evaluación económica financiera de la propuesta. En esta investigación se obtuvo como resultado la viabilidad técnica y financiera del desarrollo industrial de una planta de producción de tableros aglomerados a partir de envase de tetra pak, requiriendo una inversión de S/ 3 948 812,50 considerando que su planta tiene una capacidad de 38 400 tableros/año. Además de establecer la cantidad de 18 kg de envases de tetra pak para la elaboración de un tablero aglomerado de medidas bajo estándares internacionales.

### **Bases teóricas**

Tetra pak engloba distintos tipos de envases, principalmente hecho de cartón ideal para preservar los líquidos que lo contengan. Está diseñado específicamente para ser apilado de manera práctica, optimizando espacio. Uno de los tipos de envases de tetra pak de mayor uso por las industrias de bebidas es el tetra brik, el cual posee un diseño moderno y atractivo, enfocado a jóvenes y chicos que consumen bebidas alimenticias. Hecho de un material un poco más liviano que el resto de sus presentaciones, facilitando su transporte y almacenamiento. [13]

La estructura que conforma este envase es principalmente cartón, el cual es utilizado para darle estabilidad al envase sin añadir peso innecesario. Otra capa que lo conforma es el papel aluminio, el cual tiene como función proteger contra el ingreso de oxígeno o la luz logrando preservar sus componentes y sabor del líquido a temperatura ambiente. Por último, presenta una capa de polietileno, se emplea este tipo de plástico con el fin de proteger al envase de la humedad del exterior y también permite que el cartón se pegue al papel aluminio. [14]

### III. Metodología

En cuanto al diagnóstico la situación actual de los envases residuales del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque, se determinó la cantidad de instituciones educativas beneficiarias en la modalidad de raciones, y con base en la periodicidad de las entregas, se estableció la cantidad de envases residuales, y de acuerdo a las especificaciones técnicas, se identificó el tipo de envase tetra pak. Con base en el estudio realizado por Montoya [12], se determinó la relación de envases residuales de tetra pak necesarios para obtener un tablero aglomerado.

Con respecto a la identificación y caracterización de los impactos ambientales generados por la distribución de los envases de Tetra Pak del Programa se hizo uso de la matriz Conesa [15], categorizando los impactos según su grado en irrelevante si es menor a 25, moderado si es mayor e igual a 25 pero menor que 50, severo si es mayor e igual a 50 pero menor a 75 y crítico si es mayor e igual 75. El impacto ambiental más grave generado por la huella de carbono, se cuantificó mediante el calculador de huella de carbono (CO<sub>2</sub>), de la empresa Tetra Pak. En el cual se realizó la selección específica del tipo de envase con el que se contaría, para su posterior cuantificación por cada g CO<sub>2</sub>e sobre unidad de envase.

Referente a la demanda de los tableros aglomerados se utilizó la información del Ministerio de Producción (Produce) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Para la proyección de la oferta y demanda se empleó el método de regresión lineal, haciendo uso del coeficiente de correlación para la verificación del mismo. Para el precio de venta del producto se tomó en cuenta la información de los tableros aglomerados convencionales con especificaciones similares al de la propuesta, se procedió a proyectarlo con base en la tasa de inflación (índice anual promedio de la variación porcentual), con la finalidad de obtener un valor más cercano a la realidad.

La ubicación de la planta de producción de tableros aglomerados se determinó mediante el uso del método de factores de ponderación; empleando los factores de disponibilidad de mano de obra, energía eléctrica, agua y de materia prima, además del espacio para la expansión, índice de desarrollo humano y vías de comunicación y transporte. Para el cálculo del área de cada uno de los ambientes de la planta de producción se hizo uso del método de Guerchet.

Para determinar la reducción del impacto ambiental generado por los envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque se empleó la matriz de Conesa, identificando el grado de reducción de los distintos impactos. Para la disminución del impacto más graves (huella de carbono) antes cuantificado, se consideró el porcentaje de envases que se emplearían en la planta de producción de los tableros aglomerados, con ello se tendría una diferencia del impacto ambiental por la disposición final que están generando dichos envases con relación a los que se emplearían para el desarrollo de la presente investigación.

Con relación al estudio económico financiero del proyecto, se realizaron las cotizaciones pertinentes a la implementación de la propuesta. Así mismo, se elaboraron tablas con los datos de ingresos, costos, gastos administrativos y de ventas en materia de la propuesta. Con ello, se realizó un flujo de caja, calculó del período de recuperación de la inversión y el costo – beneficio de la propuesta.

## IV. Resultados

### Diagnóstico de la situación actual de los envases de tetra pak residual

El diagnóstico preliminar se desarrolló con la finalidad de detallar la entrega y el manejo que se les da a los envases de tetra pak del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque.

En la región Lambayeque, el Programa en mención para el año 2019 en la modalidad de raciones, brindó el servicio a alrededor de 55 310 usuarios, los cuales representan 189 instituciones educativas públicas; detallando la cantidad de usuarios por distrito en el anexo 1, a quienes se le hace la entrega de alimentos saludables y nutritivos, con la finalidad de poder contribuir a su formación académica y prevención de enfermedades. La ración que recibe cada estudiante para este tipo de modalidad consiste en una galleta nutritiva acompañada de un bebible el cual contiene distintos líquidos ya sea leche o jugos refrescantes [5].

El tipo de envase tetra pak que el Programa reparte a sus beneficiarios en su modalidad de raciones en el tetra brik el cual cuenta con un peso de 25 g y un volumen de 250 ml.

La entrega del envase de tetra pak se realiza los días efectivos escolares; y en el año 2019 se tuvo 185 días efectivos para el reparto de este tipo de ración. Con todo ello se calculó la cantidad del envase anual equivalente a 10 232 350 unidades.

### Impacto ambiental que generan los envases de tetra pak

Para la identificación tanto de los impactos como los aspectos ambientales que generan los envases de tetra pak residuales entregado por el Programa Qali Warma en su modalidad de raciones, se realizó la matriz Conesa mostrando los resultados en el anexo 02, obteniendo como mayor grado de impacto (severo) el generado por la huella de carbono. [15]

Para la cuantificación justamente de este impacto ambiental generado por los envases de tetra pak residuales específicamente el tetra brik. Se hizo uso de un simulador en línea de CO<sub>2</sub>, el cual determinó una cantidad de 15 g CO<sub>2e</sub> por unidad para este tipo específico de envase de tetra pak (anexo 03); mediante un indicador ambiental en base a la huella de carbono. [7] La cuantificación del impacto se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Cuantificación del impacto ambiental de los envases de tetra pak residuales**

Año	Generación del tetra pak anual (unidades)	Generación de g CO <sub>2e</sub>
2016	6 663 515	99 952 725
2017	8 177 185	122 657 775
2018	9 184 880	137 773 200
2019	10 232 350	153 485 250
2020	11 012 310	165 184 650

Fuente: Empresa Tetra pak

Como sostienen J. Montoya *et al.* [12] la obtención de tableros aglomerados a partir de envases de tetra pak es posible y se requiere de 24 kg de ellos para obtener un tablero con un volumen de 0,03 m<sup>3</sup>. En consideración al dato antes mencionado se realizaron los

cálculos de las cantidades de tablero aglomerados que se obtendrían a partir del tetra pak residual que se dispone por medio del reparto del Programa Nacional Qali Warma, cuyos resultados se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. Unidades de tablero aglomerados a partir de los envases de tetra pak de la región Lambayeque- Qali Warma durante el periodo 2016-2020**

Año	Generación del tetra pak anual (unidades)	Generación del tetra pak (kg/año)	Cantidad de tableros (unidades/año)	Cantidad de tableros (m <sup>3</sup> /año)
2016	6 663 515	166 587,88	6 942	208,26
2017	8 177 185	204 429,63	8 518	255,54
2018	9 184 880	229 622,00	9 568	287,04
2019	10 232 350	255 808,75	10 659	319,77
2020	11 012 310	275 307,75	11 472	344,16

Fuente: Programa Nacional Qali Warma

### Estudio de mercado

El producto que se pretende desarrollar en la investigación es un tablero aglomerado a partir de los envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma. Cuyas características se detallan en la tabla 3.

El material del tablero aglomerado es compatible con el medio ambiente, debido a que es elaborado con materiales reciclados en su totalidad, sin uso de insumos químicos peligrosos durante su proceso de fabricación.

Tomando en cuenta como bienes sustitutos a los tableros tradicionales, las dimensiones de los tableros de esta propuesta fueron establecidas para ser compatibles con las medidas estandarizadas por el mercado maderero.

**Tabla 3. Dimensiones del tablero aglomerado a partir del envase de tetra pak**

Especificación	Medida estándar
Ancho	1,22 m
Largo	2,44 m
Volumen	0,03 m <sup>3</sup>
Espesor	0,01 m

Fuente: Elaboración propia. En base a Montoya 2009

### Factores que determinan el área de mercado

#### - Antecedentes de proyectos similares en el Perú

En el Perú desde el 2014 se inició con la implementación de puntos de acopio del mencionado tipo de envase para su posterior reciclaje; esta iniciativa fue desarrollada por la empresa Tetra Pak como parte de su compromiso con el desarrollo de una economía circular; posteriormente realiza la fabricación de diversos tipos de mobiliario escolar y para comunidades, todo ello en base a la producción de tableros aglomerados. [16]

#### - Disponibilidad de materia prima

En el anexo 5 se observan las cantidades de envases de tetra pak residual que se podría disponer debido a las actividades generadas por el reparto de productos alimenticios del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque durante el período del 2015 al 2019.

### Análisis de la demanda

Para la recolección de la información con respecto a la demanda histórica nacional de tableros aglomerados se optó por la búsqueda de fuentes secundarias, obteniendo la demanda por volumen de tableros convencionales presentadas en el anexo 4 [17], con lo cual se logró realizar la proyección de la demanda de los tableros aglomerados convencionales presentados en la tabla 4.

**Tabla 4. Demanda proyectada por volumen (m<sup>3</sup>) de tableros aglomerados convencionales en el período del 2022 al 2026**

Año	Cantidad (m <sup>3</sup> )
2022	651 745,60
2023	679 050,40
2024	706 355,20
2025	733 660,00
2026	760 964,80

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de la oferta

Para el análisis de la oferta histórica nacional se tomó en cuenta la cantidad de envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque durante el período de cinco años. A pesar que el 2020 fue un año atípico si se generaron dichos residuos, debido a que se continuo con la entrega adecuándose a los protocolos sanitarios requeridos por ley. Los datos obtenidos de muestran en el anexo 5.

Con lo cual se logró obtener la proyección de la oferta de los tableros aglomerados, presentados en la tabla 5.

**Tabla 5. Oferta proyectada por volumen (m<sup>3</sup>) de tableros aglomerados en el período del 2022 al 2026**

Año	Cantidad (m <sup>3</sup> )
2022	418,44
2023	452,19
2024	485,94
2025	519,69
2026	553,44

Fuente: Elaboración propia

### Demanda del proyecto

Está restringida por la cantidad de envases de tetra pak que el Programa distribuye a sus beneficiarios en la Región Lambayeque abarcando el 72,5 % del total de envases entregados (ver anexo 1); representando dicho porcentaje a los 13 distritos con mayor disponibilidad del residuo. Presentado en la tabla 6 la demanda del proyecto en m<sup>3</sup>.

**Tabla 6. Demanda del proyecto de tableros aglomerados**

Año	Demanda del Proyecto (m <sup>3</sup> )	% de participación
2022	418,44	0,064%
2023	452,19	0,067%
2024	485,94	0,069%
2025	519,69	0,071%
2026	553,44	0,073%

Fuente: Elaboración propia

### Proyección de precio

El precio promedio de los tableros aglomerados convencionales en el Perú es de S/ 125,5 [17]; utilizado para la elaboración de distintos artículos mobiliarios. Con los datos brindados por el BCRP con relación al índice de inflación durante el período del 2016 al 2020, se realizó la proyección para los cinco años siguientes. Considerando el precio promedio de los tableros aglomerados convencionales además de adicionar el porcentaje de inflación proyectado se logró obtener el precio para los tableros aglomerados propuesto en esta investigación, los cuales se muestra en el anexo 6.

### Plan de ventas

Para de desarrollo del plan de ventas se empleó el precio de venta proyectado para el período del 2022-2026, además de incluir la producción anual dentro de los mismos años. Presentando en la tabla 7 los resultados del total de ingresos restringidos con los puntos antes mencionados.

**Tabla 7. Plan de ventas para el período 2022-2026**

Año	Producción de tableros (und)	Precio de venta (S//und)	Total de ingresos (S//año)
2022	13 949	140,56	1 960 713,12
2023	15 074	142,93	2 154 542,70
2024	16 198	145,30	2 353 555,13
2025	17 323	147,67	2 558 038,64
2026	18 448	150,04	2 767 850,29

Fuente: Elaboración propia

### Comercialización del producto

Para llevar a cabo la comercialización del producto en este caso de los tableros aglomerados, es importante establecer un canal adecuado de distribución.

Los canales de distribución a emplear son los canales industriales. De estos canales, se adoptará el canal de tipo 1. En este tipo de canal no se cuentan con niveles de intermediarios; es decir, el producto será vendido directamente a los clientes finales estableciendo cantidades, fecha, lugar de entrega, entre otros.

### Diseño de la planta de producción de tableros aglomerados

#### Análisis de Macro localización

La planta de producción de tableros aglomerados estará ubicada en Lambayeque. Con una superficie aproximada es de 14 856,25 km<sup>2</sup>; representando el 1,1 % del territorio nacional. [18] Esta región cuenta con 1 197 260 habitantes según resultados de los Censos Nacionales 2017 con una participación del 4,1% de la población de Perú. De esta cantidad total de población el 74,5 % lo constituyen personas en edad para trabajar. [19] Lambayeque está constituido por 1 423 130 hectáreas; de las cuales el 13,2% se destina a tierras agrícolas y el 86,8% para tierras no agrícolas. [19] Con relación al flujo de la corriente de agua tiene un promedio anual de 43,93 m<sup>3</sup>/seg; con una cantidad de entrega promedio anual de 1,70 millones de m<sup>3</sup>. [20] Además de presentar una potencia instalada de 76 MW y un consumo eléctrico de 494,65 GW/h. [19]

#### Análisis de Micro localización

Para el desarrollo de la micro localización se consideró los tres distritos con mayor cantidad de beneficiados por el Programa Qali Warma Región Lambayeque; los cuales serán evaluados para la determinación de la localización de la planta.

### Factores de ponderación para la micro localización

En anexo 7 se detallan los distintos factores que se tomaron para el desarrollo de la micro localización de la planta de producción de tableros aglomerado. Luego de evaluar cada factor de los tres distritos y asignar su respectivo valor para su evaluación, se determinó que el distrito de Lambayeque es el más apropiado para la ubicación de la planta a nivel de micro localización con un puntaje de 2,38; este valor se muestra en el anexo 8.

### Ingeniería y tecnología

#### Capacidad de planta

Considerando la demanda del proyecto, la planta de producción de tableros aglomerados a partir de los envases de tetra pak residual tendrá una capacidad anual de 18 448 tableros aglomerados. Laborando de lunes a sábado, con jornada de 8 horas al día; haciendo un total de 312 días al año.

**Tabla 8. Capacidad de la planta**

Año	Capacidad (unidades)
2022	13 949
2023	15 074
2024	16 198
2025	17 323
2026	18 448

Fuente: Elaboración propia

### Plan de producción

Se realizó en base a la demanda que se pretende abarcar. En la tabla 9, se detalle el plan de producción.

**Tabla 9. Plan de producción**

Período	Producción (unidades)
Ene	2 326
Feb	1 163
Mar	1 163
1er Trimestre	4 652
2do Trimestre	3 488
3ro Trimestre	3 488
4to Trimestre	3 488
2022	15 116
2023	15 074
2024	16 198
2025	17 323
2026	18 448

Fuente: Elaboración propia

### Requerimiento de materiales

Los materiales directos para la fabricación de los tableros aglomerados se tienen como materia prima principal a los envases de tetra pak residual, adicional a ello se considera el agua y detergente. En el anexo 9, se muestran los requerimientos para la producción de tableros aglomerados.

### Proceso productivo



A continuación se describen los distintos procesos para la obtención de los tableros aglomerados, además de presentar en la figura 1 el diagrama de operaciones del proceso productivo en mención.

### **Pesado**

El proceso de la obtención de los tableros aglomerados inicia con la recepción y posterior pesado de los envases de tetra pak residuales. La planta necesitará 1420 kg/día lo que equivale a 177,5 kg/h.

### **Lavado**

Los envases son lavados, para el cual se emplea 0,03 m<sup>3</sup> o 30 l de agua por cada kg de envases de tetra pak a lavar. Adicional a ello se emplea detergente para garantizar el lavado total de cualquier líquido en el interior de los envases; para lo cual se emplea 0,525 kg de este insumo por cada litro de agua a utilizar. [12]

### **Trituración**

El material obtenido de la anterior etapa pasa por un triturador con la finalidad de reducir el tamaño de los envases, requiriendo partículas de aproximadamente 3 mm. Se realiza una inspección para corroborar dicha medida.

### **Secado**

En esta etapa el material es introducido a un secador industrial con la finalidad de eliminar toda presencia de humedad, debido a que esta le podría agregar peso al producto y su posterior deformación.

### **Prensado**

El material ya seco se expande en placas de aproximadamente 0,01 m de espesor. Seguido a esto se ejerce una compresión por medio de una prensa hidráulica (170 °C). Esta alta temperatura permite que dos de los principales componentes del material previamente triturado que son el polietileno y el aluminio se fundan, formando una matriz elástica. Considerando que el polietileno actúa como un aglomerante efectivo, evitando que se requiera añadir algún pegante hecho a base de productos químicos. En esta operación se obtiene un tablero aglomerado propiamente dicho.

### **Enfriado**

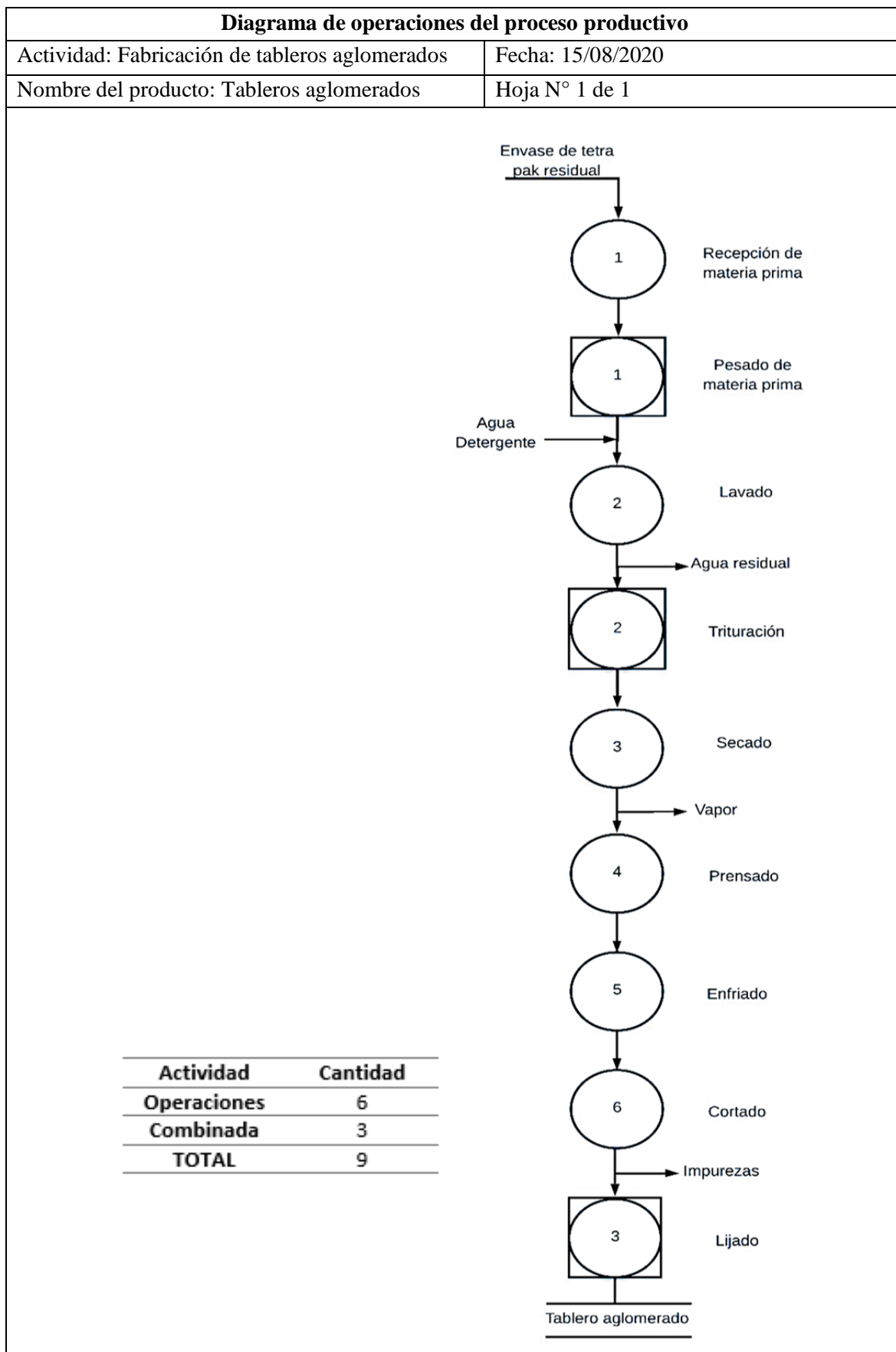
El aglomerado obtenido de la etapa anterior se enfría rápidamente por medio de una corriente de aire brindada por secadores industriales.

### **Cortado**

En esta etapa el tablero aglomerado pasa por un cortado para asegurar que cumpla con las dimensiones requeridas teniendo en cuenta que las medidas para esta operación serán 0,02 m menos tanto para el largo y ancho por el tema de obtener un producto con acabados más precisos en la siguiente etapa; evitando la reducción de sus dimensiones finales que son 2,44 x 1,22 x 0,01 m.

### **Lijado**

Esta operación pretende darle un acabado final a los tableros aglomerados. Lijando los bordes del material final. Seguido a esto se verifica que el producto final cuente con los requerimientos dimensionales establecidos, hecho esto se envían los tableros al almacén de producto terminado.



**Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso productivo**  
Fuente: Elaboración propia

### Indicadores de producción de la planta

Se obtendría en el primer año de producción 13 949 tableros con un peso de 18 kg cada uno, para los cuales se necesitan 334 776 kg de envases de tetra pak.

$$Productividad = \frac{251\,082\text{ kg/año}}{334\,776\text{ kg/año}} = 75\%$$

Adicional este indicador, se realizaron los cálculos para las distintas capacidades y la utilización.

- Capacidad real, para el cálculo de este indicador se emplearon los datos del plan de producción del primer año, teniendo en cuenta que se trabajará 312 días al año.

$$Capacidad\ real = 45\text{ und/día}$$

- Capacidad diseñada, para el cálculo de este indicador se consideró la cantidad de producción del año más elevado.

$$Capacidad\ diseñada = 60\text{ und/día}$$

- Utilización, para el cálculo de este indicador se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$Utilización = \frac{Capacidad\ real}{Capacidad\ diseñada}$$

$$Utilización = \frac{45\text{ und/día}}{60\text{ und/día}} = 75\%$$

### Estaciones de trabajo

Considerando un tiempo base de 60 min/h, además del tiempo del proceso de cada etapa en unidades de kg/h se obtiene un tiempo de ciclo de 0,4 min/kg. Siendo el proceso cuello de botella el lavado rotatorio con un tiempo de proceso de 150 kg/h, tal como se muestra en el anexo 10.

Dividiendo la suma de los tiempos de cada tarea sobre el tiempo de ciclo, se obtiene el número mínimo de estaciones de trabajo.

$$N^{\circ}\text{ de estaciones de trabajo} = \frac{1,64\text{ min/kg}}{0,4\text{ min/kg}} = 4,11 \cong 5\text{ estaciones}$$

Considerando el número mínimo de estaciones de 5 para el proceso productivo, además del tiempo total de las ocho etapas del mismo. Se han estimado en conveniencia contar con una cantidad de 6 estaciones de trabajo, las cuales irán distribuidas tal y como lo muestra el anexo 11.

Para determinar la eficiencia, se tuvo en consideración la suma de los tiempos de cada tarea, el número de estaciones de trabajo y el tiempo de ciclo del proceso.

$$Eficiencia = \frac{1,64\text{ min/kg}}{0,4\frac{\text{min}}{\text{kg}} \times 5\text{ estaciones}} = 82,21\%$$

### Número de operarios

Para el desarrollo del cálculo de la cantidad de operarios que requiere el proceso, se calculó primero el índice de productividades para luego en conjunto con el tiempo de ciclo y la eficiencia se logre obtener el número de operarios. Donde el índice de productividad se realizó por medio de la división de las unidades a producir con el tiempo de producción disponible por día.

$$\text{Índice de productividad} = \frac{1\,851 \frac{\text{tableros}}{\text{día}}}{480 \text{ min/día}} = 3,86 \frac{\text{tableros}}{\text{min}}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{1,64 \frac{\text{min}}{\text{tableros}} \times 3,86 \frac{\text{tableros}}{\text{min}}}{0,8221} = 7,71 \cong 8 \text{ operarios}$$

### Distribución de la planta

La planta contará con todas las áreas que se muestran en la tabla 10, con un área total de 826,65 m<sup>2</sup>. Además, en el anexo 12 se muestra el layout de la planta de producción de tableros aglomerados.

**Tabla 10. Total de áreas de la planta de producción de tableros aglomerados**

Área	m <sup>2</sup>
Producción	87,39
Área de oficinas administrativas	39,03
Área de mantenimiento	12,23
Servicios higiénicos para personal (damas)	6,48
Servicios higiénicos para personal (varones)	7,84
Área de vestidor damas	24,60
Área de vestidor varones	24,60
Servicios higiénicos para administrativos (damas)	6,48
Servicios higiénicos para administrativos (varones)	7,84
Sala Comedor	31,24
Control de calidad	11,59
Área verde	45
Área residuos sólidos	2,7
Patio de maniobras	129
Estacionamiento	205
Almacén MP	39,55
Almacén PT	135,42
Área de Vigilancia	10,67
<b>TOTAL</b>	<b>826,65</b>

**Fuente: Elaboración propia**

## **Organización**

La cantidad de colaboradores que conformarán la planta de producción de tableros aglomerados es de 18 trabajadores, encabezando la estructura el gerente general, además de contar con el apoyo de las áreas de producción, control de calidad y mantenimiento. Presentando en el anexo 13 la cantidad de trabajadores por cada puesto de trabajo.

## **Identificación de peligros**

Con la intención de prevenir los riesgos para los colaboradores de la organización es que se realizó la identificación de los peligros asociados a sus procesos para así adoptar medidas anticipadamente; para lo cual se elaboró una matriz IPERC (anexo 14). Dependiendo de cada medida de control planteada para cada peligro identificado se consideró la compra de equipos de protección personal (cascos, lentes, mascarilla de doble filtro, protección auditiva, guantes, chalecos, zapatos dieléctricos, fajas lumbares con suspensión), extintores, señalización de áreas seguras, depósitos para residuos del área de cortado y un protector para cuchilla de la escuadradora; plasmando dicho monto como parte de los costos de equipos de producción los cuales fueron considerados en la tabla de inversión total.

Considerando que para la esquematización de la señalización de los distintos peligros previamente identificados en cada uno de los procesos para la elaboración de los tableros aglomerados es que se presenta un mapa de riesgos (anexo 15).

## **Evaluación ambiental**

Según el diagnóstico actual realizado a los envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma Región Lambayeque por medio de la matriz Conesa (anexo 2), se determinó que los impactos de mayor relevancia son la contaminación del suelo y paisajística, así como la huella de carbono; presentando un grado de impacto de moderado y severo respectivamente.

Por tal motivo, se realizó nuevamente la matriz Conesa, con el objetivo de identificar los impactos ambientales de los envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma Región Lambayeque luego de la instalación de la planta de tableros aglomerado, en la cual se obtuvo los resultados mostrados en el anexo 16 y 17.

Considerando la propuesta de la presente investigación la cual dispone de los envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma Región Lambayeque, haciendo hincapié que para justificar la disponibilidad de materia prima y por ende la capacidad de la planta de tableros aglomerados se consideraron las instituciones educativas (beneficiarios del programa) con mayor reparto de dicho envase además de la cercanía con el distrito de Lambayeque en donde estaría ubicada la planta, estas representan el 72,5 % del total de envases entregados a la región Lambayeque y 13 de 26 de colegios beneficiarios, con estos datos se quiere dar a conocer la reducción que habría en el impacto ambiental generado por la disposición final de dichos envases presentando la cuantificación de ellos en la tabla 11.

**Tabla 11. Reducción del impacto ambiental**

Año	Generación del tetrapak anual (unidades)	Reducción del 72,5 % de g CO <sub>2e</sub>
2016	6 663 515	27 486 999
2017	8 177 185	33 730 888
2018	9 184 880	37 887 630
2019	10 232 350	42 208 444
2020	11 012 310	45 425 779

Fuente: Elaboración propia

## Inversión

### Capital de trabajo

Viene a estar datos por la cantidad de dinero que se destinará para que la planta de tableros aglomerados pueda dar inicio con sus operaciones.

En el anexo 18 se muestra el capital de trabajo, el cual se calculó tomando en cuenta los gastos administrativos, costos operativos y los servicios. Luego de analizar mediante ingresos y egresos, se obtiene un saldo acumulado superávit, por lo cual se puede demostrar que el capital de trabajo para el primer año de funcionamiento de la planta producción de tableros aglomerados es de S/ 837 061,36.

### Inversión general

La tabla 12 se presenta cada costo tangible, intangible y capital de trabajo cuyo total representa la inversión general de la presente investigación, el cual asciende a S/ 1 878 376,00, financiada en su totalidad por el promotor del proyecto; en este caso la entidad bancaria a la que se prestará dicha cantidad.

**Tabla 12. Inversión general**

Descripción	Inversión total (S/)	Financiamiento (S/)
<b>Capital de trabajo</b>	<b>815 838,39</b>	<b>815 838,39</b>
<b>Inversión tangible</b>		
Terrenos	274 050,00	274 050,00
Construcciones	519 358,45	519 358,45
Instalaciones eléctricas y sanitarias	67 959,05	67 959,05
Infraestructura industrial	37 001,23	37 001,23
Maquinaria	96 295,00	96 295,00
Equipo de producción	29 977,00	29 977,00
Equipos de oficina	21 551,30	21 551,30
<b>Total Inversión Tangible</b>	<b>1 046 192,03</b>	<b>1 046 192,03</b>
<b>Inversión intangible</b>		
Gastos Pre operativos	4 598,00	4 598,00
<b>Total Inversión Intangible</b>	<b>4 598,00</b>	<b>4 598,00</b>
Imprevistos 5%	11 747,58	11 747,58
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>1 878 376,00</b>	<b>1 878 376,00</b>

Fuente: Elaboración propia

## Evaluación económica y financiera

### Punto de equilibrio económico y en unidades

En la tabla 13 se presenta el punto de equilibrio tanto en unidades como en valor monetario, considerando los ingresos y egresos de la planta se conoce de manera anual cuanto debe vender la fábrica como mínimo para no tener pérdidas.

**Tabla 13. Punto de equilibrio económico y en unidades**

Presupuesto de costos	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Costos de producción					
Materiales directos	15 635,57	16 896,59	18 156,50	19 417,52	20 678,54
Mano de obra directa	181 200,00	181 200,00	181 200,00	181 200,00	181 200,00
Gastos generales de fabricación	305 704,27	305 704,27	305 704,27	305 704,27	305 704,27
<b>COSTO VARIABLE TOTAL</b>	<b>502 539,84</b>	<b>503 800,86</b>	<b>505 060,77</b>	<b>506 321,79</b>	<b>507 582,81</b>
Gastos de Operaciones					
Gastos administrativos	232 088,00	232 088,00	232 088,00	232 088,00	232 088,00
Gastos comerciales	87 880,00	87 880,00	87 880,00	87 880,00	87 880,00
Gastos financieros	256 302,61	249 657,72	243 012,84	236 367,96	229 723,08
<b>COSTO FIJO TOTAL</b>	<b>576 270,61</b>	<b>569 625,72</b>	<b>562 980,84</b>	<b>556 335,96</b>	<b>549 691,08</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>1 078 810,44</b>	<b>1 073 426,59</b>	<b>1 068 041,61</b>	<b>1 062 657,75</b>	<b>1 057 273,89</b>
<b>INGRESOS TOTALES</b>	<b>1 894 648,83</b>	<b>2 083 150,26</b>	<b>2 276 839,28</b>	<b>2 475 994,64</b>	<b>2 680 478,15</b>
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO (económico)</b>	<b>784 299,53</b>	<b>751 332,15</b>	<b>723 463,39</b>	<b>699 347,03</b>	<b>678 097,51</b>
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO (unidades)</b>	<b>5 775</b>	<b>5 437</b>	<b>5 147</b>	<b>4 893</b>	<b>4 667</b>

Fuente: Elaboración propia

### Flujo de caja anual

En el anexo 19 se detalla el flujo de caja dentro de los cinco años próximos de la planta, en la cual se presentan los ingresos y egresos de dinero que se espera obtener por la ejecución de sus actividades.

La evaluación económico financiera se realizó a través de los siguientes indicadores: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el análisis costo beneficio (B/C). Considerando una tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) de 6 %, calculado a partir del porcentaje de la tasa de interés del préstamo [21] más la tasa de inflación anual promedio nacional. [22]

Se obtuvo un VAN de S/ 2 076 824,01 una TIR del 33,8 %, un costo beneficio de 1,64 y un período de retorno de la inversión de 2 años con 6 meses.

## V. Discusiones

Se detalla en la tabla 1 la cuantificación del impacto ambiental en el año 2020, el cual fue de 165 184 650 g CO<sub>2e</sub> que se emitieron por la disposición final de los envases de tetra pak residuales del Programa Qali Warma; siendo este valor semejante al uso de 1 342 965 bombilla de bajo consumo (14 W) encendida durante 24 horas; así como el manejo continuo de 864 842 automóviles durante 1 kilómetro. [23]

Se obtuvo una participación de la demanda del proyecto del 0,064%; siendo este un valor mínimo, se justifica por dos grandes motivos, el primero al presentar una alta demanda del mercado, y como segundo y más importante sustento, solo se cuenta con la disponibilidad de envases de tetra pak residuales netamente generados por el Programa Nacional Qali Warma; en caso se desee abastecer la planta con mayor materia prima, tendría mercado suficiente para hacerlo sin riesgo alguno.

Si bien, en su investigación R. Sánchez et al. [11] mencionan las distintas etapas de su proceso productivo, para la presente investigación se optó por reducir el proceso de prensado 2, al contar con la maquinaria tecnológicamente capaz de solo realizar una única vez dicho proceso; a diferencia de la investigación en referencia.

Se estimó una considerable reducción del impacto ambiental generado por el envase antes mencionado, esto no solo se debe al nuevo uso que se le estaría dando si no al transformar un simple envase que tarda más de 150 años en degradarse como bien lo señala Karaboyaci *et al.* [8]; en un tablero aglomerado el cual podrá ser empleado como material de construcción.

La investigación realizada por J. Montoya et al. [12], concluyó que el estudio de viabilidad de la planta de envases aséptico o tetra pak requerirá una inversión de S/ 3 948 812,50 considerando que su planta tiene una capacidad de 38 400 tableros/año; a diferencia de la presente investigación, que solo requerirá de S/ 1 878 376,00, con una capacidad para el primer año de 13 949 tableros/año; se considera dicho monto como una inversión razonada a comparación de la investigación en mención, ya que se está considerando el pago del personal con todos sus beneficios por ley, costo por metro cuadrado para la construcción e instalaciones sanitarias con materiales de primera, un financiamiento por una entidad bancaria, entre otras consideraciones que de cierta manera hacen que la inversión sea un poco elevada pero con la garantía de estar realizando todo conforme a ley.

## **VI. Conclusiones**

Se realizó el diseño de una planta de reciclaje para envases de tetra pak residuales la cual permitiría reducir el impacto ambiental de grado severo a moderado, el cual a su vez tendría una reducción del 72,5 %.

El diagnóstico de la situación actual reflejó que los envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque para el año 2019 contó con una cantidad de 55 310 beneficiarios que a su vez representaron una cantidad de envases de tetra pak de 10 232 350. Los cuales están generando un impacto ambiental por su disposición final de 153 485 250 g CO<sub>2</sub>e mediante este indicador ambiental con base en la huella de carbono, el cual obtuvo un grado de impacto severo.

La demanda del proyecto para el año 2022 se estimó en 481,44 m<sup>3</sup>, cuya cantidad por unidad de 0,03 m<sup>3</sup> vendrían a estar dato por 13 949 tableros aglomerados; proyectando que para el año 2026 se generarán 18 448 tableros aglomerados, los cuales representarían un total de ingresos por S/ 2 680 478,15.

Se realizó el diseño de una planta de reciclaje para envases de tetra pak residuales, la que estaría ubicada en el distrito de Lambayeque, debido a que este contaría con mayor cercanía a la materia prima. Además, se determinó la capacidad de la planta para el primer año de 45 tableros al día con un área total de 827 m<sup>2</sup>.



La reducción del impacto ambiental identificado como la huella de carbono cuyo aspecto ambiental está dado por la generación de los envases de tetra pak residual del Programa Nacional Qali Warma en la región Lambayeque fue del 72,5 %; categorizado con un grado de impacto grave a uno moderado. Lo cual estaría representando una diferencia considerable si es que se llevará a cabo la presente investigación.

El estudio económico financiero de la propuesta necesitaría una inversión de S/ 1 878 376,00 la cual estaría financiada al 100% por una entidad bancaria. Cuyo VAN sería de S/ 2 076 824,01 y una TIR del 33,8%. Siendo esta una propuesta rentable, al presentar un costo beneficio de S/ 1,64, contando con un período de recuperación de 2 años con 6 meses.

## **VII. Recomendaciones**

Se recomienda la implementación de la planta de reciclaje para envases de tetra pak residuales, pues no solo estaría contribuyendo considerablemente a la reducción del impacto ambiental si no que generaría rentabilidad al inversor.

Con relación a futuras investigaciones, se recomienda continuar con el desarrollo de un modelo de ruteo para la recolección de los envases de tetra pak residuales del Programa Nacional Qali Warma región Lambayeque. Además, del desarrollo de temas a fines a la innovación y desarrollo del producto, ya que la propuesta solo se basa en la obtención de los tableros aglomerados.

## VIII. Referencias

- [1] Ministerio del Ambiente, “Cadena de valor del reciclaje: experiencia del enfoque de la cadena de valor de los residuos sólidos a nivel internacional”, Lima, 2017.
- [2] Comisión Nacional del Medio Ambiente, “Décimo Congreso Nacional del Medio Ambiente”, Fundación Conama, Madrid, 2013.
- [3] Ministerio del Ambiente, “Gobierno del Perú”, Ministerio del Ambiente, 16 Mayo 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/28466-ministra-lucia-ruiz-en-el-peru-existen-alrededor-de-180-mil-recicladores>. [Accedido: 17 Octubre 2019].
- [4] Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, “Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma”, 20 Marzo 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.qaliwarma.gob.pe/noticias/cerca-de-125-mil-escolares-de-1633-reciben-servicio-alimentario-de-midis-qali-warma-en-lambayeque-desde-primer-dia-de-clases/>. [Accedido: 11 Octubre 2019].
- [5] Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, “Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma”, 2 Septiembre 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.qaliwarma.gob.pe/noticias/prefectura-regional-lambayeque-verifica-calidad-alimentos-distribuidos-midis-qali-warma/>. [Accedido: 11 Octubre 2019].
- [6] Qali Warma, “Acerca de nosotros: Qali Warma”, 8 Enero 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.qaliwarma.gob.pe/videos/qali-warma-entrego-cerca-900-millones-raciones-2019/>. [Accedido: 18 Mayo 2020].
- [7] Tetra Pak, “Acerca de nosotros: Tetra Pak”, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.tetrapak.com/sustainability/environmental-impact/a-value-chain-approach/carton-co2e-footprint>. [Accedido: 5 Mayo 2020].
- [8] M. Karaboyaci, G. Gizem, M. Kilic y A. Sencan, “Process design for the recycling of Tetra Pak,” *European Journal of Engineering and Natural Sciences*, vol. 2, no. 1, pp. 126-129, 2017.
- [9] K. Da Silva, A. Campos, D. Cecchin, D. Lourençoni y J. Ferreira, “Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas,” vol. 19, no. 1, pp. 58-63, 2015.
- [10] E. Pérez, M. De los Ángeles, J. Rosales, R. López y H. Castrejón, “Aprovechamiento de residuos de envases multicapas para la elaboración de aglomerados”, *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, vol. 3, no. 10, pp. 27-31, 2017.
- [11] S. Rebeca, O. Víctor, E. Gabriel, C. Sonia y T. Ronald, “Recuperación de residuos de envases Tetra Bric y su posible aprovechamiento en la preparación de tableros de

- aglomerados en Venezuela”, *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 25, no. 4, pp. 53-59, 2015.
- [12] J. Montoya, V. Padilla y D. Rubiano, “Estudio de viabilidad para la creación de una empresa de transformación de cartón aséptico para la ciudad de Medellín”, Medellín, 2009.
- [13] Tetra Pak, “Tetra Pak,” Tetra Laval Group, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.tetrapak.com/es/about>. [Accedido: 25 Mayo 2019].
- [14] Tetra Pak, “Informe de sostenibilidad de Tetra Pak”, Tetra Pak, Madrid, 2018.
- [15] V. Conesa, *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*, Madrid: Mundi-Prensa, 1995.
- [16] Tetra Laval Group, “Tetra Pak,” 14 Mayo 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.tetrapak.com/pe/about/newsarchive/environment-2014>. [Accedido: 18 Octubre 2019].
- [17] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Instituto Tecnológico de la Producción, “La industria de la madera”, CITE madera, Lima, 2018.
- [18] Gobierno Regional de Lambayeque, “Informe multianual de inversiones en asociaciones público privada 2016”, Gobierno Regional de Lambayeque, Lambayeque, 2016.
- [19] Instituto Nacional de Estadística e Informática, “Perú: Perfil Sociodemográfico Informe Nacional”, INEI, Lima, 2018.
- [20] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, “Plan Regional Exportado de Lambayeque”, Norman Bachmann, Lima, 2017.
- [21] Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, “BBVA”, 14 Enero 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.pe/empresas/productos/financiamiento/prestamos-comerciales/simulador-prestamo-comercial-empresas.html>. [Accedido: 24 Setiembre 2020].
- [22] Gerencia Central de Estudios Económicos, “Banco Central de Reserva del Perú”, 5 Enero 2020. [En línea]. Disponible en: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05220PA/html>. [Accedido: 20 Mayo 2020].
- [23] Agencia Europea del Medio Ambiente, “Contaminación atmosférica: nuestra salud no tiene todavía la suficiente protección”, Curia Rationum, Luxemburgo, 2018.

## IX. Anexos

**Anexo 1. Generación total de residuos de tetra pak que reparte el PNQW en la  
región Lambayeque en el año 2019**

Provincia	Distrito	N° alumnos	Generación del tetra pak por año (unidades)	Generación del tetra pak (kg/año)	Generación del tetra pak (t/año)	Cantidad de tableros (unidades/año)
<b>Ferreñafe</b>	Ferreñafe	4 503	833 055	20 826,38	8,33	867,77
	Pueblo nuevo	324	59 940	1 498,50	0,60	62,44
<b>Lambayeque</b>	Lambayeque	7 315	1 353 275	33 831,88	13,53	1 409,66
	Motupe	2 856	528 360	13 209,00	5,28	550,38
	Mórrope	2 715	502 275	12 556,88	5,02	523,20
	Mochumí	1 852	342 620	8 565,50	3,43	356,90
	Jayanca	1 492	276 020	6 900,50	2,76	287,52
	Pacora	859	158 915	3 972,88	1,59	165,54
	Íllimo	391	72 335	1 808,38	0,72	75,35
<b>Chiclayo</b>	Chiclayo	8 309	1 537 165	38 429,13	15,37	1 601,21
	José Leonardo Ortiz	4 377	809 745	20 243,63	8,10	843,48
	Monsefú	3 392	627 520	15 688,00	6,28	653,67
	Reque	1 993	368 705	9 217,63	3,69	384,07
	Tumán	1 899	351 315	8 782,88	3,51	365,95
	Pimentel	1 881	347 985	8 699,63	3,48	362,48
	Pomalca	1 853	342 805	8 570,13	3,43	357,09
	Eten	1 385	256 225	6 405,63	2,56	266,90
	Pátapo	1 262	233 470	5 836,75	2,33	243,20
	Chongoyape	1 257	232 545	5 813,63	2,33	242,23
	La Victoria	1 132	209 420	5 235,50	2,09	218,15
	Santa Rosa	904	167 240	4 181,00	1,67	174,21
	Zaña	901	166 685	4 167,13	1,67	173,63
	Lagunas	806	149 110	3 727,75	1,49	155,32
	Cayaltí	733	135 605	3 390,13	1,36	141,26
	Picsi	502	92 870	2 321,75	0,93	96,74
Pucalá	417	77 145	1 928,63	0,77	80,36	
<b>TOTAL</b>		<b>55 310</b>	<b>10 232 350</b>	<b>255 808,75</b>	<b>102,32</b>	<b>10 658,70</b>

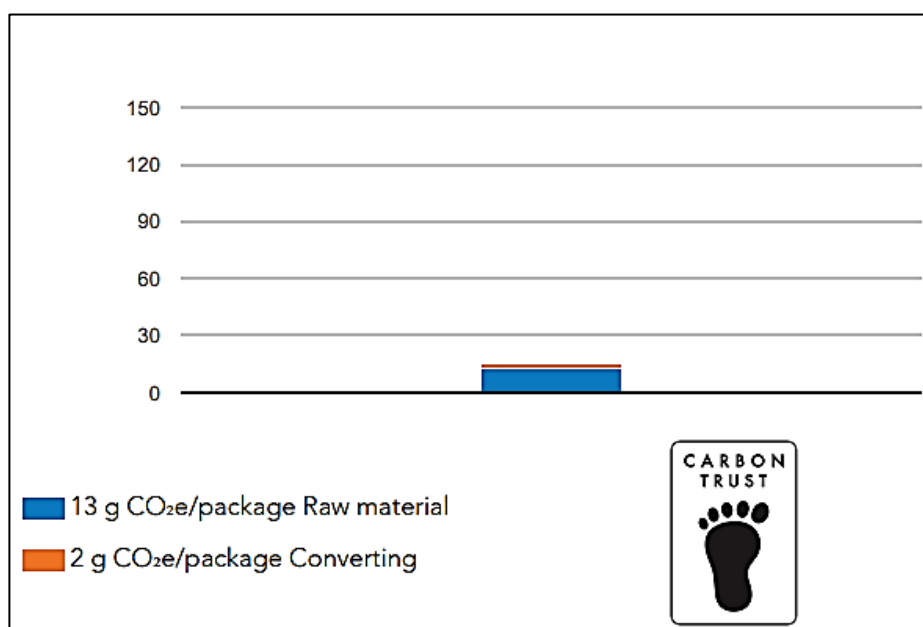
Fuente: Programa Nacional Qali Warma

**Anexo 2. Matriz Conesa para la identificación de impacto ambientales situación actual**

LUGAR	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DESEMPEÑO AMBIENTAL				TIPO DE IMPACTO	INTENSIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	IMPORTANCIA (I)	GRADO DE IMPACTO
				ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	PERÍODO	OCURRENCIA													
Qaliwarma	Distribución de productos envasados en tetra pak	Generación de residuo sólido	Contaminación del suelo	Cartón, polietileno, aluminio	326 156,16	anual	Diario	Negativo	2	2	4	3	3	2	4	4	4	2	36	Moderado
			Contaminación paisajística	Cartón, polietileno, aluminio	326 156,16	anual	Diario	Negativo	2	2	4	3	1	2	4	4	4	1	33	Moderado
			Huella de carbono	g CO2e	153 485 250	anual	Diario	Negativo	8	4	4	4	3	2	4	4	4	3	60	Severo
		Emisiones gaseosas por operación de los vehículos	Alteración de la calidad del aire por incremento de la concentración de gases	CO2/1 de gasolina	109 135	anual	Diario	Negativo	4	4	4	3	2	2	4	1	4	2	42	Moderado
		Generación de empleo local	Crecimiento de los niveles de empleo	N° empleos	17	anual	Diario	Positivo	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Huella de carbono por unidad de envase tetra brik.



Fuente: Empresa Tetra pak

### Anexo 4. Demanda histórica por volumen (m<sup>3</sup>) de tableros aglomerados convencionales en el período del 2016 al 2019.

Año	Cantidad (m <sup>3</sup> )
2016	460 612,00
2017	487 916,80
2018	515 221,60
2019	542 526,40
2020	569 831,20

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

### Anexo 5. Generación total de residuos del envase de tetra pak en la región Lambayeque por parte del PNQW en el período del 2016 al 2020.

Año	N° alumnos	Generación del tetra pak anual (unidades)	Generación del tetra pak (kg/año)	Cantidad de tableros (unidades/año)
2016	36 019	6 663 515	166 587,88	6 942
2017	44 201	8 177 185	204 429,63	8 518
2018	49 648	9 184 880	229 622	9 568
2019	55 310	10 232 350	255 808,75	10 659
2020	59 526	11 012 310	275 307,75	11 472

Fuente: Programa Nacional Qali Warma

### Anexo 6. Precio del tablero aglomerado proyectado

Año	Precio proyectado (unidades de tableros)
2022	140,56
2023	142,93
2024	145,30
2025	147,67
2026	150,04

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 7. Factores de ponderación para la micro localización.

Descripción	Factores
Disponibilidad de mano de obra	A
Disponibilidad de energía eléctrica	B
Disponibilidad de agua	C
Disponibilidad de materia prima	D
Vías de comunicación y transporte	E
Espacio para la expansión	F
Índice de desarrollo humano	G

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 8. Resultados de los factores de ponderación

Factores	Peso	Lambayeque		Chiclayo		Jose Leonardo Ortiz	
		Calf.	Puntaje	Calf.	Puntaje	Calf.	Puntaje
A	19%	3	0,56	2	0,38	1	0,19
B	13%	1	0,13	3	0,38	2	0,25
C	19%	3	0,56	1	0,19	2	0,38
D	25%	2	0,50	3	0,75	1	0,25
E	6%	3	0,19	2	0,13	1	0,06
F	13%	3	0,38	2	0,25	1	0,13
G	6%	1	0,06	3	0,19	2	0,13
<b>Total</b>			<b>2,38</b>		<b>2,25</b>		<b>1,38</b>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 9. Requerimiento de materiales directos

Período	Materia prima directa		
	Envase de tetra pak (kg)	Agua (m <sup>3</sup> )	Detergente (t)
1 mes	55 824,00	67,84	1,22
2 mes	27 912,00	33,92	0,61
3 mes	27 912,00	33,92	0,61
1er Trimestre	111 648,00	135,68	2,44
2do Trimestre	83 712,00	101,73	1,83
3ro Trimestre	83 712,00	101,73	1,83
4to Trimestre	83 712,00	101,73	1,83
2022	362 784,00	440,88	7,94
2023	361 776,00	439,66	7,91
2024	388 752,00	472,44	8,50
2025	415 752,00	505,25	9,09
2026	442 752,00	538,07	9,69

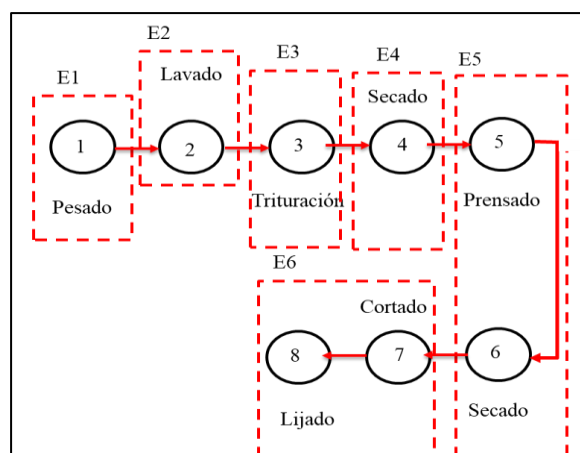
Fuente: Elaboración propia

### Anexo 10. Cálculo del tiempo de ciclo de cada etapa del proceso

Máquinas	Tiempo de proceso (kg/h)	Tiempo base (min/h)	Tiempo de ciclo (min/kg)
Balanza electrónica	350	60	0,17
Lavador rotatorio	<b>150</b>	<b>60</b>	<b>0,40</b>
Triturador	250	60	0,24
Secadora industrial	200	60	0,30
Prensa Hidráulica	1500	60	0,04
Ventilador centrífugo	400	60	0,15
Escuadradora	300	60	0,20
Lijadora orbital	420	60	0,14
Total del tiempo de cada tarea del proceso			<b>1,64</b>

Fuente: Elaboración propia

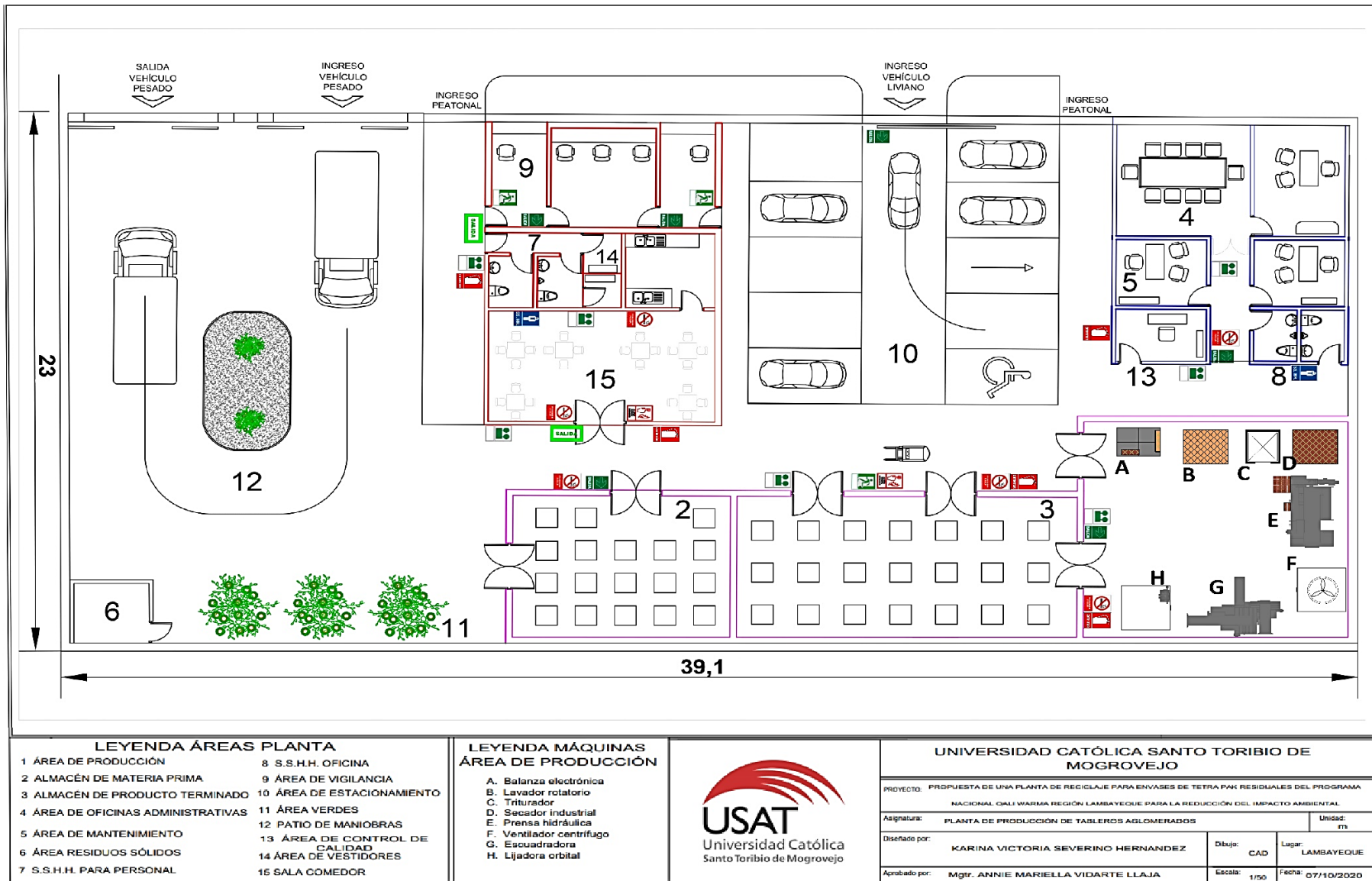
### Anexo 11. Estaciones de trabajo del proceso productivo



Fuente: Elaboración propia



Anexo 12. Plano de la planta de producción de tableros aglomerados



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 13. Personal que se requerirá para la planta

Área	Proceso	Nº de trabajadores
Almacén	Almacén de materia prima	1
	Almacén de producto terminado	1
Producción	Pesado de MP	1
	Lavado	1
	Trituración	1
	Secado	1
	Prensado	1
	Enfriado	1
	Cortado	1
	Lijado	1
	Jefe de Producción	1
	Mantenimiento	Técnico de mantenimiento
Control de calidad	Jefe de Control de Calidad	1
	Gerente	1
Administración	Logística	1
	Finanzas	1
Seguridad	Vigilante	2
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 14. Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles laborales (IPERC) de la planta de producción de tableros aglomerados**

IDENTIFICACIÓN						EVALUACIÓN DE RIESGO INICIAL						INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO	SIGNIFICANCIA DEL RIESGO	MEDIDA DE CONTROL A IMPLEMENTAR	
PROCESO	ACTIVIDAD	PELIGRO		RIESGO		PROBABILIDAD (P)				(S)	(S) X (P)				
		TIPO	DESCRIPCIÓN	SUCESO O EXPOSICIÓN PELIGROSA	DAÑO O DETERIORO DE LA SALUD / EQUIPO	(A)	(B)	(C)	(D)						
						ÍNDICE DE PERSONAS EXPUESTAS	ÍNDICE DE MEDIDAS DE CONTROLES EXISTENTES	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN	ÍNDICE DE TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RIESGO	ÍNDICE DE PROBABILIDAD (A+B+C+D)	ÍNDICE DE SEVERIDAD	VALOR DEL NIVEL DEL RIESGO			
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Manipulación y almacenaje de envases de tetra pak residuales	Disergonómico	Carga y descarga de fardos de envases de tetra pak residuales	Posturas disergonómicas	Dolores musculares, afectación a la columna	1	3	2	2	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de equipos de protección personal (Casco, Faja Lumbar con suspensión entre otros)
		Mecánico	Operación de equipo de transporte	Atropellamientos, choque	Golpes, fracturas	2	3	2	2	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Delimitación de señalización alrededor del área utilizada
PESADO DE MATERIA PRIMA	Pesado de los envases de tetra pak residuales	Disergonómico	Carga de objetos pesados	Posturas disergonómicas	Dolores musculares, afectación a la columna	1	3	2	2	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de equipos de protección personal (Casco, Faja Lumbar con suspensión entre otros)
LAVADO	Lavado de los envases de tetra pak residuales	Químico	Restros de detergente en el aire	Inhalación de material particulado	Enfermedades respiratorias (neumoconiosis)	1	2	2	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Equipo de protección personal (mascarilla de seguridad doble filtro).
		Disergonómico	Carga de objetos pesados	Posturas disergonómicas	Dolores musculares, afectación a la columna	1	3	2	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.

	Uso del lavador rotatorio	Eléctrico	Operación con máquina	electrocución	Luxación, quemaduras	1	2	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas , uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)
		Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).
TRITURACIÓN	Transporte de material lavado a la trituradora	Mecánico	Operación con máquina	Atascamiento	Cortes, amputaciones	1	3	3	3	9	3	27	INTOLERABLE	SI	Delimitación de señalización alrededor del área utilizada
		Disergonómico	Posturas prolongadas	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	3	2	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.
	Uso del triturador	Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	12	3	36	INTOLERABLE	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).
		Eléctrico	Operación con máquina	electrocución	Luxación, quemaduras	1	2	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas , uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)
SECADO	Transporte del material triturado a la secadora industrial	Mecánico	Operación con máquina	Atascamiento	Cortes, amputaciones	1	3	3	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Delimitación de señalización alrededor del área utilizada
		Disergonómico	Posturas prolongadas	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	3	2	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.
	Uso de la secadora industrial	Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	12	3	36	INTOLERABLE	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).

		Eléctrico	Operación con máquina	electrocución	Luxación, quemaduras	1	2	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas , uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)
<b>PRENSADO</b>	<b>Transporte del material seco a la prensa hidráulica</b>	Mecánico	Operación con máquina	Atascamiento	Cortes, amputaciones	1	2	2	3	8	3	24	IMPORTANTE	SI	Delimitación de señalización alrededor del área utilizada
		Disergonómico	Posturas prolongadas	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	2	2	8	3	24	IMPORTANTE	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.
	<b>Uso de la Prensa Hidráulica</b>	Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	12	3	36	INTOLERABLE	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).
		Eléctrico	Operación con máquina	Resbalamiento y Electrocuación	Caída / golpes / traumatismo encéfalo craneano / quemadura / muerte	2	3	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas , uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)
		Temperatura	Manipulación de máquina	Contacto directo con calderín a altas temperaturas	Quemaduras, estrés térmico	1	2	2	3	12	3	36	INTOLERABLE	SI	Uso de equipo de protección personal (lentes, guantes, mascarilla de seguridad doble filtro)
	<b>Transporte del aglomerado al área del</b>	Disergonómico	Carga de objetos pesados	Posturas disergonómicas	Dolores musculares, afectación a la columna	2	3	2	3	10	2	20	IMPORTANTE	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.

ENFRIADO	ventilador centrífugo	Mecánico	Operación con máquina	Atascamiento	Cortes, amputaciones	1	2	2	3	8	2	16	MODERADO	SI	Delimitación de señalización alrededor del área utilizada
	Uso del ventilador centrífugo	Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).
		Eléctrico	Operación con máquina	Resbalamiento y Electrocuación	Caída / golpes / traumatismo encéfalo craneano / quemadura / muerte	2	3	2	3	8	2	16	MODERADO	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas , uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)
CORTADO	Carga del aglomerado a la escuadradora	Físico	Exposición a cuchillas	Rozamiento	Cortes	1	3	3	3	10	2	20	IMPORTANTE	SI	Implementar protector o recubrimiento para disco sierra
	Medición y trazado del tablero requerido	Mecánico	Operación con máquina	Atascamiento	rasguños, cortes, amputaciones	1	3	3	3	10	3	30	INTOLERABLE	SI	Uso de equipo de protección personal (guantes) y delimitación de señalización alrededor del área utilizada
	Corte del aglomerado	Físico	Generación de material particulado	Inhalación de polvo y material particulado	Enfermedades respiratorias (neumoconiosis)	2	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de equipo de protección personal (lentes, mascarilla de doble filtro)
		Físico	Generación de astillas	Contacto directo con los ojos	Enfermedades o pérdida de la vista	1	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de equipo de protección personal (lentes)
		Locativo	Exceso de retazos del aglomerado en el piso	Resbalamiento	Caídas, fracturas, luxación	2	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Implementar depósitos cerca al área de cortado exclusivamente para estos residuos

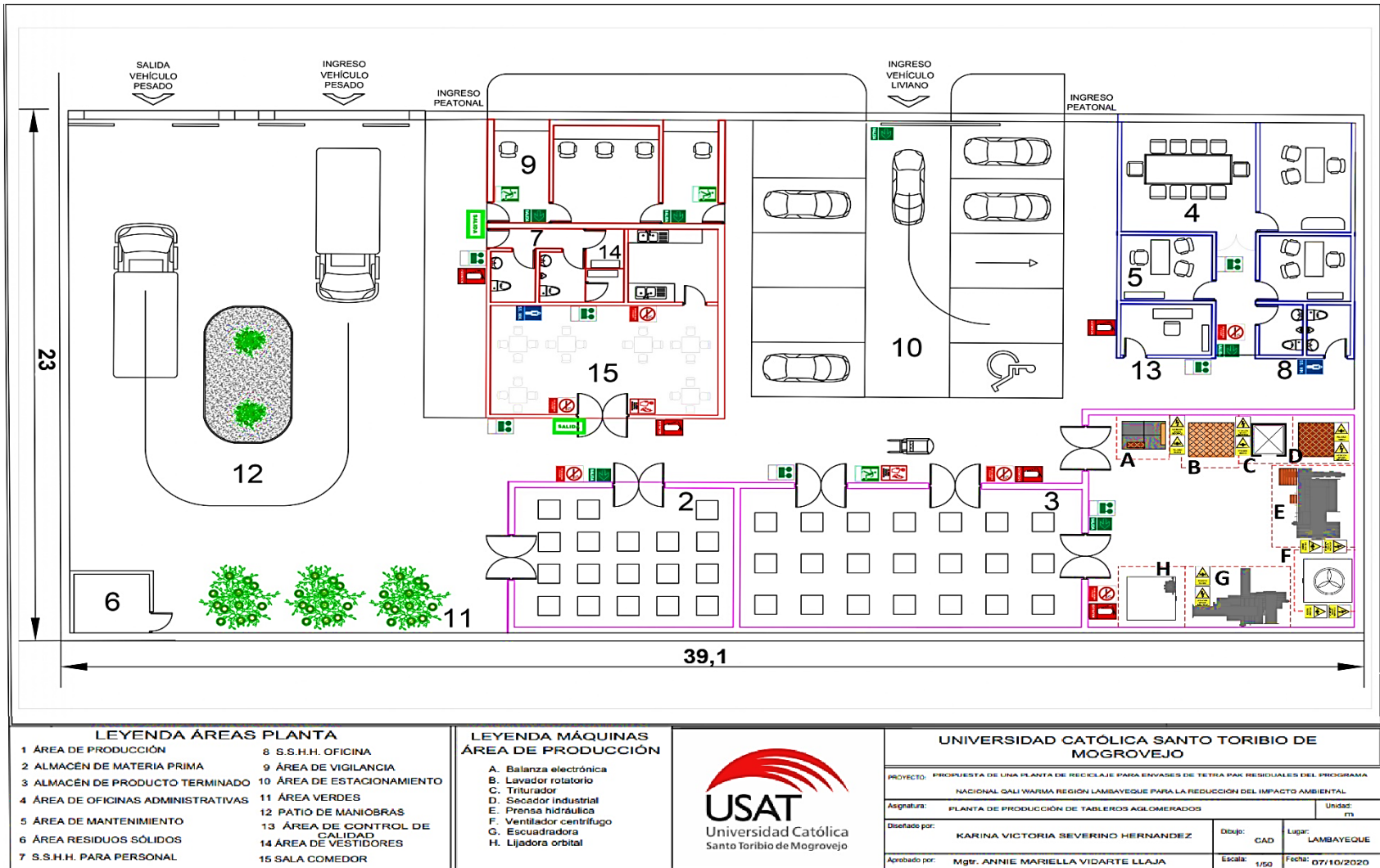
		Eléctrico	Operación con máquina	Resbalamiento, electrocución	Caídas, fracturas, luxación, quemaduras, muerte	3	3	3	3	10	2	20	IMPORTANTE	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas, uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)
		Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	12	3	36	INTOLERABLE	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).
		Disergonómico	Movimientos repetitivos con posturas inadecuadas	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Capacitación sobre posturas ergonómicas
	<b>Descarga del tablero aglomerado</b>	Disergonómico	Carga de objetos pesados	Disergonómico por posturas de trabajo	Dolores musculares, afectación a la columna, tensión en cuello u hombros	1	3	2	2	10	2	20	IMPORTANTE	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.
<b>LIJADO</b>	<b>Carga del tablero aglomerado a la lijadora orbital</b>	Mecánico	Operación con máquina	Atascamiento	Cortes, amputaciones	1	2	2	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Equipo de protección personal
		Disergonómico	Carga de objetos pesados	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.
	<b>Uso de la lijadora orbital</b>	Físico	Ruido	Ruido con decibeles por encima de los LMP	Sordera, aturdimiento, dolores de cabeza	3	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Equipo de protección personal (tapones).
		Disergonómico	Posturas prolongadas	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	2	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de Faja Lumbar con suspensión.
		Eléctrico	Operación con máquina	Resbalamiento, electrocución	Caídas, fracturas, luxación, quemaduras, muerte	3	3	3	3	8	2	16	MODERADO	SI	Señalización de las áreas expuestas a energía eléctrica, aislar cables mediante canaletas, uso de equipo de protección personal (zapato dieléctrico con punta composite-ISO 20345)

		Físico	Polvo del lijado	Inhalación de polvo y material particulado	Enfermedades respiratorias (neumoconiosis)	2	2	1	3	8	2	16	MODERADO	SI	Uso de equipo de protección personal (lentes, mascarilla de doble filtro)
	Descarga del tablero aglomerado lijado	Físico	Planchas pesadas	Caída de planchas encima del trabajador	Caída / golpes / fractura de huesos del pie	1	3	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Uso de equipos de protección personal
RECEPCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO	Transporte del tablero aglomerado al almacén de producto terminado	Disergonómico	Posturas prolongadas	Disergonómico por posturas de trabajo	Lumbalgias, tensión en cuello u hombros	1	3	2	2	12	3	36	INTOLERABLE	SI	Uso de montacargas eléctrico
	Manipulación y almacenaje del producto terminado	Mecánico	Operación de equipo de transporte	Atropellamientos, choque	Golpes, fracturas	2	3	2	2	9	2	18	IMPORTANTE	SI	Uso de señalización alrededor del área utilizada

Fuente: Elaboración propia



Anexo 15. Mapa de riesgos de la planta de producción de tableros aglomerados



LEYENDA ÁREAS PLANTA	
1	ÁREA DE PRODUCCIÓN
2	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA
3	ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO
4	ÁREA DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS
5	ÁREA DE MANTENIMIENTO
6	ÁREA RESIDUOS SÓLIDOS
7	S.S.H. PARA PERSONAL
8	S.S.H. OFICINA
9	ÁREA DE VIGILANCIA
10	ÁREA DE ESTACIONAMIENTO
11	ÁREA VERDES
12	PATIO DE MANIOBRAS
13	ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD
14	ÁREA DE VESTIDORES
15	SALA COMEDOR

LEYENDA MÁQUINAS	ÁREA DE PRODUCCIÓN
A.	Balanza electrónica
B.	Lavador rotatorio
C.	Triturador
D.	Secador industrial
E.	Prensa hidráulica
F.	Ventilador centrífugo
G.	Escudadora
H.	Lijadora orbital



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		
PROYECTO: PROPUESTA DE UNA PLANTA DE RECICLAJE PARA ENVASES DE TETRA PAK RESIDUALES DEL PROGRAMA NACIONAL GALI WARMA REGION LAMBAYEQUE PARA LA REDUCCION DEL IMPACTO AMBIENTAL		
Asignatura:	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS	Unidad: r73
Diseño por:	KARINA VICTORIA SEVERINO HERNANDEZ	Dibujo: CAD Lugar: LAMBAYEQUE
Aprobado por:	Mgr. ANNIE MARELLA VIDARTE LLAJA	Escala: 1/50 Fecha: 07/10/2020

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 16. Matriz Conesa para la identificación de impacto ambientales situación propuesta**

LUGAR	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DESEMPEÑO AMBIENTAL				TIPO DE IMPACTO	INTENSIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	IMPORTANCIA (I)	GRADO DE IMPACTO
				ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	PERÍODO	OCURRENCIA													
Qaliwarma	Distribución de productos envasados en tetrapak	Generación de residuo sólido	Contaminación del suelo	Cartón, polietileno, aluminio	89 692,94	anual	Diario	Negativo	1	2	3	3	1	1	1	4	2	1	23	Irrelevante
			Contaminación paisajística	Cartón, polietileno, aluminio	89 692,94	anual	Diario	Negativo	1	2	3	3	1	1	1	4	2	1	23	Irrelevante
			Huella de carbono	g CO2e	42 208 444	anual	Diario	Negativo	1	4	2	3	2	1	1	4	2	2	28	Moderado
		Emisiones gaseosas por operación de los vehículos	Alteración de la calidad del aire por incremento de la concentración de gases	CO2/l de gasolina	109 135	anual	Diario	Negativo	4	4	4	3	2	2	4	1	4	2	42	Moderado
		Generación de empleo local	Crecimiento de los niveles de empleo	N° empleos	17	anual	Diario	Positivo	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante
Distrito Lambayeque	Construcción de la planta	Dispersión de material particulado por movimiento de tierras.	Alteración de la estructura del suelo por compactación y asentamiento.	-	-	anual	Diario	Negativo	2	1	2	1	3	2	1	4	1	3	25	Moderado

	Generación de empleo local	Crecimiento de los niveles de empleo	N° empleos	10	anual	Diario	Positivo	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante
Pesado de MP	Emisiones de material particulado.	Alteración de la calidad de aire.	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	3	20	Irrelevante
Lavado	Consumo de agua	Incremento en el consumo local del agua	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	3	20	Irrelevante
Trituración	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Secado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Prensado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Enfriado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Cortado	Emisiones de material particulado.	Alteración de la calidad de aire.	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	2	19	Irrelevante
Lijado	Emisiones de material particulado.	Alteración de la calidad de aire.	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	2	19	Irrelevante
Almacenado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Proceso productivo	Generación de empleo local	Crecimiento de los niveles de empleo	N° empleos	18	anual	Diario	Positivo	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 17. Matriz Conesa temporal de impactos ambientales

LUGAR	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DESEMPEÑO AMBIENTAL				TIPO DE IMPACTO	INTENSIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	IMPORTANCIA (I)	GRADO DE IMPACTO
				ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	PERÍODO	OCURRENCIA													
Distrito Lambayeque	Construcción de la planta	Dispersión de material particulado por movimiento de tierras.	Alteración de la estructura del suelo por compactación y asentamiento.	-	-	anual	Diario	Negativo	2	1	2	1	3	2	1	4	1	3	25	Moderado
		Generación de empleo local	Crecimiento de los niveles de empleo	N° empleos	10	anual	Diario	Positivo	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante
	Pesado de MP	Emisiones de material particulado.	Alteración de la calidad de aire.	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	3	20	Irrelevante
	Lavado	Consumo de agua	Incremento en el consumo local del agua	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	3	20	Irrelevante
	Trituración	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
	Secado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
	Prensado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante

Enfriado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Cortado	Emisiones de material particulado.	Alteración de la calidad de aire.	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	2	19	Irrelevante
Lijado	Emisiones de material particulado.	Alteración de la calidad de aire.	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	2	1	1	1	4	2	19	Irrelevante
Almacenado	Generación de ruido	Incremento de los niveles de ruido local	-	-	anual	Diario	Negativo	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
Proceso productivo	Generación de empleo local	Crecimiento de los niveles de empleo	N° empleos	18	anual	Diario	Positivo	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante

**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 18. Capital de trabajo**

	<b>Año 1</b> <b>(S/)</b>	<b>Año 2</b> <b>(S/)</b>	<b>Año 3</b> <b>(S/)</b>	<b>Año 4</b> <b>(S/)</b>	<b>Año 5</b> <b>(S/)</b>
INGRESOS	1 894 648,83	2 083 150,26	2 276 839,28	2 475 994,64	2 680 478,15
<b>TOTAL INGRESOS</b>	1 894 648,83	2 083 150,26	2 276 839,28	2 475 994,64	2 680 478,15
EGRESOS					
Costos de Producción	502 539,84	502 539,84	502 539,84	502 539,84	502 539,84
Gastos Administrativos	232 088,00	232 088,00	232 088,00	232 088,00	232 088,00
Gastos de Comercialización	87 880,00	87 880,00	87 880,00	87 880,00	87 880,00
Intereses	66 448,82	59 803,94	53 159,06	46 514,18	39 869,29
Amortización	189 853,78	189 853,78	189,853.78	189 853,78	189 853,78
<b>TOTAL EGRESOS</b>	1 078 810,44	1 072 165,56	1,065,520.68	1 058 875,80	1 052 230,92
<b>SALDO</b>	815 838,39	1 010 984,70	1,211,318.60	1 417 118,84	1 628 247,23
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	815 838,39	1 826 823,09	3,038,141.69	4 455 260,53	6 083 507,76

**Fuente: Elaboración propia**

### Anexo 19. Flujo de caja

Concepto	Año 0 (S/)	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Préstamo al banco	1 878 376,00					
<b>INGRESOS</b>						
Cobranzas ventas año (Contado)		1 894 648,83	2 083 150,26	2 276 839,28	2 475 994,64	2 680 478,15
<b>TOTAL INGRESOS</b>		1 894 648,83	2 083 150,26	2 276 839,28	2 475 994,64	2 680 478,15
<b>EGRESOS</b>						
Costos de Producción		502 539,84	502 539,84	502 539,84	502 539,84	502 539,84
Gastos administrativos		232 088,00	232 088,00	232 088,00	232 088,00	232 088,00
Gastos de comercialización		87 880,00	87 880,00	87 880,00	87 880,00	87 880,00
Amortización de préstamos		189 853,78	189 853,78	189 853,78	189 853,78	189 853,78
<b>TOTAL EGRESOS</b>		1 012 361,62	1 012 361,62	1 012 361,62	1 012 361,62	1 012 361,62
Utilidad operativa		882 287,21	1 070 788,64	1 264 477,66	1 463 633,02	1 668 116,53
Depreciación		52 809,83	52 809,83	52 809,83	52 809,83	52 809,83
<b>SALDO BRUTO (antes de impuestos)</b>		829 477,38	1 017 978,81	1 211 667,83	1 410 823,19	1 615 306,70
Impuesto a la Renta		248 843,21	305 393,64	363 500,35	423 246,96	484 592,01
<b>SALDO (después de impuestos)</b>		580 634,16	712 585,17	848 167,48	987 576,23	1 130 714,69
Depreciación		52 809,83	52 809,83	52 809,83	52 809,83	52 809,83
<b>SALDO FINAL (Déficit / Superavit)</b>	<b>-1 878 376,00</b>	633 444,00	765 395,00	900 977,31	1 040 386,06	1 183 524,52
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	<b>-1 878 376,00</b>	<b>-1 244 932,00</b>	<b>-479 537,01</b>	<b>421 440,31</b>	<b>1 461 826,37</b>	<b>2 645 350,89</b>

Fuente: Elaboración propia