

# **INTRODUCCIÓN**

## Antecedentes

Hoy en día, existen una gran cantidad de productos de diferente grado de viscosidad en cuanto a productos de diferente índole, como ser la línea alimenticia (salsas, aderezos, caramelos, aceites, etc.), línea de limpieza (lavavajillas, ceras, detergentes, limpiadores, etc.), línea de cosmética (esmaltes, pinturas, cremas, geles, etc.), línea de pinturas (pinturas elaboradas a base de óleo, pinturas elaboradas a base de agua, acrílico, sintético, etc.), medicamentos (Jarabes, gotas, ungüentos), línea automovilística (lubricantes para todo tipo de vehículos)

### Cuadro N° I - 1. Medida de aceites para vehículos según su viscosidad



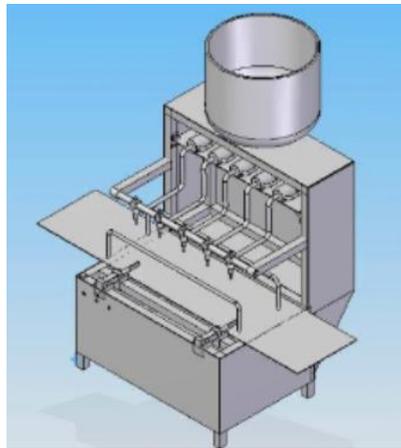
Fuente: Selección de aceite; Richard Widman

Es por ello que existen grandes compañías que innovan en la construcción de instrumentos de monitoreo en fluidos como lo es la empresa Rheonics, quienes elaboran productos para la detección de densidades y viscosidades, también se encargan de elaborar maquinaria dispensadora de líquidos para cualquier coeficiente de viscosidad y de volumen variable.

Más aún, durante esta crisis sanitaria por el COVID 19 en Bolivia, se incrementó la demanda de alcohol en gel en 10 veces su número y 3 veces la del jabón líquido, según el portal de información y diario digital “Money” quienes realizaron una entrevista directa al gerente general de UNILEVER Bolivia; señor Fernando Ciarrocca. Al ser estos productos los más demandados por la población boliviana se requiere una producción constante y, obviamente, en grandes cantidades de diferentes volúmenes de envasado.

Para la optimización del proceso de envasado se adecuaron varios tipos de maquinarias de proceso automático y semi-automático, los cuales se adaptan al tipo de producto envasado y al tipo de tecnología de la empresa, así por ejemplo, investigando en distintas páginas de internet se encuentran proyectos que se relacionan con el tema de estudio, como el de: “Diseño de máquina llenadora para fluidos viscosos” el cual se centra en el envasado de lubricantes de viscosidad elevada, elaborada por los señores Nelson Daniel López Quiñones y Dagoberto Cuero Hurtado. Estos estudios realizados expresan una clara ventaja de envasado respecto a la utilización de tiempos y ergonomía de los trabajadores, además de la automatización total mediante la elaboración de un software simulado para la dosificación correcta de la maquinaria.

### **Cuadro N° I - 2. Método de envasado diseñado para la empresa de lubricantes “Súper Delta”**



Fuente: Diseño de máquina llenadora para fluidos viscosos; Nelson Daniel López Quiñones y Dagoberto Cuero Huertado

### **Antecedentes de la empresa**

#### **Nombre de la empresa**

La empresa, objeto de estudio del presente proyecto, es una empresa de la ciudad de Tarija administrada por el señor Wilson Godoy Rojas de nacionalidad boliviana, quien dirige la empresa junto a sus hijos profesionales que le colaboran en asuntos de logística y funcionamiento de la empresa. La empresa posee las siguientes características de funcionamiento:

- **Razón Social:** WILSON GODOY-FAPROLIMPG
- **Matrícula de funcionamiento:** 00129662
- **Tipo de Sociedad Comercial:** EMPRESA UNIPERSONAL
- **NIT:** 03609743011
- **Licencia de Funcionamiento:** 12880
- **Dirección:** Calle Los Lirios N° S/N Zona EL PARAISO

### **Rubro al que se dedica la empresa**

FAPROLIMPG es una organización dedicada a la elaboración y venta de artículos de limpieza personal, automovilística y del hogar. Posee una gran gama de productos de desinfección y limpieza, los cuales son requeridos en mayor cantidad durante los últimos años debido a la crisis sanitaria que se vivió en nuestro país y el mundo.

La demanda de productos de limpieza para automóviles va en aumento debido a la cantidad de personas que tienen la posibilidad para adquirir un vehículo, que, a su vez, es evidentemente proporcional a la cantidad de habitantes en nuestro país que tienen la edad adecuada para conducir. Es así, que es factible pensar en la ampliación de productos elaborados por la empresa para este sector de la población, como ser ceras, limpiadores y abrillantadores de automóvil.

### **Misión**

“La empresa FAPROLIMPG dedica sus actividades a la comercialización de productos de limpieza y cosmetología, enfoca sus directrices hacia la satisfacción de sus clientes, ofreciendo sus productos de calidad, servicio calificado, eficiencia en los tiempos de entrega, asesoría, respaldo técnico y acompañamiento en los proyectos emprendidos.

Para ello cuenta con la infraestructura, el capital humano capacitado, comprometido con los procesos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos por nuestra empresa a beneficio de la clientela” (Misión-FAPROLIMPG)

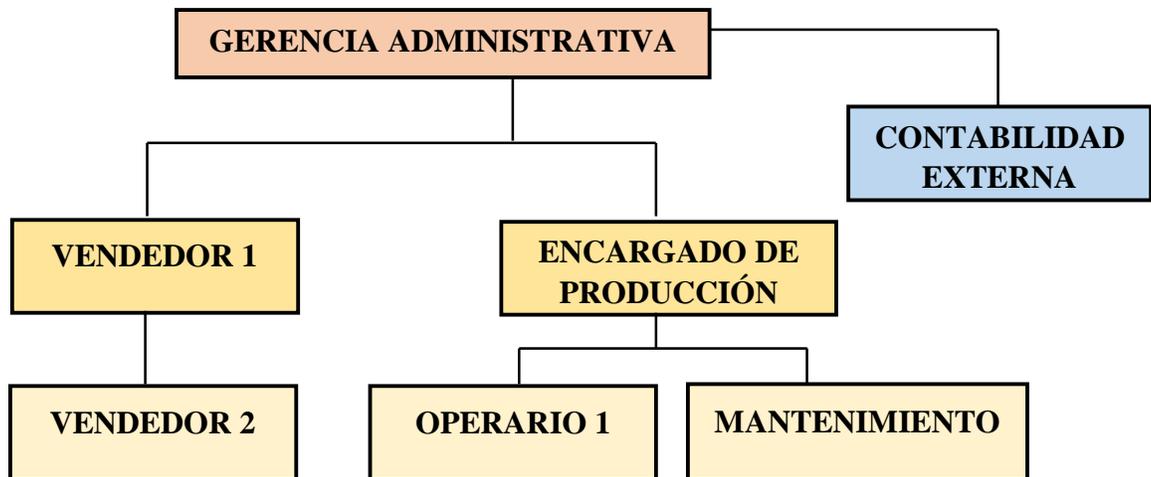
## Visión

“La empresa FAPROLIMPG se inclinará por la consolidación de su posicionamiento a nivel nacional como una de las mejores empresas, por sus estándares de calidad, alto nivel de satisfacción de sus clientes, tanto internos como externos y compromiso de cumplir con los objetivos propuestos”

## Organigrama de la empresa

El organigrama de la empresa es el siguiente:

**Esquema N° 1.1. Organigrama de la empresa FAPROLIMPG**



Elaboración: FAPROLIMPG

- **Gerencia Administrativa.** Está encargada de la supervisión y planificación de la empresa.
- **Contabilidad Externa.** Se encarga de la administración de los recursos generados y utilizados en la venta y producción dentro de la empresa.
- **Encargado de Producción.** Es responsable de la producción, calidad y control de los productos que genera la empresa.
- **Operario 1.** Se encarga del proceso de producción de los diferentes productos que ofrece la empresa.
- **Mantenimiento.** Se encarga del orden, limpieza y reparación de la maquinaria e implementos utilizados en la producción.

- **Vendedor 1.** Se encarga de la búsqueda y recepción de pedidos de mayor magnitud tales como adjudicaciones a instituciones públicas o envíos interdepartamentales. Así también, se encarga de recepcionar las solicitudes de producto del vendedor 2 y las anota en el inventario de stock disponible.
- **Vendedor 2.** Se encarga del transporte y venta diaria en los diferentes mercados de la ciudad, pasando tienda por tienda ofreciendo los productos de la empresa. En el caso de falta de productos disponibles para la venta diaria, solicita al vendedor 1 la cantidad necesaria y continúa su recorrido por los mercados y tiendas de barrio de la ciudad.

### **Personal de la empresa**

La empresa cuenta con trabajadores fijos que día a día cumplen con las funciones de producción, envasado, etiquetado y limpieza de los productos que ofrece la empresa.

Ocasionalmente, cuando el pedido requiere de mayor colaboración, por su dificultad de preparado o cantidad de elaboración, el propietario, junto a sus hijos, ayuda en la elaboración de los productos finales.

Para los pedidos de materia prima, envíos al interior del país, publicidad y ventas en general la empresa cuenta con dos personas encargadas en la oficina principal.

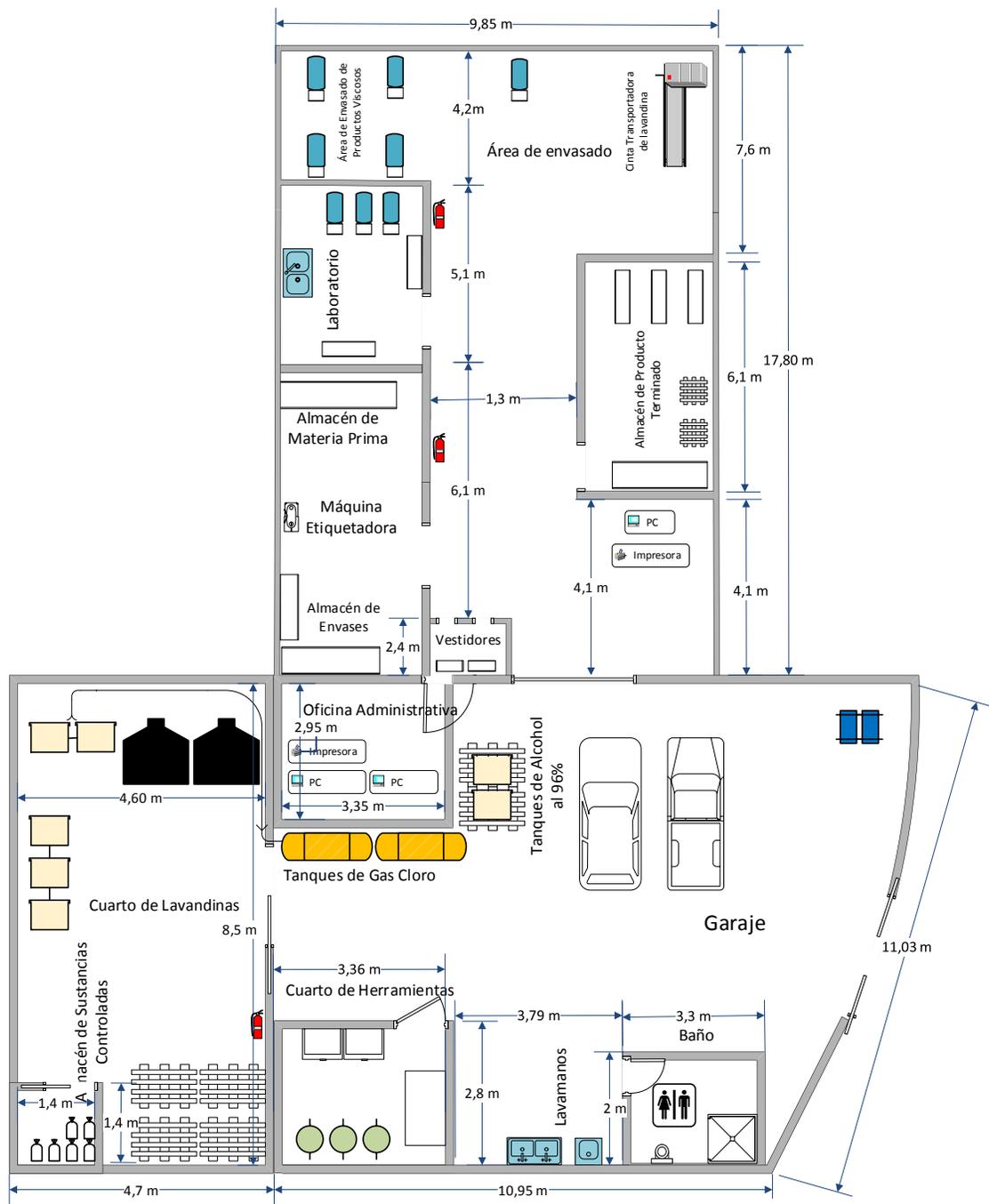
### **Ubicación geográfica de la empresa**

La empresa se sitúa al norte de la ciudad de Tarija en el Barrio El Paraíso, calle Los Lirios N° S/N. donde se encuentran sus oficinas, área de trabajo, almacenaje de materia prima y producto terminado.

### **Distribución de la superficie física de la empresa**

La distribución en planta de todos los productos y procesos se muestra a continuación.

Diagrama N°1.1. Lay-Out de la empresa



Fuente: Elaboración propia

## **Planteamiento del problema**

En la empresa FAPROLIMPG se tiene una gran gama de productos de distintas viscosidades como ser lavavajillas, limpia pisos, alcohol en gel, jabones líquidos, lavandina y alcohol. Afortunadamente, ya se cuenta con un sistema de envasado semi-automático para la lavandina y el alcohol, pero no así para los productos más viscosos, por lo que se vio la oportunidad de mejoramiento en el proceso de envasado.

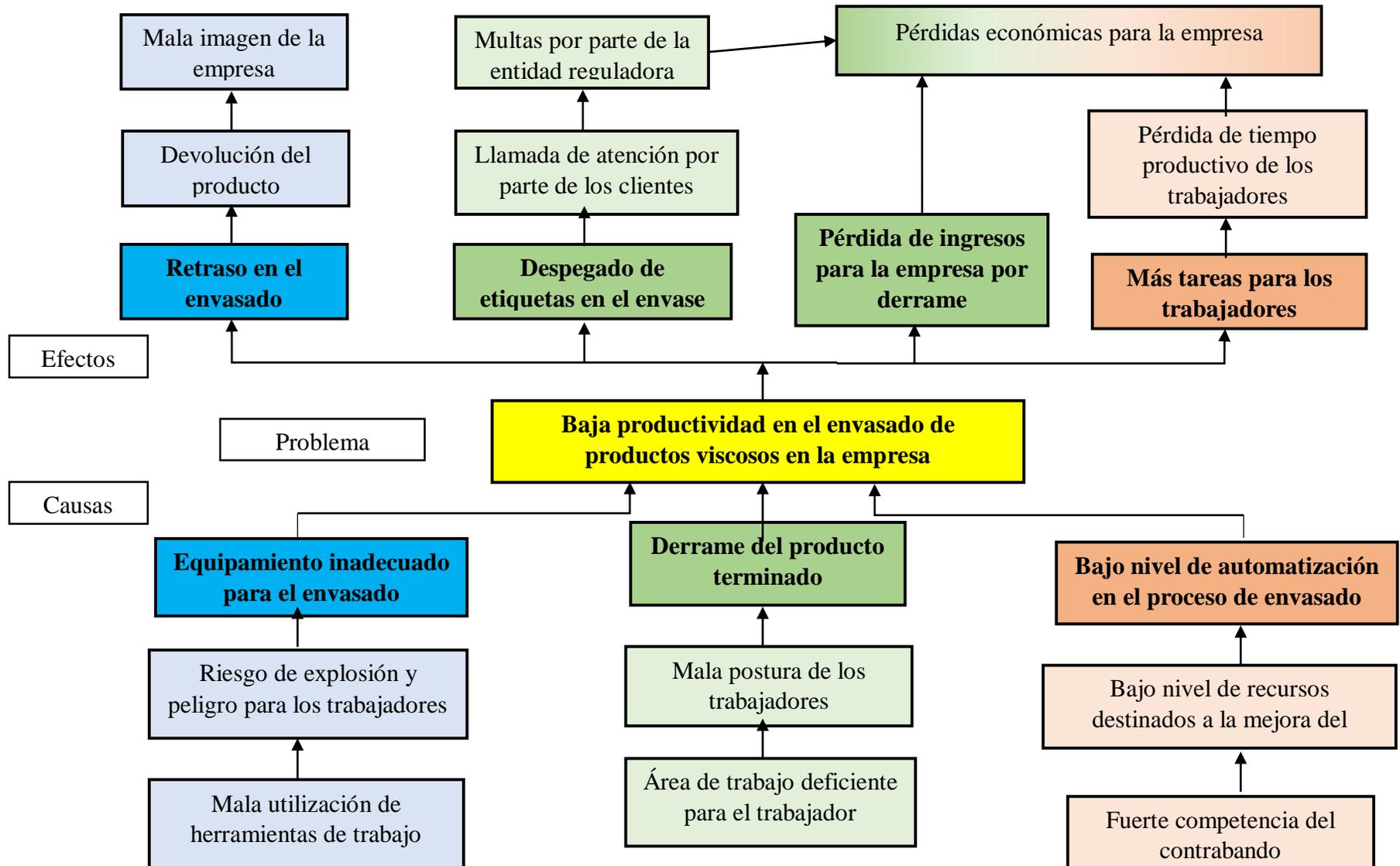
Hoy en día existe una demora en el proceso de embotellado de productos viscosos ya que se necesita preparar y acomodar las herramientas necesarias para realizar este proceso, mismo que consiste en: Tapar el tacho de PVC de 200 litros con su respectivo seguro, si no cuenta con el mismo se adapta un alambre para asegurar la tapa del recipiente, esta tapa cuenta con un orificio hechizo a medida de la manguera de una compresora de aire; dicha compresora cumple la función de aumentar la presión dentro del tacho que contiene el producto viscoso a ser envasado para que salga con mayor velocidad.

A primera vista se observa una mala postura de trabajo en el proceso de envasado ya que el trabajador debe sostener el envase con una mano y con la otra, abrir y cerrar la llave de paso, además, periódicamente debe abrir y cerrar la válvula de la compresora de aire para que el tacho del producto se llene de aire y así pueda aumentar la presión dentro del mismo.

Así también, se puede detectar cierto nivel de error en el respectivo llenado de los envases de distintos volúmenes, lo que conlleva al derrame del producto en el piso o por la parte exterior del envase. Este problema de derrame se refleja en pérdidas de producto terminado para la empresa además de un grave problema en el pegado de las etiquetas ya que, al estar los envases manchados, las etiquetas ya no se pegan de manera correcta y corren el riesgo de perderse, esto incurre directamente en problemas y sanciones por parte de la entidad reguladora que se encarga del control en cuanto a la venta de estos productos.

Árbol de problemas

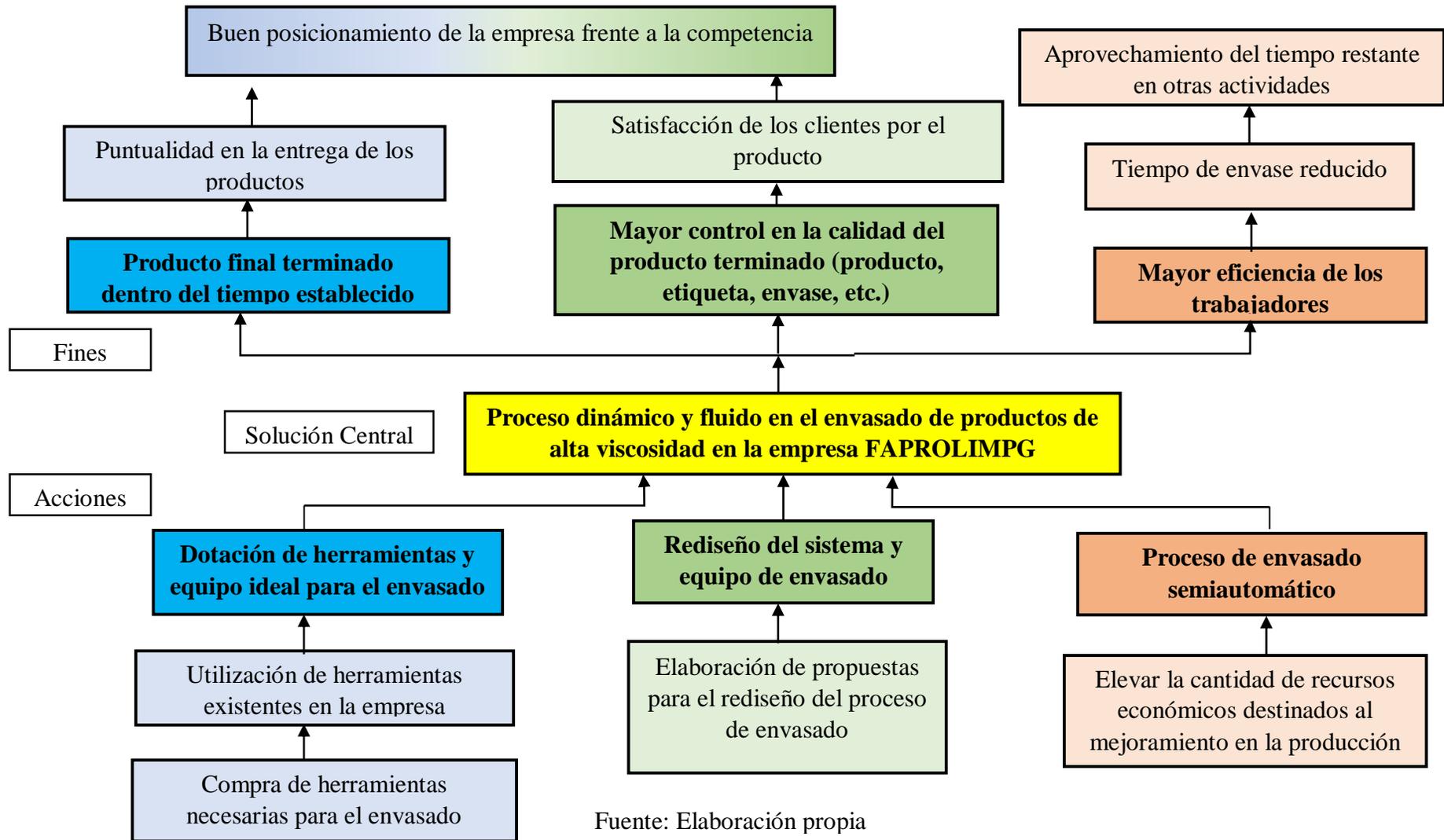
Esquema N° 1.2. Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración propia

## Árbol de soluciones.

Esquema N° 1.3. Árbol de Soluciones



Después del análisis de la problemática surge la pregunta:

¿De qué manera se puede optimizar el proceso de envasado en los productos más viscosos en la empresa FAPROLIMPG?

### **Objetivo General**

Diseñar un sistema de envasado para productos de limpieza de alta viscosidad en la empresa FAPROLIMPG de la ciudad de Tarija, para optimizar el proceso de envasado durante la gestión 2024.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en el proceso de envasado de los productos más viscosos.
- Diseñar el sistema de envasado y comparar los resultados obtenidos.
- Elaborar los manuales de funcionamiento y procedimiento para su correcta manipulación.
- Realizar un análisis económico de la propuesta.

### **Delimitación del proyecto**

#### **Límite científico**

El presente proyecto busca la mejora en el sistema de envasado dentro la línea de productos de limpieza de alta viscosidad en la empresa FAPROLIMPG, realizando un análisis de la situación actual y de la mejor solución para abordar la problemática tomando en cuenta las características reológicas del producto, así como el costo de implementación del mismo.

El trabajo de investigación tendrá un enfoque mixto o metodología de investigación mixta, donde se utiliza más de un método para obtener resultados como ser la toma de datos de tiempo, distancia y observación en el realizado de las tareas para determinar datos cualitativos que son difícilmente medibles, así como la postura del trabajador

### Límite geográfico

El proyecto se limita geográficamente a la ubicación actual de la empresa donde se realizan todas las operaciones, desde la recepción de materia prima, elaboración, envasado y almacenaje de productos terminados.

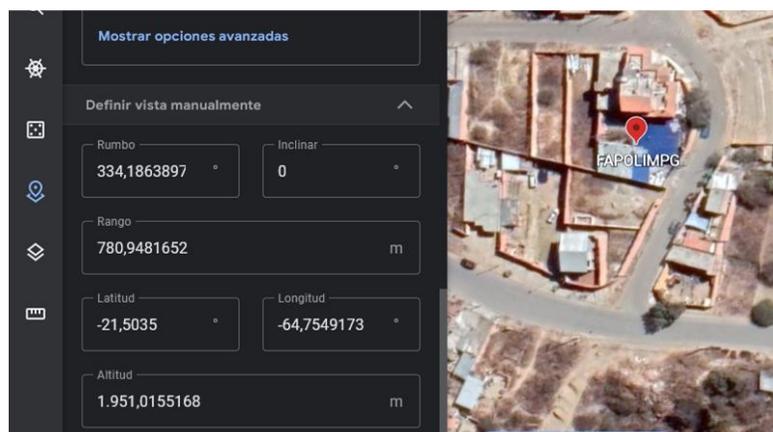
La empresa se sitúa actualmente al norte de la ciudad de Tarija en el Barrio El Paraíso, calle Los Lirios N° S/N, a continuación, en los gráficos siguientes se detalla la longitud y latitud de la empresa y su ubicación georeferencial a través de la página web Google Earth.

#### Cuadro N° I - 3. Ubicación de la empresa FAPROLIMPG



Fuente: Google Earth

#### Cuadro N° I - 4. Longitud y Latitud de la empresa FAPROLIMPG



Fuente: Google Earth

### **Límite Temporal**

El desarrollo del Proyecto de Grado, se llevará a cabo en un tiempo determinado, que consta desde el mes de febrero de la gestión 2024 hasta julio de la misma gestión. Este proyecto será presentado bajo el reglamento de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y defendido ante un tribunal calificador donde participará el director de Departamento y Docentes de la carrera.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

### **Justificación económica**

El presente trabajo pretende reducir los costos e incrementar la productividad de la empresa FAPROLIMPG, esto se ve reflejado directamente en las ganancias que posee la empresa por la venta de sus productos, ya que, al reducir los costos de operación en mano de obra y tiempo de envasado se logra aprovechar las horas hombre empleadas y disminuir posibles riesgos que conlleven a gastos considerables e inesperados.

### **Justificación Social**

Así también el presente proyecto puede servir de base para otras empresas de diferentes rubros alimenticios u otros (miel, embutidos, salsas, aceites), incursionen en el rediseño de su sistema de envasado y mejorar el aprovechamiento de sus recursos para elevar las ganancias generadas por los mismos.

De esta manera, se incentiva a los emprendedores de la ciudad de Tarija y nacionales que tengan estas características de producto a mejorar continuamente para poder proyectar un alza en sus volúmenes de producción.

### **Justificación Académica**

Ya que el objeto principal de este proyecto es la optimización de procesos, reducción de tiempos, mejoras en la dosificación y análisis de la ergonomía del trabajador, se percibe que encaja muy bien dentro del perfil de análisis de un ingeniero industrial, por lo que se fortalece el conocimiento y la puesta en práctica de los años de enseñanza en la universidad.

CAPÍTULO I  
MARCO TEÓRICO

## **1.1.MARCO TEÓRICO**

### **1.1.1. Información**

Según Idalberto Chiavenato, la definición de información “es un conjunto de datos con un significado, o sea, que reduce la incertidumbre o que aumenta el conocimiento de algo” (**Idalberto Chiavenato - Introducción a la teoría general de la Administración-7ª Edición-2006**, pag.110)

La información “comprende los datos y conocimientos que se usan en la toma de decisiones” (**Para Ferrell y Hirt - Introducción a los negocios en un mundo cambiante-2004**, p.121)

La información “consiste en datos seleccionados y ordenados con un propósito específico” (**Czinkota y Kotabe - Administración de mercadotecnia-2001**, p.115)

### **1.1.2. Población**

Se entiende por población al conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y un momento determinado. **Silvia Hernández Hermosillo (2013)**.

### **1.1.3. Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación es la forma en la que el investigador se aproxima al objeto de estudio. Es la perspectiva desde la cual aborda el tema, que variará dependiendo del tipo de resultados que espera encontrar.

### **1.1.4. Enfoque cualitativo**

Un enfoque cualitativo de la investigación permite alcanzar un análisis sistemático de información más subjetiva. A partir de ideas y opiniones sobre un determinado asunto, se abre el análisis no estadístico de los datos, que luego son interpretados de una forma subjetiva pero lógica y fundamentada.

### **1.1.5. Enfoque cuantitativo**

En el enfoque cuantitativo el análisis de la información se basa en cantidades y/o dimensiones. Es decir, el elemento numérico tiene protagonismo. Cuando en una

investigación se usa un enfoque cuantitativo, las hipótesis del investigador se someten a mediciones numéricas y sus resultados se analizan de forma estadística. Se trata de una investigación objetiva y rigurosa en la que los números son significativos.

#### **1.1.6. Enfoque mixto**

Se trata de un paradigma relativamente reciente que combina los enfoques cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio. Aunque no es muy popular entre los científicos, ha encontrado acogida en algunos estudios relacionados con las ciencias sociales.

#### **1.1.7. Entrevista**

La entrevista se define como una conversación que, según las intenciones finales por las cuales es realizada, brindará unos resultados que permitirán avanzar con lo planteado. Debido a su carácter interactivo y a su semejanza con las conversaciones del día a día entre las personas, tiene un fundamento menos limitativo o formal, que impulsa a obtener los resultados deseados.

Una entrevista sirve para obtener algún tipo de información específica mediante un proceso de participación y conversación entre dos o más personas. La entrevista es un instrumento que se ha popularizado y cuyo uso se ha visto masificado en distintos oficios y prácticas profesionales debido a su carácter genuino y personal. (Tovar, 2017).

#### **1.1.8. Investigación**

“La investigación se asume como un proceso social que busca dar respuestas a problemas del conocimiento, los cuales pueden surgir de la actitud reflexiva y crítica de los sujetos con relación a la praxis o a la teoría existente.” **Bellazmín Arenas, Jairo Toro Diaz, José Armando Vidarte Claros – Revista científica de la Universidad Autónoma de Manizales Vol. 8 (2000)**

### **1.1.9. Metodología de la investigación**

“La metodología describe, valida y en cierto modo, prescribe un conjunto de reglas (...) que el investigador debe considerar para construir y validar conocimientos científicos” **(Klimovsky, 1998, citado por Yuni, 2006)**

Metodología de la Investigación; Mc Graw – Hill (1997) denota los siguientes tipos de investigación: Exploratorios, descriptivos, correlacionales, explicativos.

### **1.1.10. Estudios exploratorios**

“Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no lo ha sido abordado antes” **Mc Graw – Hill (1997)**

### **1.1.11. Estudios descriptivos**

“los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier fenómeno que sea sometido a análisis” **(Dankhe, 1986).**

### **1.1.12. Estudios correlacionales**

“Este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables” **Mc Graw – Hill (1997)**

### **1.1.13. Estudios explicativos**

“Están dirigidos a responder las causas de los eventos físicos o sociales”. **Mc Graw – Hill (1997)**

### **1.1.14. Reología.**

Se refiere al estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos **(Real Academia Española-2021)**

### **1.1.15. Eficiencia**

Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado **(RAE, 2001)**; “Expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto económico para lograr el cumplimiento de un objetivo

determinado, minimizando el empleo de recursos”. (**Fernández – Ríos y Sánchez, 1997**)

#### **1.1.16. Eficacia**

Es la capacidad de lograr el efecto que se desea o espera (RAE, 2001); Capacidad de una organización para lograr los objetivos, incluyendo la eficiencia y factores del entorno. (**Fernández – Ríos y Sánchez, 1997**)

#### **1.1.17. Viscosidad**

El concepto de viscosidad surgió con Sir Isaac Newton en su obra “Philosophiae Naturalis Principia Mathematica” afirmó que la resistencia ejercida, que surge a partir de una falta en el deslizamiento de un fluido; si el resto de factores se mantienen, es proporcional a la velocidad a la que las partes de un fluido son separadas entre sí. De este modo se establece la proporcionalidad existente entre el esfuerzo por unidad de área ( $F/A$ ) necesario para producir un gradiente de velocidades en un fluido, siendo la constante de proporcionalidad un factor que describe “la capacidad de deslizamiento de un fluido” posteriormente, esa constante de proporcionalidad fue llamada viscosidad.

Debido al trabajo de la obra mencionada, se denominó a la mayor parte de fluidos, fluidos Newtonianos en honor a primer estudioso.

La viscosidad está relacionada con la resistencia que opone un fluido a ponerse en movimiento al aplicarse sobre él esfuerzos cortantes (los esfuerzos normales no son capaces de poner en movimiento un fluido). Por esta razón, un aspecto relevante en el transporte de fluidos es el valor de esta propiedad. (Reología; **Alberto Monsalve G. 2010**).

#### **1.1.18. Fluido Newtoniano**

“Se entiende por fluido Newtoniano a aquel fluido cuyo valor de viscosidad, a una presión y temperatura dadas, es único para cualquier velocidad de cizalla, siendo independiente del tiempo de aplicación de la cizalla”. (**JC García Quesada – Reología, 2008**).

### 1.1.19. Ámbitos en los que influye el rediseño de un proceso.

El rediseño establece los cambios que deberán efectuarse en la situación actual y detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos, es la fase más importante, ya que se definirán las nuevas formas de operar y su desempeño. Los ámbitos que influye el rediseño son los siguientes:

- **Estructural:** Cambio en el proceso mismo (cambian las operaciones, se eliminan duplicidades, etc.).
- **Productividad:** Análisis de ciclo y costeo de actividades.
- **Responsabilidades:** Se modifica la asignación de responsabilidad (personal, centralizar o descentralizar responsabilidades, etc.).
- **Integración:** Mejorar el grado de integración entre la capa de la estrategia, operacional (procesos) y tecnología (producción y TI).

El Diccionario de Oxford, dice que rediseñar, es volver a diseñar algo o modificar un diseño previo. El rediseño de procesos, consiste en rediseñar el actual proceso defectuoso.

Se inicia tan pronto, como se complete la etapa de análisis del proceso actual, el rediseño de procesos, no es tan radical como la reingeniería, puede, por ejemplo, aplicarse a una parte del proceso de negocio y tiene como objetivo, mejorar el grado de competitividad, a través de técnicas de optimización, de procesos.

### 1.1.20. Etapas del rediseño de procesos

El rediseño de procesos tiene 5 etapas, para el rediseño y reingeniería:

#### I. Arranque de la implantación:

En este punto, se debe aceptar, que se requieren cambios dentro de la empresa, primero se debe conversar y analizar todas las reestructuraciones, que se requieren para implementar la reingeniería, además se debe estudiar el estado actual, de la organización, con respecto a la reingeniería y plantear un plan-calendario de actuaciones.

## **II. El factor humano del cambio:**

Se debe preparar y motivar al personal, para afrontar los cambios de manera optimista, es decisivo en este punto, analizar los beneficios que esto traerá, así también se debe tener conocimiento, de que no siempre tiene éxito este cambio. Dentro de esta etapa, se tiene que formalizar, un equipo de trabajo, que comunique al personal y a toda la empresa, sobre el rediseño o la reingeniería.

## **III. Análisis de los procesos:**

Aquí se da comienzo, al desarrollo y realización de los planes preparativos, para la actuación, que permitirá contemplar el análisis cualitativo y cuantitativo de los procesos. La metodología, incorpora las técnicas, herramientas y la descripción de las áreas involucradas, los recursos y cómo se realiza la incorporación de estos, en la implantación del cambio radical.

## **IV. Implantación del cambio/ innovación:**

En esta fase, se entra de lleno en la parte más operativa del cambio, se evalúan los procesos de la organización y se realizan los preparativos necesarios para desarrollar el cambio. La implantación del cambio, se realiza de la siguiente manera: indagar cómo la tecnología, puede contribuir a la revisión radical, diseñar un plan de implantación de apoyo

## **V. Supervisión y evaluación de la implantación:**

Se basa, en establecer sistemas de evaluación y seguimiento, se debe ser consciente, de que el cambio es dinámico y se debe transmitir los logros alcanzados y la necesidad de continuar con este plan.

### **1.1.21. Dimensiones de optimización en el rediseño**

Las dimensiones de optimización en el rediseño son: reducción de los tiempos de ciclo, mejoramiento de la calidad de los productos y servicios y reducción de costos.

El rediseño, establece los cambios que deberán efectuarse, en la situación actual y detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos. Es la fase más importante, se definen las nuevas formas de operar y su desempeño, **Carrizo Acosta Mario (2019)**

### 1.1.22. Objetivos del rediseño de procesos

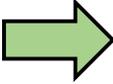
Según **Hugo Caselli Gismondi (2009)**, los objetivos principales del rediseño son:

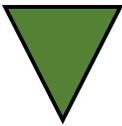
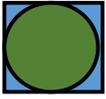
- Hacer el tiempo más eficiente.
- Elimina tareas sin aporte de valor.
- Elimina tiempos muertos.
- Hace el proceso más efectivo.
- Permite predecir y controlar el proceso.

### 1.1.23. Diagrama de flujo de procesos.

El Diagrama de Flujo o Flujograma, es un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc. Dicha simbología será presentada bajo dos normas importantes, las cuales serán utilizadas para representar los procesos desarrollados dentro de la empresa para una mejor descripción. **Gómez Cejas, Guillermo. Año 1.997;**

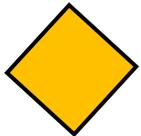
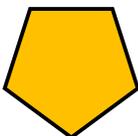
**Tabla N° I - 2. Símbolos de la norma ISO-9000 para elaborar diagramas de procesos**

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento
	Inspección	Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas
	Transporte	Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro

	Espera	Indica la demora en el desarrollo de los hechos o abandono momentáneo
	Almacenamiento	Indica el depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde sea recibido o entregado
	Combinada	Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo

Fuente: Guillermo Cejas (1997)

**Tabla N° I - 3. Símbolos de la norma ANSI para elaborar diagramas de flujo**

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Terminal	Indica el inicio o la terminación del flujo, se usa para indicar que recibe/proporciona información
	Disparador	Indica el inicio de un procedimiento, conteniendo el nombre de la unidad administrativa
	Operación	Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento
	Decisión o Alternativa	Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más opciones
	Documento	Representa cualquier documento que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento
	Conector de página	Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continua el diagrama de flujo
	Conector	Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte del mismo

Fuente: Guillermo Cejas (1997)

#### 1.1.24. Cursograma analítico

El cursograma es un diagrama, que aborda un proceso de modo más detallado que el diagrama sinóptico, ya que en él se encuentran incluidas e ilustradas, las cinco actividades fundamentales. Es por ello que se toma como una segunda etapa, en donde se introducen los detalles relativos, al almacenamiento, manipulación y movimiento de los materiales en la fabricación. **Manene Luis Miguel (2011).**

Estos representan gráficamente el orden en que suceden las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y los almacenamientos durante un proceso o un procedimiento, e incluye información adicional, tal como el tiempo necesario y la distancia recorrida.

#### **1.1.25. Diagrama de proceso Bi-manual**

Para este diagrama se utilizan generalmente los símbolos descritos para identificar las actividades del proceso, aunque en la práctica realmente se utilizan con mayor frecuencia las correspondientes a operación transporte y espera. Como el diagrama bimanual se emplea principalmente para estudiar los movimientos de las manos y algunas veces de los pies, rara vez se utiliza el símbolo de inspección, ya que se clasifican como operaciones los movimientos de las manos para inspeccionar un artículo. Es evidente que no cabe utilizar el signo de almacenamiento. La inactividad de una mano es normalmente temporal y por consiguiente una espera (**Durán, 2007**)

#### **1.1.26. Composición de diagrama bimanual**

El formulario de diagrama deberá comprender:

- Espacio en la parte superior para la información habitual
- Espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo (equivalente al del diagrama de recorrido que se utiliza junto con el Cursograma analítico) o para el croquis de las planillas, etc.
- Espacio para los movimientos de ambas manos
- Espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad

Al componer diagramas conviene tener presentes estas observaciones:

- Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones
- Registrar una sola mano cada vez
- Registrar unos pocos símbolos cada vez
- La acción de recoger otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones

- Registrar las acciones en el mismo renglón solo cuando tienen lugar al mismo tiempo
- Las acciones que tiene lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. (**Kanawaty, INTRODUCCION AL ESTUDIO DE TRABAJO, 1957**)

#### **1.1.27. Equipo de protección personal**

Ciertos riesgos profesionales graves, ni la prevención técnica ni las disposiciones administrativas pueden ofrecer un grado suficiente de protección. Por consiguiente, es necesario aplicar un tercer tipo de defensa, a saber, el equipo de protección personal. Este tipo de equipo está justificado en situaciones de emergencia, como un accidente grave, un escape o un incendio, o en circunstancias excepcionales como el trabajo en un lugar confinado. En los demás casos el suministro y el mantenimiento de tal equipo puede resultar costoso y algunos trabajadores es posible que se resistan a utilizarlo. Es aconsejable, por lo tanto, que representantes de la dirección y de los trabajadores examinen antes conjuntamente este asunto y recaben la opinión del comité de salud y seguridad, si lo hay (**Kanawaty, INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO, 1957**)

#### **1.1.28. Distribución en planta.**

Según **Muther Richard (1970)**, la distribución en planta, implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Un estudio de distribución en planta, puede aplicarse en una instalación ya existente, o en una nave nueva, o en proyección

#### **1.1.29. Tipos de distribución en planta**

Existen tres tipos básicos de distribución:

### A. Distribución por proceso:

Agrupar a las personas y al equipo que realizan funciones similares y hacen trabajos rutinarios en bajos volúmenes de producción. El equipo es poco costoso, pero se requiere mano de obra especializada para manejarlo, lo cual proporciona mayor satisfacción al trabajador.

#### i. Proceso de trabajo:

Los puestos de trabajo se sitúan por funciones homónimas.

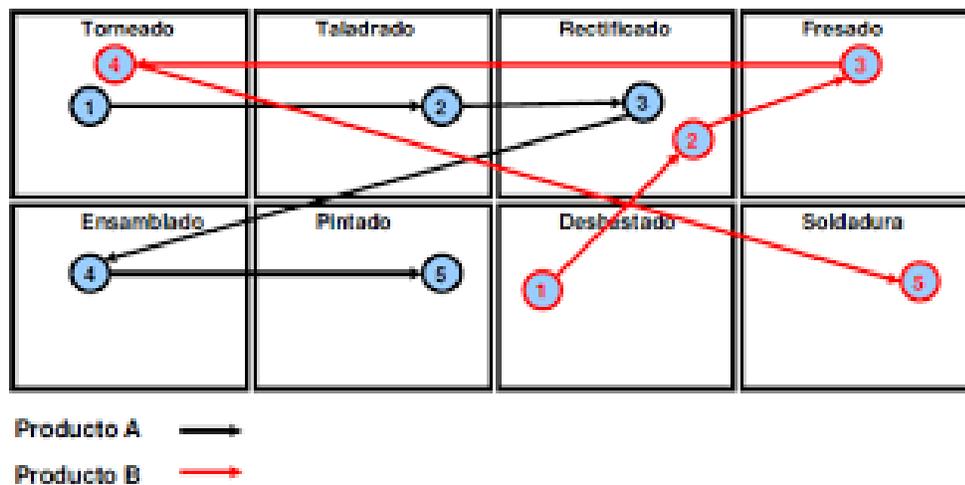
#### ii. Material en curso de fabricación:

El material se desplaza entre puestos diferentes dentro de una misma sección o desde una sección a la siguiente que le corresponda. Pero el itinerario nunca es fijo.

#### iii. Cualificación de la mano de obra:

Al ser nulos, o casi nulos, el automatismo y la repetición de actividades. Se requiere mano de obra muy cualificada.

**Cuadro N° I - 5. Distribución por proceso**



Fuente: Introducción al estudio de trabajo

### B. Distribución por producto:

Agrupar a los trabajadores y al equipo de acuerdo con la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto o usuario. El trabajo es continuo y se guía por

instrucciones estandarizadas. El costo del manejo de materiales es bajo y la mano de obra no es especializada.

**i. Proceso de trabajo:**

Los puestos de trabajo se ubican según el orden implícitamente establecido en el diagrama analítico de proceso.

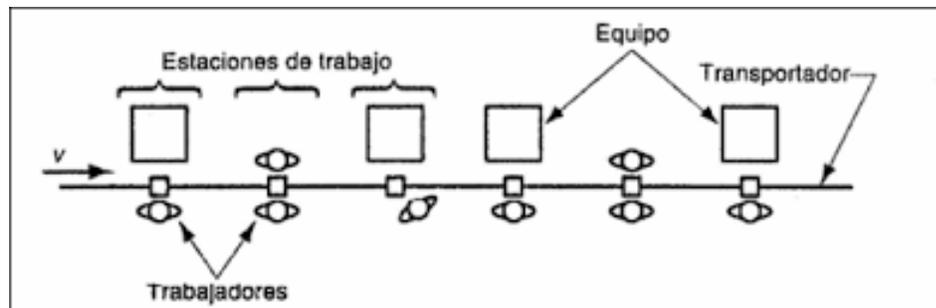
**ii. Material en curso de fabricación:**

El material en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, lo que conlleva la mínima cantidad del mismo, menor manipulación y recorrido en transportes.

**iii. Cualificación de mano de obra:**

La distribución en línea requiere maquinaria de elevado costo por tenderse hacia la automatización

**Cuadro N° I - 6. Distribución en Línea**



Fuente: Uamedia.org

**C. Distribución por componente fijo:**

El material permanece en situación fija y son los hombres y la maquinaria los que confluyen hacia él. Tienen la ventaja de que el control y la planeación del proyecto pueden realizarse usando técnicas como el CPM (ruta crítica) y PERT.

**i. Proceso de trabajo:**

Todos los puestos de trabajo se instalan con carácter provisional y junto al elemento principal o conjunto que se fabrica o monta.

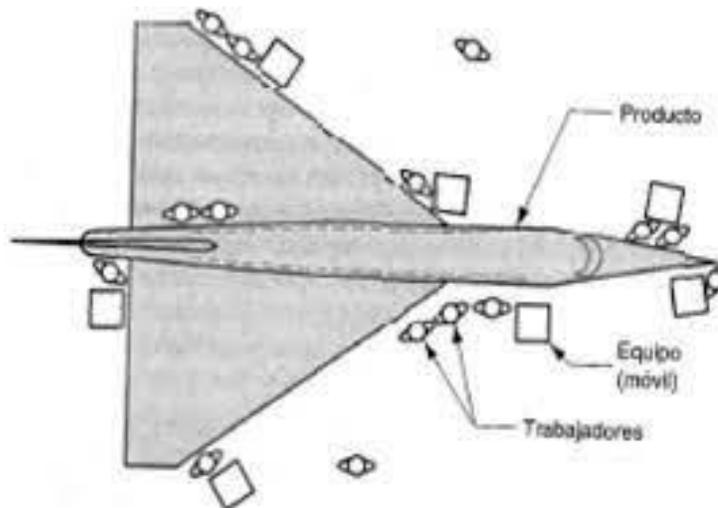
**ii. Material en curso de fabricación:**

El material se lleva al lugar de montaje o fabricación.

**iii. Cualificación de la mano de obra:**

Los equipos suelen ser muy convencionales, incluso aunque se emplee una máquina en concreto no suele ser muy especializada, por lo que no ha de ser muy cualificada.

**Cuadro N° I - 7. Distribución por componente fijo**



Fuente: Uamedia.org

**D. Método SLP (Systematic Layout Planning)**

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el

diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Las fases del desarrollo del modelo SLP que pueden superponerse uno con el otro son:

**i. Fase Localización:**

Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma.

**ii. Fase Plan de Distribución General:**

Aquí se establece el patrón de flujo para el total de áreas que deben ser atendidas en la actividad a desarrollar, indicando también la superficie requerida y la relación entre las diferentes áreas.

**iii. Fase Plan de Distribución Detallada:**

Aquí se debe estudiar y preparar en detalle el plan de distribución alcanzado en el punto anterior e incluye el análisis, definición y planificación de los lugares donde van a ser instalados/colocados los puestos de trabajo.

**iv. Fase Instalación:**

En la última fase, se deberán realizar los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van instalando los equipos, máquinas e instalaciones, para lograr la materialización de la distribución en detalle que fue planeada.

### **1.1.30. Diferencia entre Diagrama de hilos - Diagrama de recorrido**

Básicamente son lo mismo, excepto por la forma en que se presentan. Ambos muestran con una gráfica la ruta que recorre la materia prima, desde que sale del almacén hasta que se convierte en producto final. Mientras el diagrama de hilos se presenta como una maqueta tridimensional y con hilos de colores se señala el recorrido de los materiales, en el diagrama de recorrido se hace exactamente lo mismo, pero sólo sobre un dibujo. Por tanto, estos diagramas son más apropiados para hacer estudios de distribución y redistribución de planta.

### **1.1.31. Factores a tomar en cuenta en los diagramas de recorrido**

En las organizaciones productivas de bienes y/o servicios existen cuatro factores determinantes relacionados con las instalaciones, debido a que son en las

instalaciones en donde se pueden atacar una serie de problemas que surgen en el transcurso del proceso o actividad que se esté desarrollando, por ello es allí en donde se presenta una gran oportunidad para aumentar la productividad.

- Distribución de la planta: Disposición física de las instalaciones.
- Manejo de materiales: Medios para trasladar los materiales.
- Comunicaciones: Sistema para transmitir información.
- Servicios: Disposición de elementos como luz, gas, etc.

### 1.1.32. Balance de masa

Un balance de masa, es la comprobación cuantitativa, entre productos o masas usadas en la entrada, y los productos y residuos de salida de un proceso. En un proceso industrial, también llamado operación unitaria, se tienen como resultado productos y residuos. En la siguiente figura, se muestra el concepto de entradas y salidas, de un proceso industrial.

**Esquema N° 1.4. Distribución por componente fijo**



**Fuente: Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2015, Vol.9 No.1 ISSN 1990-8830 / RNPS 2125**

### 1.1.33. Productividad

Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción con los servicios y los recursos utilizados para obtenerla. **Zapata y Rodríguez (2008)**

“La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos).” **(ROBERTO CARRO PAZ – 2007)**

### **1.1.34. Indicadores de la productividad**

Se elige indicadores de productividad para medir la mejora. Los indicadores deben ser apropiados para el tipo de empresa y centrarse en las áreas problemáticas o áreas en las que se debe realizar mejoras. Deben ser sensibles a los cambios en los insumos de entrada o la producción y se deben basar en registros contables de fácil obtención. (**ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE TRABAJO, 2016**)

### **1.1.35. Medición de la productividad**

La medición de la productividad puede ser bastante directa. Tal es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por tonelada de algún tipo específico de acero. Aunque las horas-trabajo representan una medida común de insumo, pueden ser usadas otras medidas como el capital (dinero invertido), los materiales (toneladas de hierro) o la energía (kilowatts de electricidad).

El uso de un solo recurso de entrada para medir la productividad se conoce como productividad de un solo factor (**JAY HEIZER, Principios de ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, 2009**)

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Insumo\ empleado}$$

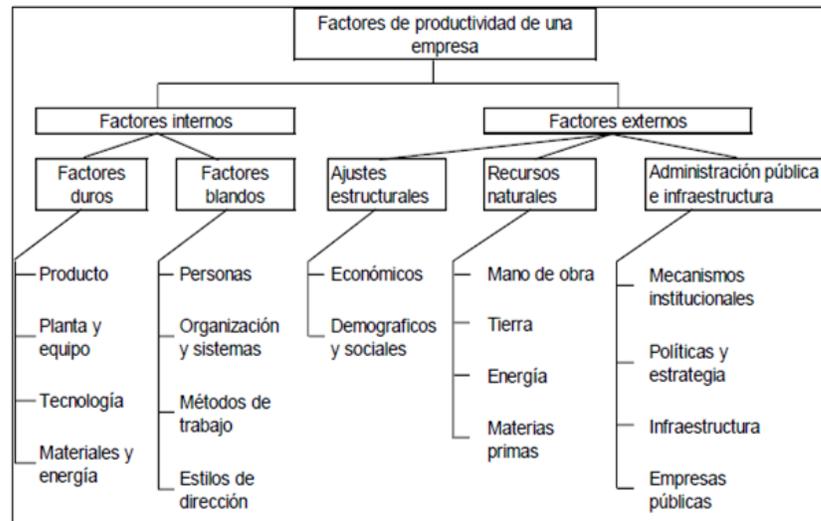
### **1.1.36. Factores de la Productividad**

Los factores que afectan la productividad de una empresa pueden ser internos y externos.

- Factores internos. Pueden ser controlados dentro de la organización o de la empresa
- Factores externos. Están fuera de control.

A su vez, los factores que afectan la productividad dentro de una organización suelen subdividirse de la siguiente manera:

**Cuadro N° I - 8. Factores que afectan la productividad de una organización**



fuelle: Joseph Prokopenko

### 1.1.37. Tipos de Productividad

Existen dos tipos de medición para la productividad, los cuales son:

- **Total.** La medición total se expresa en la relación entre producto obtenido y total de insumos empleados para lograrlo en un periodo determinado.
- **Parcial.** Cuando se mide la productividad de forma parcial se obtienen varios índices, mediante la división del producto obtenido y los factores de producción, como materiales, maquinaria, mano de obra y tiempo. **Jack Fleitman-Evaluación Integral (2007) (pp. 95-96).**

### 1.1.38. Manual de mantenimiento

Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento (Garrido, 2003)

### 1.1.39. Finalidad del mantenimiento

La finalidad del mantenimiento consiste en conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor

contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal y menor costo posible.

#### 1.1.40. Método Cualitativo por Puntos

Una vez tomada en cuenta todos los factores para la adquisición de nueva maquinaria, se utilizará el método Cualitativo por Puntos la cual consiste en dar un peso a cada factor a evaluar, tomando en cuenta varias alternativas dentro del mercado donde poder adquirir la maquinaria, dicho esto se procederá a dar un pequeño ejemplo en el siguiente cuadro.

**Tabla N° I - 4. Matriz de los Factores de Evaluación**

FACTOR (Fi)	PESO (Pi)	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C	
		(Ci)	Ponderación	(Ci)	Ponderación	(Ci)	Ponderación

Fuente: Elaboración Propia

**Donde:**

$$Ponderación = \frac{P_i * C_i}{100}$$

- **Fi** = Factor a evaluar
- **Pi** = Peso Relativo
- **Ci** = Valor puesto por el investigador

La presente ecuación nos ayudará a jerarquizar los factores cualitativos de algunas alternativas para poder elegir la mejor de ellas, ya que al ser factores no cuantificables es más complicado poder seleccionarlos

Los procedimientos a seguir para poder utilizarlo son los siguientes:

- Desarrollar una lista de factores no cuantificables cualitativos
- Asignar un peso a cada uno de estos factores para resaltar su relevancia, estos pesos deben sumar 100 entre ellos, el peso asignado dependerá del criterio del investigador.
- Asignarle una escala común a cada factor y elegir cualquier mínimo.

- Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
- Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el de máxima puntuación.

#### **1.1.41. Normativa necesaria**

Respecto a la venta de productos de limpieza, que se encuentran fundamentalmente elaborados con productos químicos, se tiene la norma boliviana (NB 73017:2015) la cual establece los requisitos generales que deben cumplir los productos de limpieza específica, como por ejemplo la elaboración de quitasarros, destinados a la limpieza y remoción doméstica de manchas de óxido, sarros, cemento, moho y hongos.

Así también, destacamos la norma boliviana (NB 3165:2007) sobre el muestreo de productos químicos para uso industrial correspondiente a la norma ISO 3165:1976.

Respecto a la seguridad en el proceso de elaborado y envasado denotamos la norma boliviana (NB 55001-1:2013) sobre la señalización, carteles y colores de seguridad en los lugares de trabajo; Norma boliviana (NB 351:1980) sobre la seguridad industrial – protección personal.

# **CAPÍTULO II**

## **DIAGNÓSTICO**

## 2.1. Introducción

Este capítulo nos dará a conocer de manera más detallada las condiciones actuales del proceso de producción de los productos más viscosos dentro de la empresa FAPROLIMPG a través de visitas constantes a la fábrica y entrevistas con los trabajadores quienes conocen más a detalle los diferentes procesos.

### 2.1.1. Productos que realiza la empresa.

Actualmente esta empresa cuenta con una gran variedad de productos de uso personal, doméstico y automovilístico que se detalla a continuación.

**Tabla N° II - 1. Productos que ofrece la empresa**

Presentación	Nombre	Descripción	Especificaciones
	Amonio Cuaternario de 5 <sup>ta</sup> Generación	Desinfectante a base de alcohol y derivado de Amoniaco	Presentaciones: 1 – 5 Litros  Fragancias: Neutro, Marino, Floral
	Alcohol Desinfectante de 70% y 94% de pureza	Desinfectante de manos y objetos para la eliminación de agentes contaminantes y virus.	Presentaciones: 1 – 2 – 5- 10 Litros  Botellas PET
	Limpia Pisos	Limpia pisos de cerámica con perfume y desinfectante contra agentes contaminantes y virus.	Presentaciones: 1,150 – 5 Litros  Fragancias: Marino, Floral, Lavanda

	Lavavajillas	Detergente Vajillero aromatizado para uso doméstico	Presentaciones: 1,150 – 5 – 10 Litros  Fragancias: Maracuyá, manzana, floral, Tutti Frutti, limón
	Lavandina	Lavandina desinfectante para uso doméstico e industrial.	Presentaciones 0,250-1-2-5-10 litros.  Concentraciones: 3,6%, 10% de cloro activo
	Abrillantador de Neumáticos	Abrillantador de uso particular o industrial para la limpieza de automóviles	Presentaciones: 0,05-0,380-5 litros  Fragancia: Neutro  Color: Negro
	Shampoo para automóviles	Shampoo de uso particular o industrial para la limpieza de automóviles	Presentaciones: 5 litros  Fragancia: Marina  Color: Azul
	Silicona Líquida	Silicona emulsionada abrillantadora de superficies lisas para la limpieza de automóviles.	Presentaciones: 0,05-0,380-5 litros  Fragancia: Chicle  Color: Rosa

	Limpia Aluminios	Limpia y abrillantador de superficies de aluminio de uso doméstico	Presentaciones: 0,05-0,380-5 litros  Fragancia: Neutro  Color: Blanco
	Jabón líquido	Jabón líquido de Tocador de uso personal destinado al lavado y desinfectado de manos	Presentaciones: 0,380-1,150-5 litros  Fragancia: Tutti Frutti, maracuyá, marino
	Alcohol en Gel	Alcohol desinfectante para manos de uso personal	Presentaciones: 0,380-1,150-5 litros  Fragancia: Neutro  Color: Transparente
	Removedor de Grasa	Removedor de Grasa de uso doméstico e industrial destinado a la limpieza de parrillas	Presentaciones: 5 litros  Fragancia: Neutro  Color: Amarillo
	Detergente de uso industrial	Detergente de uso industrial - alimenticio	Presentación: 10 litros  Fragancia Neutro  Color: Neutro

Fuente: elaboración propia

Con el fin de centrar el objeto de estudio, el presente trabajo se enfocará en los productos con mayor índice de viscosidad, los cuales son: Jabón líquido para manos, lavavajillas, shampoo para automóviles, alcohol en gel y jabón de uso industrial.

Continuando con el análisis de la situación actual de la empresa, se mencionará la maquinaria utilizada en el proceso de envasado la cual consiste en:

**Tabla N° II - 1.1. Maquinaria utilizada en el proceso de elaboración**

<b>MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN</b>			
<b>Número</b>	<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Imagen</b>
1	Balanza industrial	<p><b>Capacidad de carga:</b> 500 kg</p> <p><b>Marca:</b> TOYOMAQ</p>	
2	Balanza de laboratorio	<p><b>Capacidad de carga:</b> 5 kg</p> <p><b>Marca:</b> KERN</p>	
3	Agitador Semi automático	<p><b>Características:</b> Agitador de líquidos de 1 m<sup>3</sup> de capacidad</p> <p><b>Longitud:</b> 1,5 metros</p>	
4	Fechadora	<p><b>Características:</b> Fechadora de cinta automática</p> <p><b>Marca:</b> M.S.A.</p>	

5	Compresora de Aire	<b>Características:</b> 116 PSI <b>Modelo:</b> 0F2030LT <b>Marca:</b> TOYOMAQ	
---	--------------------	---	---

Fuente: Elaboración Propia

Para la elaboración de los diferentes productos se utilizan las mismas herramientas y maquinaria, ya que, las características físicas y químicas son similares, por lo que no representa algún peligro de contaminación a los productos terminados.

Los tachos donde se elabora el producto terminado están hechos de PVC con un volumen de 200 litros, lo que representará un lote de producto para ser envasado, además también se tomará en cuenta que se utiliza el mismo tacho para envasar el producto terminado en las diferentes presentaciones que posee la empresa.

## 2.2. Maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de elaboración

La maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de envasado es igual para todo tipo de volumen de envase y para todo tipo de producto a envasar y se detalla a continuación.

**Tabla N° II - 2. Maquinaria utilizada en el proceso de envasado**

<b>Herramientas Empleadas</b>			
<b>Número</b>	<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Imagen</b>
1	Manguera para transporte de líquidos	<b>Características:</b> Manguera de PVC  <b>Diámetro:</b> 2 pulgadas	

2	Material de Laboratorio	<p><b>Características:</b> los principales elementos utilizados son los vasos precipitados y medidor de PH</p>	
3	Recipiente de producto terminado ( <b>tacho</b> )	<p><b>Características:</b> Tacho de PVC de 200 litro de volumen. En él se elabora y almacena el producto terminado</p> <p>En la parte inferior posee una válvula de PVC que libera el producto terminado</p>	
4	Espátula y jarra	<p><b>Características:</b> Se utiliza para evitar pérdidas y derrames en los alrededores, así como para la limpieza del recipiente, una vez terminado el envasado.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3. Flujoograma de elaboración de productos de limpieza por línea de producción

A continuación, se muestran el proceso de elaboración de productos de limpieza de la empresa FAPROLIMPG por línea de producción estudiada.

**Diagrama N° 2.1. Diagrama de flujo para la elaboración de Alcohol en Gel**

<b>Diagrama de Flujo</b>		
<b>Alcohol en Gel</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Equipos y herramientas utilizadas</b>	<b>Observación</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bomba de agua</li> <li>➤ Manguera para agua</li> </ul>	Debe realizarse desde el patio de la empresa donde se ubican los tanques de almacenamiento de alcohol
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bomba para etanol</li> <li>➤ Manguera para etanol</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Para la extracción de este producto y del agua se utiliza la misma manguera y bomba de extracción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> </ul>	La balanza debe tener una capacidad de al menos 300 kg
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	El agitador semi automático requiere que el operador lo accione y sostenga
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Debido a la elevada viscosidad del producto final es importante contar con un agitador automático

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 2.2. Diagrama de flujo para la elaboración de jabón líquido

Diagrama de Flujo		
Jabón Líquido		
Proceso	Equipos y herramientas utilizadas	Observación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bomba de agua</li> <li>➤ Manguera para agua</li> </ul>	Puede extraerse agua filtrada de los tanques del patio que pasa por un proceso de purificación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	El agitador requiere de un trabajador que los sostenga
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> </ul>	La balanza debe tener una capacidad de al menos 300 kg
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	El agitador semi automático requiere que el operador lo accione y sostenga
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Por las características del Espumante se requiere un agitado a baja velocidad
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Debido a la elevada viscosidad del producto final es importante contar con un agitador automático

Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 2.3. Diagrama de flujo para la elaboración de Lavavajillas**

Diagrama de Flujo		
Lavavajillas		
Proceso	Equipos y herramientas utilizadas	Observación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bomba de agua</li> <li>➤ Manguera para agua</li> </ul>	Debe extraerse agua filtrada de los tanques del patio que pasa por un proceso de purificación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> </ul>	La balanza debe tener una capacidad de al menos 300 kg
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	El agitador semi automático requiere que el operador lo accione y sostenga
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Debido a la elevada viscosidad del producto final es importante contar con un agitador automático

Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 2.4. Diagrama de flujo para la elaboración de detergente de uso industrial**

<b>Diagrama de Flujo</b>		
<b>Detergente Industrial</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Equipos y herramientas utilizadas</b>	<b>Observación</b>
<pre> graph TD   INICIO([INICIO]) --&gt; A1[Agregado de agua filtrada]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bomba de agua</li> <li>➤ Manguera para agua</li> </ul>	Debe extraerse agua filtrada de los tanques del patio que pasa por un proceso de purificación
<pre> graph TD   A2[Agregado de Hidróxido de Sodio] --&gt; A3[Agitado]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	
<pre> graph TD   A4[Agregado de Ácido Sulfónico] --&gt; A5[Agregado de Ácido Cítrico]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> </ul>	La balanza debe tener una capacidad de al menos 300 kg
<pre> graph TD   A6[Agitado] --&gt; A7[Agregado de Glicerina]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	El agitador semi automático requiere que el operador lo accione y sostenga
<pre> graph TD   A8[Agitado] --&gt; FIN([FIN])           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Debido a la elevada viscosidad del producto final es importante contar con un agitador automático

Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 2.5. Diagrama de flujo para la elaboración de Shampoo para Automóviles**

<b>Diagrama de Flujo</b>		
<b>Shampoo para Automóviles</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Equipos y herramientas utilizadas</b>	<b>Observación</b>
<pre> graph TD   INICIO([INICIO]) --&gt; A1[Agregado de agua filtrada]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bomba de agua</li> <li>➤ Manguera para agua</li> </ul>	Debe extraerse agua filtrada de los tanques del patio que pasa por un proceso de purificación
<pre> graph TD   A2[Agregado de Hidróxido de Sodio] --&gt; A3[Agitado]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	
<pre> graph TD   A4[Agregado de Ácido Sulfónico] --&gt; A5[Agregado de Lauril]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> </ul>	La balanza debe tener una capacidad de al menos 300 kg
<pre> graph TD   A6[Agitado] --&gt; A7[Agregado de Fragancia]           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza</li> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	El agitador semi automático requiere que el operador lo accione y sostenga
<pre> graph TD   A8[Agitado] --&gt; FIN([FIN])           </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agitador semiautomático</li> </ul>	Debido a la elevada viscosidad del producto final es importante contar con un agitador automático

Fuente: Elaboración Propia

#### **2.4. Descripción del proceso actual de envasado**

A continuación, se detallará el proceso de envasado actual especificado por actividades para su mejor entendimiento.

- **Preparado del producto final.**

Como mencionamos anteriormente, la elaboración del producto final se la realiza en tachos de 200 litros de PVC, los mismos se ubican sobre una plataforma metálica y tienen una válvula tipo mariposa en la parte inferior que libera el producto final cuando es accionada.

- **Preparado del tacho de 200 litros.**

El preparado del tacho consiste en tapan el mismo y cerrar el seguro tipo abrazadera para mantener una presión elevada dentro del mismo.

También, en esta etapa es importante acercar la compresora de aire y conectarlos mediante una manguera de caucho la cual ingresa al tacho mediante un orificio elaborado de forma hechiza que posee la tapa. La función de la compresora conectada al tacho es la de elevar la presión dentro del mismo para acelerar el flujo de líquido viscoso a través de la válvula de salida.

- **Posicionamiento del trabajador para el envasado.**

Para este punto el trabajador debe tener consigo los envases vacíos y se sitúa en frente de la válvula de salida, toma asiento y realiza el procedimiento de envasado. El detalle de las acciones de sus extremidades se especifica de mejor manera en el Diagrama Bimanual. *Tabla II - 12.*

El accionamiento de la compresora de aire es repetido en reiteradas ocasiones durante el envasado lo que dificulta este proceso.

- **Traslado de los envases llenos a la mesa.**

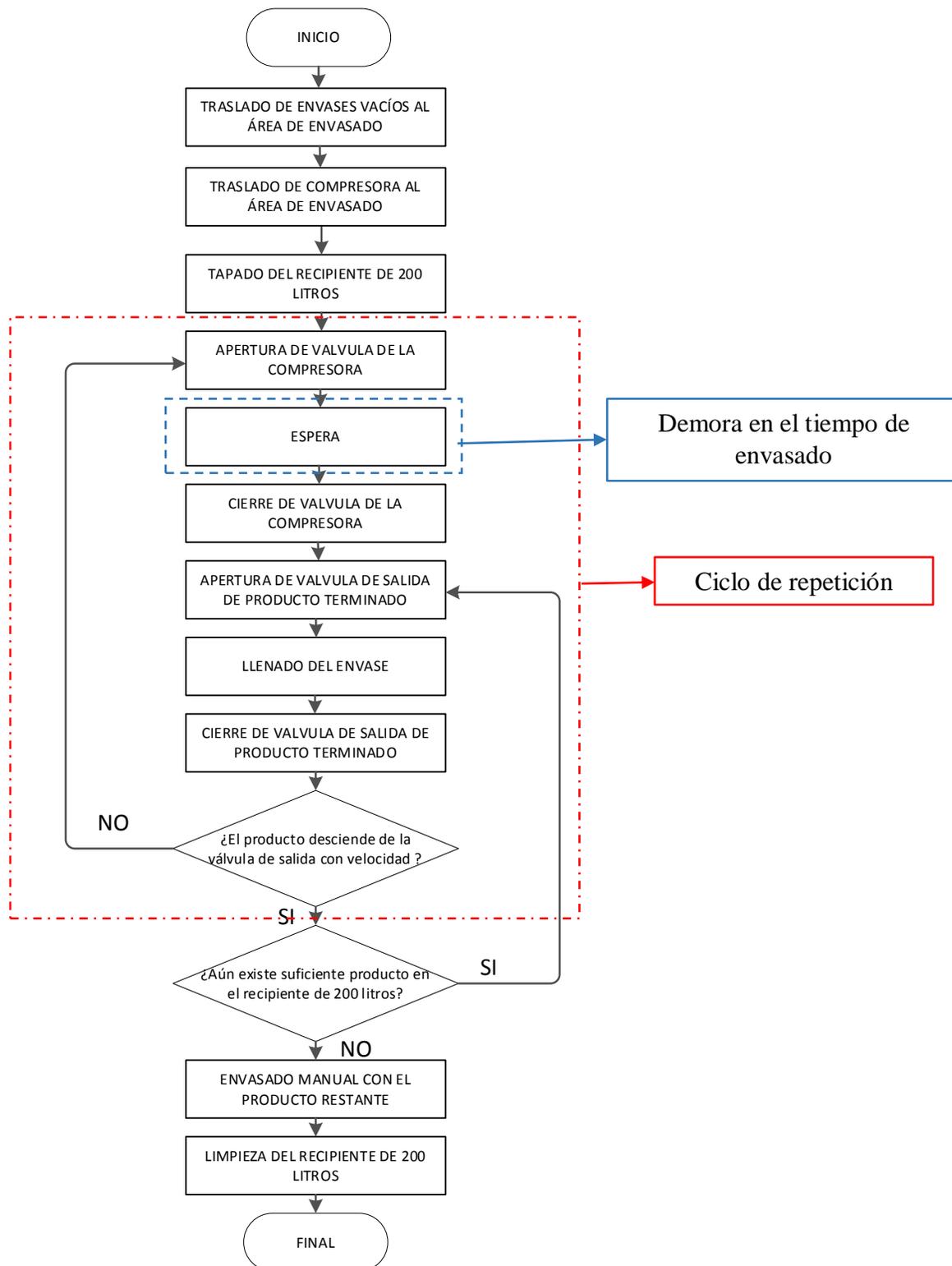
Después de cada llenado de envase, el trabajador coloca los envases llenos sobre una mesa uno a uno, hasta vaciar el tacho de 200 litros. Para

evitar ponerse de pie en cada uno de los traslados, gira sobre el asiento y acumula la mayor cantidad de envases en la esquina de la mesa más cercana a su posición, para posteriormente reacomodarlos y que los mismos no lo perjudiquen al momento de dejar más envases llenos.

## **2.5. Diagrama de Flujo del proceso de envasado**

Para detallar y representar de manera gráfica la problemática descrita en el presente proyecto, se analizará el mismo, tomando en cuenta las condicionales que existen en el proceso. Así también, se tomará en cuenta que el proceso de envasado no varía para los diferentes productos que ofrece la empresa, por lo que se considerará el análisis en base a las presentaciones de los productos (10-5-1,150-0,380 litros).

**Diagrama N° 2.6. Diagrama de flujo del proceso de envasado**



Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama presentado anteriormente se observan 2 aspectos importantes que serán aclarados a continuación:

### **2.5.1. Ciclo de repetición**

El ciclo de repetición se lo inicia cuando el recipiente de 200 litros no tiene la suficiente presión dentro de él y el producto viscoso comienza a descender de manera lenta a los envases, ralentizando el proceso.

### **2.5.2. Demora en el tiempo de envasado**

Durante este lapso de tiempo, corto pero repetitivo se espera a que la compresora de aire eleve la presión dentro del recipiente de 200 litros que contiene el producto terminado, aproximadamente demora de 10 a 15 segundos cada ciclo y debido a este corto tiempo se espera en la máquina para evitar riesgos de explosión del recipiente tapado.

## **2.6. Balance de masa**

Para el análisis del balance de masa, se tomará en cuenta 2 procesos principales los cuales son:

- Balance de masa en el proceso de elaboración.
- Balance de masa durante el proceso de envasado.

### **2.6.1. Balance de masa en el proceso de elaboración del producto**

Debido al análisis en 5 productos diferentes y que los envases utilizados tienen el mismo volumen entre sí, se realizará el balance en base al tipo de producto a elaborarse.

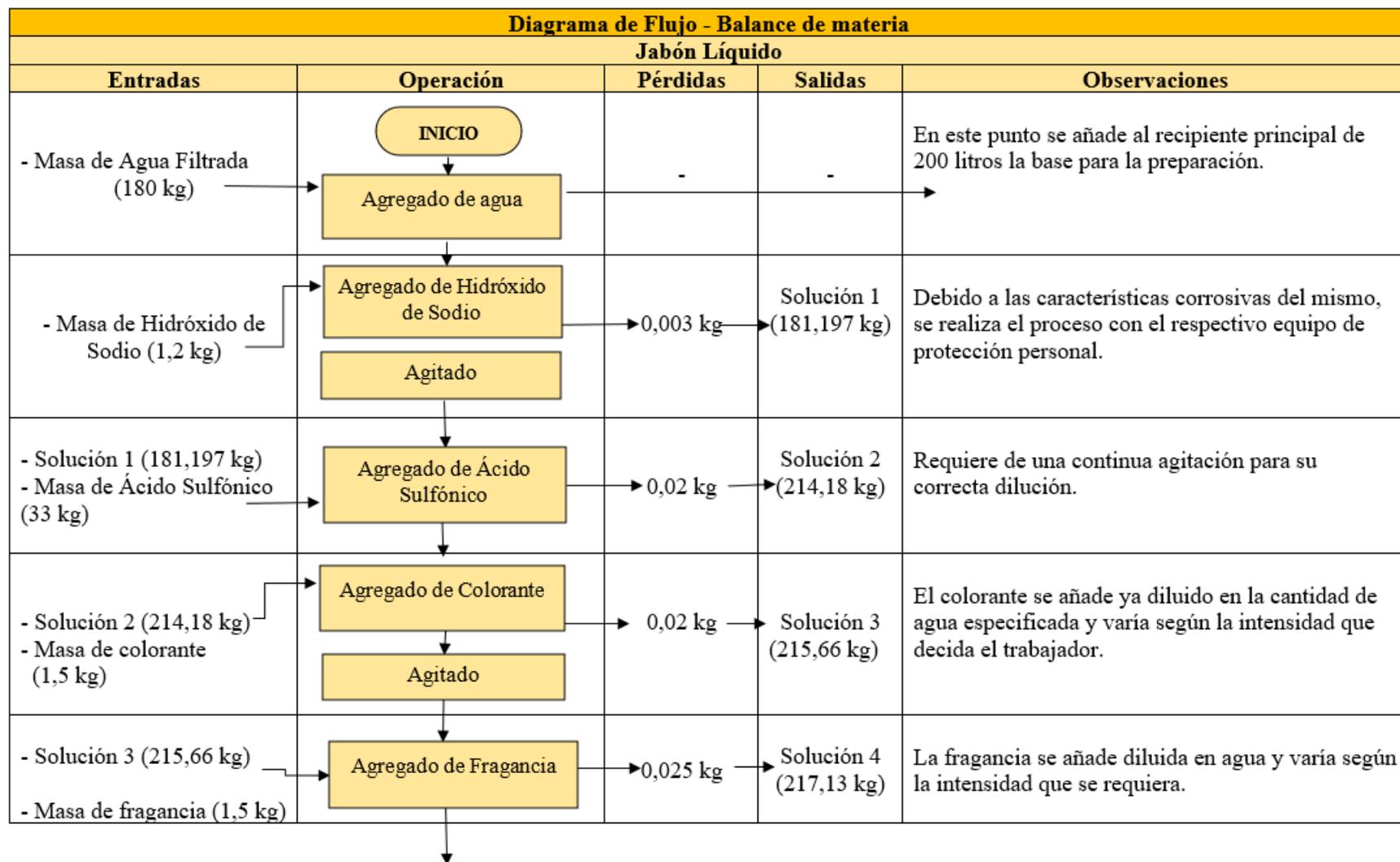
Para un lote de producto terminado, que consisten en 200 litros del mismo, se tiene el siguiente balance de masa.

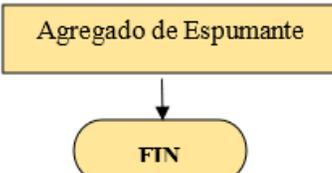
Diagrama N° 2.7. Diagrama de flujo del alcohol en gel

Diagrama de Flujo - Balance de materia				
Alcohol en Gel				
Entradas	Operación	Pérdidas	Salidas	Observaciones
		-	-	En este punto se añade al recipiente principal de 200 litros la base para la preparación.
- Masa de Agua Filtrada 140 kg		0,5 kg	Solución 1 (199,5 kg)	Este proceso representa mayor pérdida en el proceso de elaboración debido a la cantidad de fluidos que se detienen en la bomba y la manguera por la que se transportan.
- Masa de Etanol 60 kg		0,03 kg	Solución 2 (239,47 kg)	Requiere de un constante agitado para la su correcta dilución.
- Solución 1 (199,5 kg) - Masa de Lauril (40 kg)		0,02 kg	Solución 3 (244,45 kg)	La Glicerina forma parte de la materia empleada debido a sus características como espesante y en el cuidado de la piel de las personas.
- Solución 2 (239,47 kg) - Masa de Glicerina (5 kg)		0,025 kg	Solución 4 (245,92 kg)	Posteriormente se realiza el último agitado para integrar de forma correcta toda la materia prima empleada
- Solución 3 (244,45 kg) - Masa de trietanolamina (1,5 kg)				
<b>TOTAL</b>		0,58	245,92 kg	

Fuente: Elaboración Propia

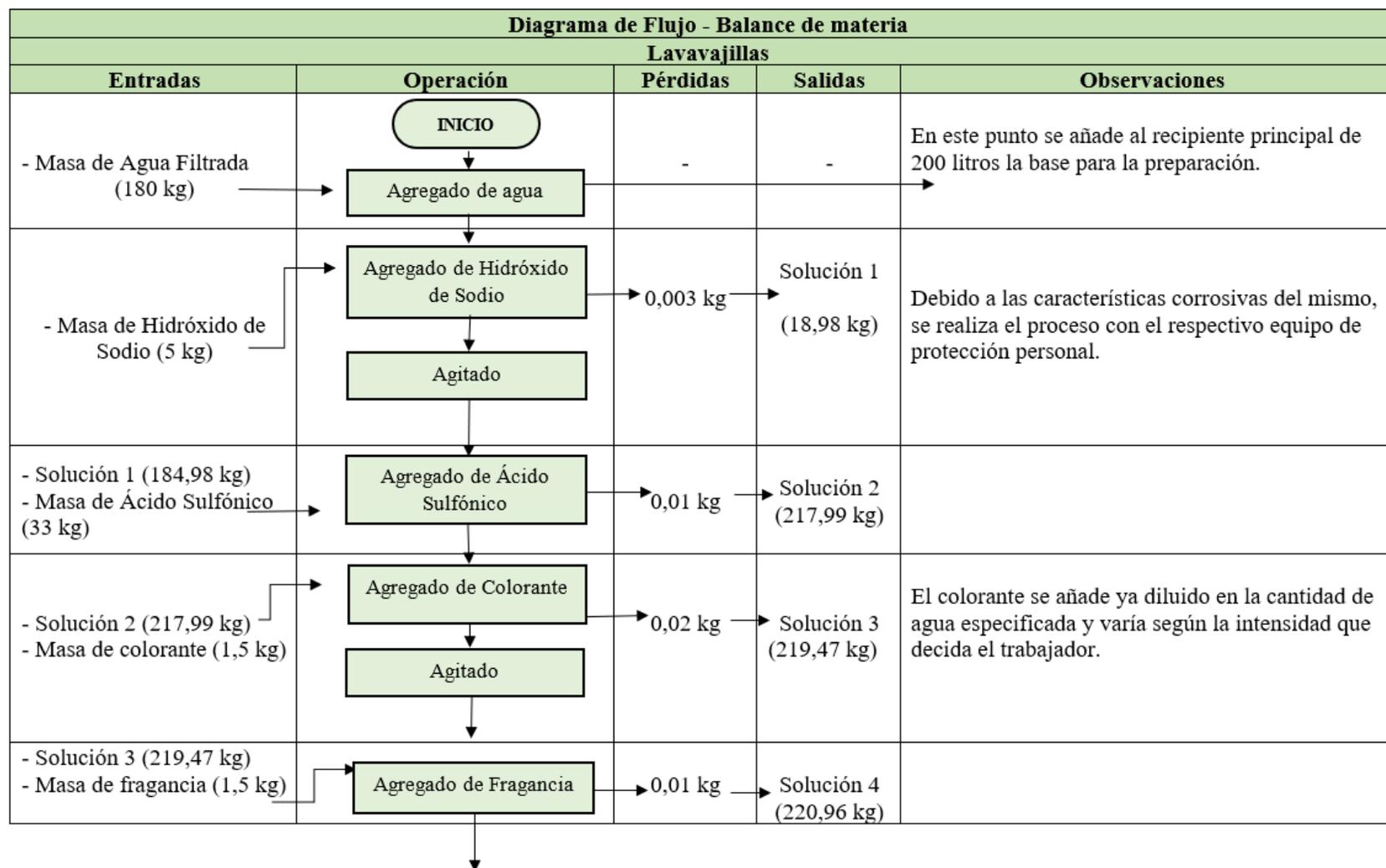
Diagrama N° 2.8. Diagrama de flujo del jabón Líquido



<p>- Solución 4 (217,13 kg) - Masa de Glicerina (10 kg)</p>		<p>→ 0,01 kg</p>	<p>Solución 5 (227,12 kg)</p>	<p>La Glicerina sirve como agente protector de la piel para evitar irritaciones en las zonas dérmicas que entran en contacto.</p>
<p>- Solución 5 (227,12 kg) - Masa de Espumante (5 kg)</p>		<p>0,01 kg</p>	<p>Solución 6 (232,11 kg)</p>	<p>Requiere de un agitado <u>mas</u> lento debido a su capacidad para la creación de burbujas, ya que dificultan el proceso de envasado.</p>
<b>TOTAL</b>		0,09	232,11 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 2.9. Diagrama de flujo del Lavavajillas



<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solución 4 (220,96 kg)</li> <li>- Masa de Glicerina (10 kg)</li> </ul>	<pre> graph TD     A[Agregado de Glicerina] --&gt; B[Agitado]     B --&gt; C([FIN])     A -- 0,01 kg --&gt; D[ ]   </pre>	0,01 kg	Solución 5 (230,95 kg)	La Glicerina sirve como agente protector de la piel para evitar irritaciones en las zonas dérmicas que entran en contacto.
<b>TOTAL</b>		0,053	230,95 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 2.10. Diagrama de flujo del Detergente industrial

Diagrama de Flujo - Balance de materia				
Detergente Industrial				
Entradas	Operación	Pérdidas	Salidas	Observaciones
		-	-	
- Masa de Agua Filtrada (190 kg)	Agregado de agua filtrada			En este punto se añade al recipiente principal de 200 litros la base para la preparación.
		0,01 kg	Solución 1 (198,49 kg)	
- Masa de Hidróxido de Sodio (8,5 kg)	Agregado de Hidróxido de Sodio Agitado			El Hidróxido de sodio es muy corrosivo para la piel por lo que es necesario utilizar el EPP adecuado
		0,02 kg	Solución 2 (240,47 kg)	
- Solución 1 (198,49 kg) - Masa de Ácido Sulfónico (42 kg)	Agregado de Ácido Sulfónico			Funciona como espesante en el proceso de elaboración
		0,01 kg	Solución 3 (243,26 kg)	
- Solución 2 (240,47 kg) - Masa de Ácido Cítrico (2,8 kg)	Agregado de Ácido Cítrico Agitado			
		0,02 kg	Solución 4 (248,24 kg)	
- Solución 3 (243,26 kg) - Masa de Glicerina (2,8 kg)	Agregado de Glicerina			Es importante para cuidar el contacto con la piel y no represente un peligro para los compradores
<b>TOTAL</b>		0,06 kg	248,24 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 2.11. Diagrama de flujo del Shampoo para automóviles

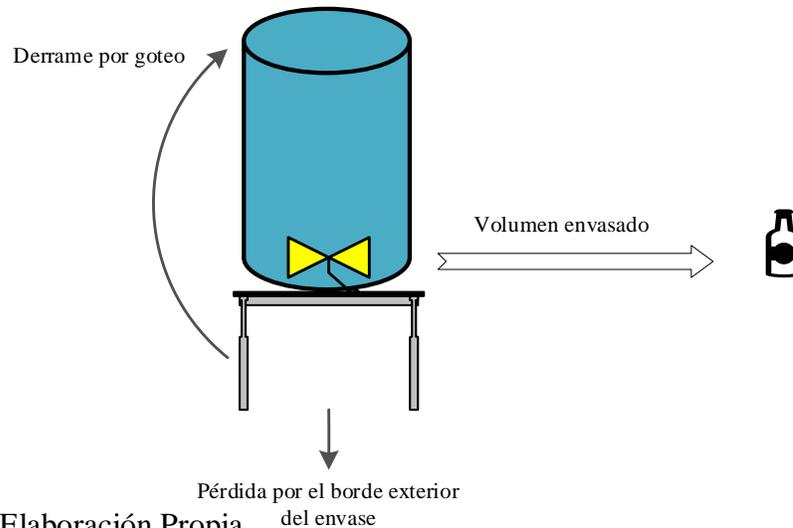
Diagrama de Flujo - Balance de materia				
Shampoo para Automóviles				
Entradas	Operación	Pérdidas	Salidas	Observaciones
		-	-	En este punto se añade al recipiente principal de 200 litros la base para la preparación.
- Masa de Agua Filtrada 190 kg		0,02 kg	Solución 1 (197,98 kg)	El Hidróxido de sodio es muy corrosivo para la piel por lo que es necesario utilizar el EPP adecuado
- Masa de Hidróxido de Sodio 8 kg		0,03 kg	Solución 2 (222,95 kg)	Requiere de un constante agitado para la su correcta dilución.
- Solución 1 (197,98 kg) - Masa de Ácido Sulfónico (25 kg)		0,02 kg	Solución 3 (232,93 kg)	Requiere de un constante agitado para la su correcta dilución.
- Solución 2 (222,95 kg) - Masa de Lauril (10 kg)		0,025 kg	Solución 4 (234,21 kg)	Posteriormente se realiza el último agitado para integrar de forma correcta toda la materia prima empleada
- Solución 3 (232,93 kg) - Masa de Aromatizante (1,3 kg)				
<b>TOTAL</b>		0,095 kg	234,21 kg	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.6.2. Balance de masa durante el proceso de envasado

Debido a la oferta que posee la empresa FAPROLIMPG hacía los variados consumidores, se realizará este análisis a las 4 presentaciones en sus diferentes volúmenes que se envasan los cuales son: 10 litros - 5 litros - 1,150 litros - 0,380 litros.

**Diagrama N° 2.12. Balance de masa del proceso de envasado**



Ya que el proceso de envasado sigue los mismos procedimientos para los diferentes volúmenes de envasado y tipo de producto terminado y solo varían los tiempos de envasado, se tiene las siguientes corrientes de flujo de producto terminado.

- **Volumen envasado.** Se trata del volumen que logra envasarse sin tener pérdidas.
- **Volumen de pérdida por el borde exterior del envase.** Es el volumen de producto terminado que no logra ingresar al envase y es derramado por el exterior del envase para ser limpiado por el operario, convirtiéndose en pérdida de producto terminado
- **Volumen de derrame por goteo.** Es la cantidad de producto terminado que no ingresa al envase y cae de la válvula de salida a una jarra de plástico y es envasada posteriormente o vertida en el mismo tacho de 200 litros para su posterior envase lo que no se considera como pérdida.

Para un lote de producto terminado, que consisten en 200 litros del mismo, se tiene el siguiente balance de masa en el proceso de envasado.

**Tabla N° II - 3. Balance de masa durante el proceso de envasado**

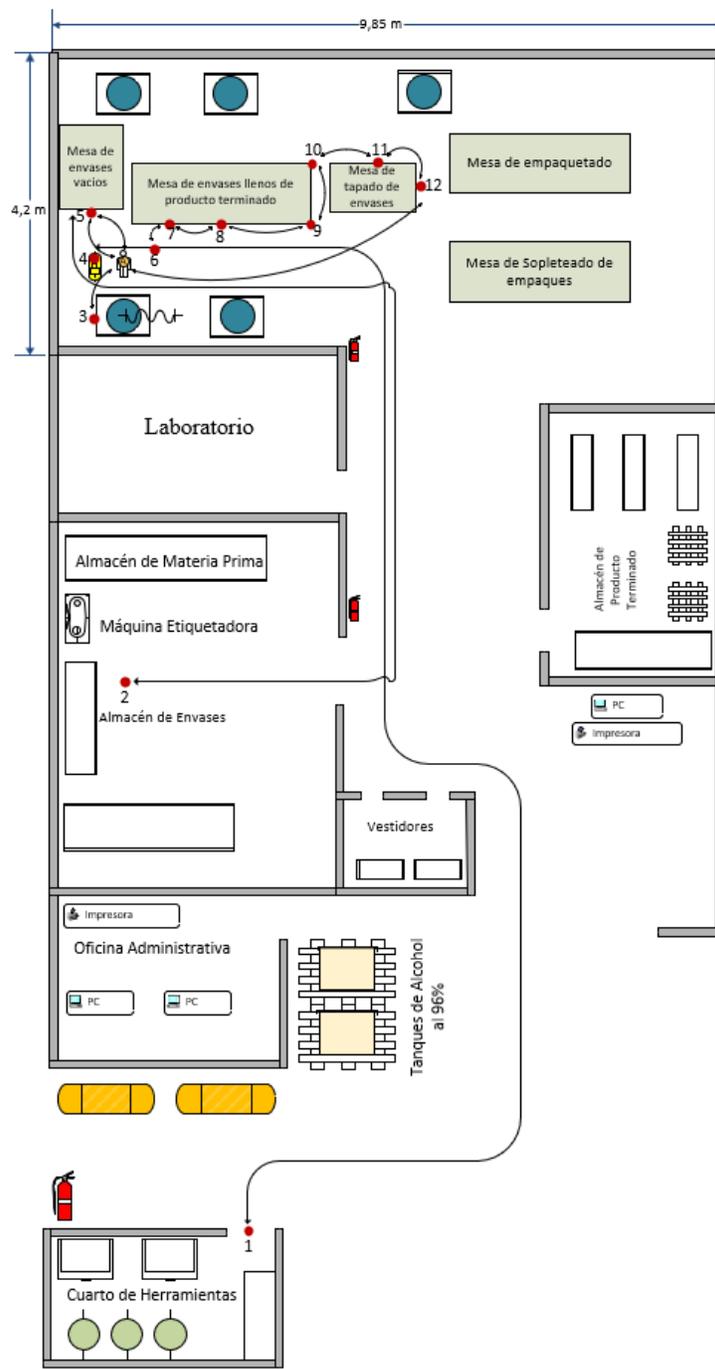
<b>BALANCE DE MASA DURANTE EL PROCESO DE ENVASADO</b>							
Volumen del envase (litros)	Cantidad de envases por lote	Operación	Pérdidas en el borde exterior del envase		Derrame por goteo después de cada envasado		Volumen envasado (litros) VE = (Cantidad de producto a envasar) - (TP+Total de derrame por goteo)
			Pérdida por envase (ml/envase)	Total de pérdidas por lote (ml) TP= (cantidad de envases) * (pérdida por envase)	Pérdida por envase (ml/envase)	Total de derrame por lote (ml)	
10	20 →	ENVASADO	5	$5 * 20 = 100$	0,5	$0,5 * 20 = 10$	$200 - (0,1+0,01) = 199,89$
5	40 →	ENVASADO	2	$2 * 40 = 80$	0,5	$0,5 * 40 = 20$	$200 - (0,08+0,02) = 199,90$
1,150	173 →	ENVASADO	1	$1 * 173 = 173$	0,5	$0,5 * 173 = 86,5$	$200 - (0,173+0,086) = 199,74$
0,380	526 →	ENVASADO	0,5	$0,5 * 526 = 263$	0,5	$0,5 * 526 = 263$	$200 - (0,263+0,263) = 199,47$

Fuente: Elaboración Propia

## 2.7. Diagrama de recorrido

El recorrido que realiza el trabajador, desde la preparación de las herramientas hasta el traslado de envases llenos de productos terminado, se detalla a continuación:

**Diagrama N° 2.13. Diagrama de recorrido**



Fuente: Elaboración Propia

El diagrama de recorrido mostrado anteriormente se centra en el proceso de envasado en todas sus etapas, por lo que se analizará a detalle el recorrido en la siguiente tabla.

**Tabla N° II – 4. Descripción del diagrama de recorrido**

<b>Diagrama de Recorrido</b>			
<b>Recorrido por punto</b>	<b>Operación</b>	<b>Distancia recorrida (m)</b>	<b>Observaciones</b>
1 - 4	Traslado del compresor de aire	28,19	Traslado del compresor utilizando las ruedas que posee
2 - 5	Traslado de los envases vacíos	16,6	Traslado de las bolsas con envases vacíos, arrastrándolas por el piso
A - 3	Conexión de la manguera del compresor y tapado del tacho de 200 litros	1	Requiere la utilización de un armazón tipo escalera para el tapado y conexión
A - 5	Recojo de envases vacíos para llenarlos	1	Dependiendo del volumen de los envases, se recogen de 3 a 5 envases para no realizar el recorrido demasiadas veces
6 - 7	Traslado de envases llenos a la mesa	0,5	Este recorrido se realiza en menor cantidad de repeticiones con todos los envases llenos
7 - 8	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	0,7	Se lo realiza periódicamente para evitar derrames y obstrucciones
8 - 9	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	1	Se lo realiza periódicamente para evitar derrames y obstrucciones
9 - 10	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	0,5	Se lo realiza periódicamente para evitar derrames y obstrucciones
10 - 11	Traslado de envases a la mesa de tapado	0,5	Una vez terminado todo el proceso de envasado se traslada a la mesa de tapado
11 - 12	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa de tapado	0,5	Al mismo tiempo otro trabajador tapa los envases y los empaqueta

Fuente Elaboración Propia

## 2.8. Estudio de tiempo del sistema de envasado

Debido a los diferentes volúmenes que ofrece la empresa, se debe realizar un registro y medición de cada una de las presentaciones y así poder calcular indicadores fundamentales de medición y poder analizar de una mejor manera la situación actual de la empresa.

### 2.8.1. Descripción de actividades

A continuación, se describen todas las actividades que comprenden el sistema de envasado y el tiempo que demora cada una de ellas.

**Tabla N° II - 5. Descripción de actividades en el proceso de envasado**

Envasado de productos viscosos					
Tarea	Actividad	Tiempo empleado para cada envase (minutos)			
		Para 10 litros	Para 5 litros	Para 1,150 litros	Para 0,380 litros
A	Traslado de compresora de aire al área de envasado	1 min	1 min	1 min	1 min
B	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1 min	1 min	1 min	1 min
C	Colocado de la tapa y asegurado del tacho de 200 litros	2 min 45 s	2 min 45 s	2 min 45 s	2 min 45 s
D	Cargado de la compresora	5 min 20 s	5 min 20 s	5 min 20 s	5 min 20 s
E	Conexión y acomodado de la manguera	5 min 30 s	5 min 30 s	5 min 30 s	5 min 30 s
F	Tiempo de llenado de cada envase	45 s	20 s	7 s	4 s
G	Tiempo de recarga para elevar la presión del tacho de 200 l.	5 s	5 s	5 s	5 s
H	Traslado de envases llenos a la mesa	2 s	2 s	2 s	2 s
I	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	3 s	3 s	3 s	3 s
J	Traslado de envases a la mesa de tapado	40 s	1 min 2 s	1 min 30 s	1 min 50 s
K	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa de tapado	15 s	17 s	2 min 50 s	4 min 20 s
L	Acomodado de manguera de compresora	5 min 35 s	5 min 35 s	5 min 35 s	5 min 35 s

Fuente: FAPROLIMPG - Elaboración Propia

Tabla N° II - 6. Registro de tiempos

REGISTRO DE TIEMPOS												
Actividad	Tiempo de la actividad				Repeticiones de la actividad				Tiempo total de realizado			
	10 l.	5 l.	1,15 l.	0,38 l.	10 l.	5 l.	1,15 l.	0,38 l.	10 l.	5 l.	1,15 l.	0,38 l.
<b>A</b>	1 min	1 min	1 min	1 min	1	1	1	1	1 min	1 min	1 min	1 min
<b>B</b>	1 min	1min	1 min	1 min	1	1	1	1	1 min	1 min	1 min	1 min
<b>C</b>	2 min 45 s	2 min 45 s	2 min 45 s	2 min 45 s	1	1	1	1	2 min 45 s	2 min 45 s	2 min 45 s	2 min 45 s
<b>D</b>	5 min 20 s	5 min 20 s	5 min 20 s	5 min 20 s	1	1	1	1	5 min 20 s	5 min 20 s	5 min 20 s	5 min 20 s
<b>E</b>	5 min 30 s	5 min 30 s	5 min 30 s	5 min 30 s	1	1	1	1	5 min 30 s	5 min 30 s	5 min 30 s	5 min 30 s
<b>F</b>	45 s	20 s	7 s	4 s	20	40	173	526	15 min	13 min 20 s	20 min 11 s	35 min 4 s
<b>G</b>	5 s	5 s	5 s	5 s	7	10	22	42	35 s	50 s	1 min 50 s	3 min 30 s
<b>H</b>	2 s	2 s	2 s	2 s	20	40	173	526	40 s	1 min 20 s	5 min 46 s	17 min 32 s
<b>I</b>	7 s	7 s	10 s	12 s	4	7	21	42	28 s	49 s	3 min 30 s	8 min 24 s
<b>J</b>	40 s	1 min 2 s	1 min 30 s	1 min 50 s	1	10	22	32	40 s	10 min 20 s	33 min	58 min 40 s
<b>K</b>	15 s	17 s	2 min 50 s	4 min 20 s	1	3	7	10	15 s	51 s	19 min 50 s	43 min 20 s
<b>L</b>	5 min 35 s	5 min 35 s	5 min 35 s	5 min 35 s	1	5	10	10	5 min 35 s	27 min 55 s	55 min 50 s	55 min 50 s
<b>TIEMPO TOTAL DE ENVASADO POR VOLUMEN</b>									<b>38 min 48 s</b>	<b>1 h 11 min</b>	<b>2 h 35 min 32 s</b>	<b>3 h 57 min 55 s</b>

Fuente: Elaboración Propia

La *tabla II - 6*. nos muestra el tiempo de duración de cada actividad por cada volumen de envase, la cantidad de repeticiones que se realiza la actividad, el tiempo total de duración de cada actividad y por último se obtiene la sumatoria de tiempo de todas las actividades, consiguiendo así, el tiempo total de envasado.

## 2.9. Cálculo de la productividad en el proceso de envasado

Para el cálculo de productividad se tomarán en cuenta los datos obtenidos del cuadro anterior, para un lote con volumen de 200 Litros de envasado desde el transporte de insumos utilizados y preparación de las herramientas a ser utilizadas hasta el acomodado del producto envasado.

### 2.9.1. Cálculo de productividad para la presentación de 10 litros

Con los datos obtenidos en la *Tabla II - 6*. Se determinará:

#### Datos:

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 20 envases
- **Volumen de los envases** = 10 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 38 minutos y 48 segundos  $\approx$  39 minutos

$$\text{Productividad}_{10 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{10 \text{ litros}} = \frac{20 \text{ unidades}}{39 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{10 \text{ litros}} = 0,5128 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

### 2.9.2. Cálculo de productividad para la presentación de 5 litros.

Con los datos obtenidos en la *Tabla II - 6*. Se determinará:

**Datos:**

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 40 envases
- **Volumen de los envases** = 5 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 71 min.

$$\text{Productividad}_{5 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{5 \text{ litros}} = \frac{40 \text{ unidades}}{71 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{5 \text{ litros}} = 0,5634 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

**2.9.3. Cálculo de productividad para la presentación de 1,150 litros**

Con los datos obtenidos en la **Tabla II - 6**. Se determinará:

**Datos:**

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 173 envases
- **Volumen de los envases** = 1,150 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 2 horas, 35 minutos y 32 segundos  $\approx$  156 min.

$$\text{Productividad}_{1,150 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{1,150 \text{ litros}} = \frac{173 \text{ unidades}}{156 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{1,150 \text{ litros}} = 1,1090 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

**2.9.4. Cálculo de productividad para la presentación de 0,380 litros**

Con los datos obtenidos en la **Tabla II - 6**. Se determinará:

**Datos:**

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 526 envases
- **Volumen de los envases** = 0,380 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 3 horas, 57 minutos y 55 segundos  $\approx$  238 min

$$\text{Productividad}_{0,380 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{0,380 \text{ litros}} = \frac{526 \text{ unidades}}{238 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{0,380 \text{ litros}} = 2,2101 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

**2.10. Mano de obra empleada en el envasado**

La mano de obra empleada en el proceso de envasado se limita a un operario, ya que la empresa cuenta con una sola compresora de aire para este proceso.

Así también, debido a que los tachos que contienen el producto terminado solo poseen una válvula de salida para el envasado, el espacio obliga a que solo una persona se involucre en este proceso.

Se considerará que los trabajadores tienen una jornada laboral que inicia a horas 07:00 am hasta 12:00 pm y que, en promedio, se trabajan 20 días al mes.

**Tabla N° II - 7. Costos en mano de obra**

<b>Mano de obra en el proceso de envasado</b>			
<b>Nombre del Operario</b>	<b>Sueldo Mensual (Bs)</b>	<b>Sueldo diario (Bs)</b>	<b>Sueldo por hora (Bs)</b>
Benjamín	1200	60	12

Fuente: Elaboración Propia

### 2.11. Costo del envasado

Se analizará el costo de envasado para las diferentes presentaciones que ofrece la empresa debido a la diferencia de tiempo en el envasado.

**Tabla N° II - 8. Costo de envasado para la presentación de 10 litros**

<b>Costo del proceso de envasado</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 10 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	39 min	7,8 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	39 min	0,98 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>8,78 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° II - 9. Costo de envasado para la presentación de 5 litros**

<b>Costo del proceso de envasado</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 5 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	71 min	14,2 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	71 min	1,78 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>15,98 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° II - 10. Costo de envasado para la presentación de 1,150 litros**

<b>Costo del proceso de envasado</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 1,150 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	156 min	31,2 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	156 min	3,92 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>35,12 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° II - 11. Costo de envasado para la presentación de 0,380 litros**

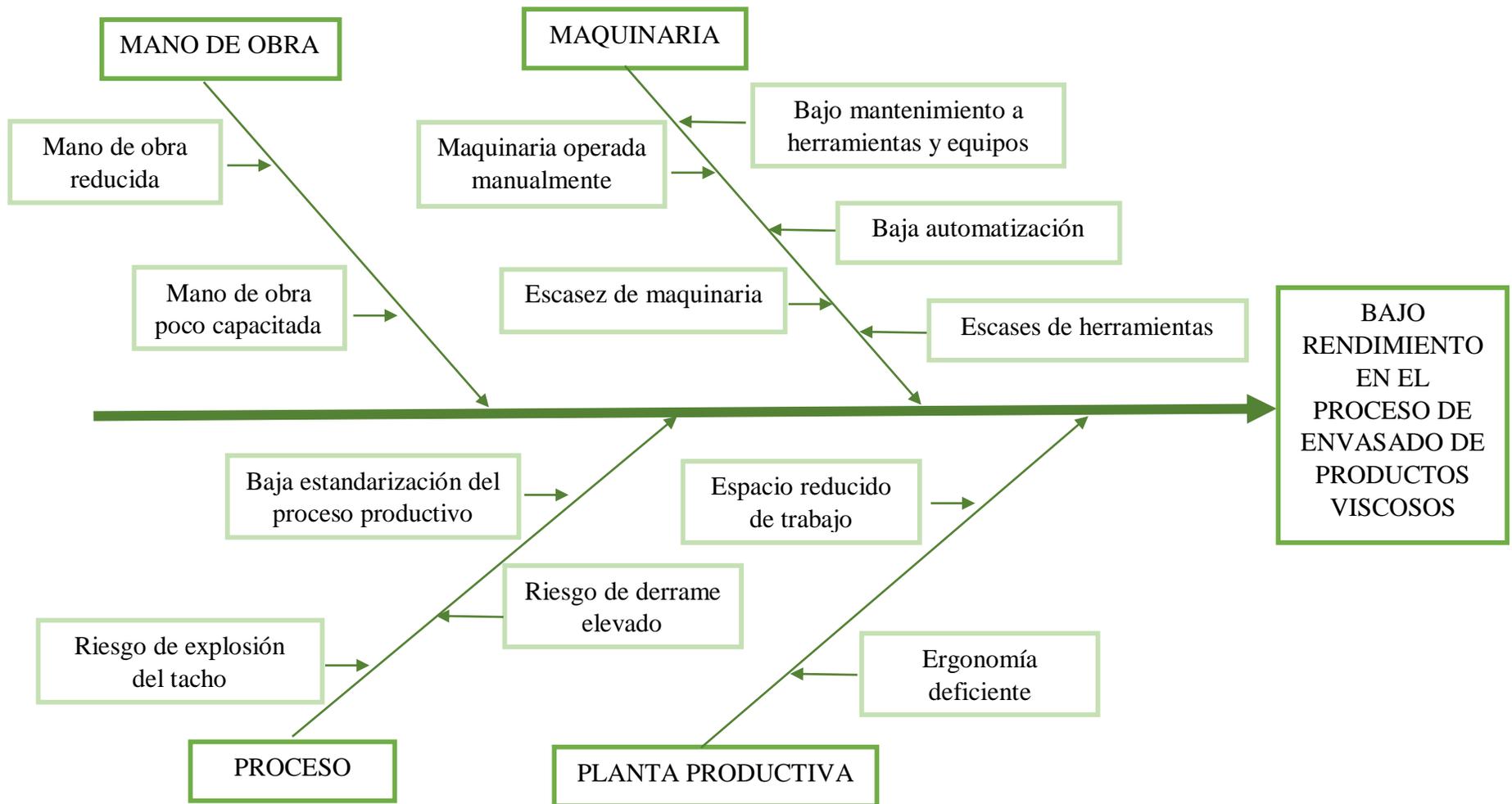
<b>Costo del proceso de envasado</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 0,380 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	238 min	47,6 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	238 min	5,98 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>53,58 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 2.12. Diagrama de Ishikawa

Complementando al árbol de problemas planteado anteriormente se emplea esta herramienta de análisis para enfocar con mayor detenimiento y énfasis en las condiciones observadas y establecer prioridades en el proceso de envasado.

Esquema N° 2.1. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

### 2.13. Diagrama Bimanual

A continuación, se muestra el cuadro del diagrama bimanual del proceso de envasado

**Tabla N° II - 12. Diagrama Bimanual del sistema de envasado**

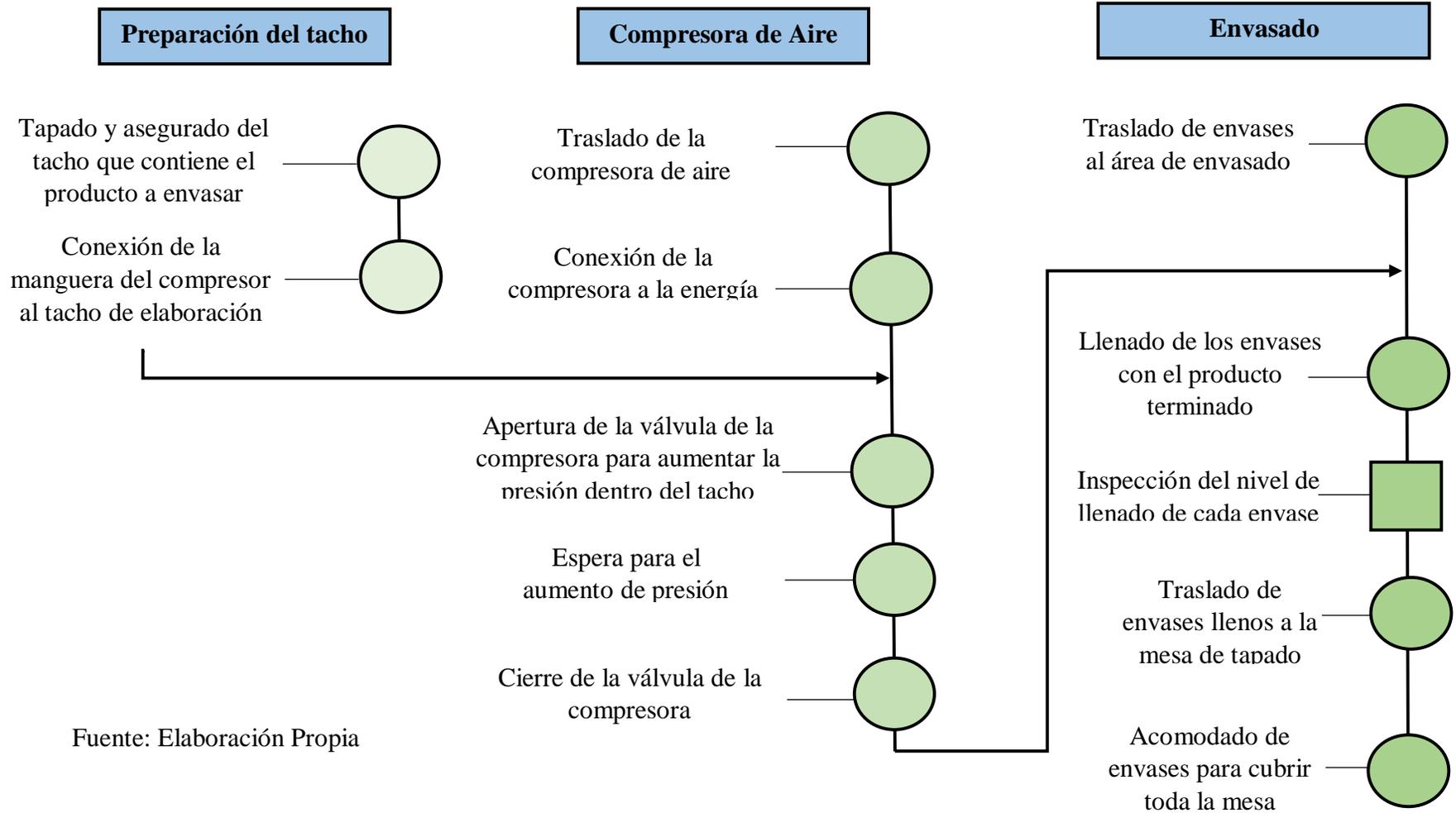
DIAGRAMA BIMANUAL										
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1 de 1	RESUMEN						
Operación:	Envasado	Presentación (litros):	10 - 5 - 1,150 - 0,38	Actividad	M.I.	M.D.				
Lugar:	Sección de envasado de productos	Línea de productos	Alcohol en gel, Jabón líquido, Lavavajillas, Shampoo para auto, Detergente industrial	Operación ●	4	9				
Método:	Actual			Transporte →	1	2				
Operario N°:	1			Espera D	4	1				
Compuesto por:	Israel Armando Cruz Limachi			Sostener ▼	5	2				
Empresa:	FAPROLIMG	Fecha:	14/5/2024	Total	14	14				
Descripción Mano Izquierda		Símbolo			Operario	Símbolo			Descripción Mano Derecha	
		●	→	D	▼	1	●	→	D	▼
<b>Preparado de las herramientas de trabajo</b>										
Tapado del tacho de 200 litros	●				1	●				Tapado del tacho de 200 litros
Asegurado de la tapa	●				1	●				Asegurado de la tapa
Conectado de la manguera de la compresora a la tapa del tacho	●				1	●				Conectado de la manguera de la compresora a la tapa del tacho
<b>Envasado</b>										
Espera			●		1	●				Apertura de la válvula de aire de la compresora
Espera			●		1		●			Espera en el aumento de presión
Espera			●		1	●				Cierre de la válvula de aire de la compresora
Espera			●		1	●				Traslado de envase vacío para el llenado
recepción del envase	●				1	●				Cambio de mano del envase vacío
Sujetado de envase			●		1	●				Apertura de la válvula de salida
Sujetado de envase			●		1		●			Sujetado de la válvula de salida
Sujetado de envase			●		1	●				Cierre parcial de la válvula para disminuir la velocidad
Sujetado de envase			●		1	●				Cierre de la válvula de salida
Sujetado del envase lleno			●		1		●			Sujetado del envase lleno
Traslado del envase lleno		●			1		●			Traslado del envase lleno
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>TOTAL</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 2.14. Cursograma Sinóptico del proceso de envasado

El cursograma sinóptico del proceso de envasado se limita a 3 actividades principales secuenciales detalladas a continuación:

Esquema N° 2.2. Cursograma sinóptico



Fuente: Elaboración Propia

## 2.15. Cursograma Analítico del proceso de envasado

El siguiente cuadro detalla la secuencia de actividades y movimientos del proceso de envasado incluyendo las distancias de recorrido y el tiempo empleado en el mismo para un volumen de 200 litros de producto terminado.

**Tabla N° II - 13. Cursograma analítico del proceso de envasado 10 litros**

		Cursograma Analítico			HOJA N° 1					
		Cursograma N° 01			Resumen					
		Descripción			Actividad	Símbolo	Actual			
Objetivo: Analizar el tiempo durante el proceso de envasado y actividades varias			Operación		6					
Proceso: Envasado de Líquidos Viscosos		Método: Actual	Inspección		0					
Productos: Lavavajillas, detergente industrial			Espera		2					
Operario: Trabajadores de planta		Cantidad: 1 Lote (200 Litros)	Transporte		4					
Volumen de los envases: 10 Litros		Fecha: Junio 2024	Almacenamiento		0					
Elaborado por: Israel Armando Cruz Limachi			Tiempo Total: 2103 s.	Distancia Total: 50,79 metros						
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de compresora de aire al área de envasado	1	28,19	60						Lo realiza 1 operario, no requiere de gran esfuerzo desde el cuarto de herramientas
2	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Lo realiza 1 operario sin mayor esfuerzo
3	Colocado y asegurado de la tapa del tacho de 200 litros	1	1	165						Cada tacho tiene su propia tapa
4	Cargado de la compresora	1	0	320						Al mismo tiempo se verifica el tapado del tacho
5	Conexión y acomodo de la manguera de caucho	1	1	330						Solo debe realizarse la conexión al tacho
6	Llenado de envases	20	0	675						Lo realiza utilizando una sola mano y la otra sostiene el envase a llenar
7	Recarga para elevar la presión del tacho de 200 litros	7	0	35						Requiere de cuidado por lo que no se realiza simultáneamente con otra actividad
8	Traslado de envases llenos a la mesa	20	0,5	40						Evita que los envases caigan y exista pérdida de producto
9	Acomodo de envases para cubrir toda la mesa	4	0,5	28						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
10	Traslado de envases llenos a la mesa de tapado	1	1	40						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
11	Acomodo de envases para cubrir toda la mesa de tapado	1	1	15						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
12	Acomodo de manguera de compresora	1	1	335						Para evitar que haya fugas de aire y no se relente el envasado
<b>TOTAL</b>		<b>59</b>	<b>50,79</b>	<b>2103</b>						

Tabla N° II - 14. Cursograma analítico del proceso de envasado 5 litros

		Cursograma Analítico				HOJA N° 1				
		Cursograma N° 02				Resumen				
		Descripción				Actividad	Símbolo	Actual		
<b>Objetivo:</b> Analizar el tiempo durante el proceso de envasado y actividades varias				<b>Operación</b>		<b>6</b>				
<b>Proceso:</b> Envasado de Líquidos Viscosos		<b>Método:</b> Actual		<b>Inspección</b>		<b>0</b>				
<b>Productos:</b> Lavajillas, shampoo para automoviles, Jabón Líquido, alcohol en gel				<b>Espera</b>		<b>2</b>				
<b>Operario:</b> Trabajadores de planta		<b>Cantidad:</b> 1 Lote (200 Litros)		<b>Transporte</b>		<b>4</b>				
<b>Volumen de los envases:</b> 5 Litros		<b>Fecha:</b> Junio 2024		<b>Almacenamiento</b>		<b>0</b>				
<b>Elaborado por:</b> Israel Armando Cruz Limachi				<b>Tiempo Total:</b> 4260 s.	<b>Distancia Total:</b> 50,79 metros					
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de compresora de aire al área de envasado	1	28,19	60						Lo realiza 1 operario, no requiere de gran esfuerzo desde el cuarto de herramientas
2	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Lo realiza 1 operario sin mayor esfuerzo
3	Colocado y asegurado de la tapa del tacho de 200 litros	1	1	165						Cada tacho tiene su propia tapa
4	Cargado de la compresora	1	0	320						Al mismo tiempo se verifica el tapado del tacho
5	Conexión y acomodado de la manguera de caucho	1	1	330						Solo debe realizarse la conexión al tacho
6	Llenado de envases	20	0	800						Lo realiza utilizando una sola mano y la otra sostiene el envase a llenar
7	Recarga para elevar la presión del tacho de 200 litros	7	0	50						Requiere de cuidado por lo que no se realiza simultaneamente con otra actividad
8	Traslado de envases llenos a la mesa	20	0,5	80						Evita que los envases caigan y exista pérdida de producto
9	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	4	1	49						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
10	Traslado de envases llenos a la mesa de tapado	1	0,5	620						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
11	Acomodado de evases para cubrir toda la mesa de tapado	1	1	51						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
12	Acomodado de manguera de compresora	1	1	1675						Para evitar que haya fugas de aire y no se relentice el envasado
<b>TOTAL</b>		<b>59</b>	<b>50,79</b>	<b>4260</b>						

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° II - 15. Cursograma analítico del proceso de envasado 1,150 litros**

		Cursograma Analítico				HOJA N° 1				
		Cursograma N° 03				Resumen				
		Descripción				Actividad	Símbolo	Actual		
<b>Objetivo:</b> Analizar el tiempo durante el proceso de envasado y actividades varias				<b>Operación</b>		<b>6</b>				
<b>Proceso:</b> Envasado de Líquidos Viscosos		<b>Método:</b> Actual		<b>Inspección</b>		<b>0</b>				
<b>Productos:</b> Lavavajillas, Jabón Líquido, alcohol en gel				<b>Espera</b>		<b>2</b>				
<b>Operario:</b> Trabajadores de planta		<b>Cantidad:</b> 1 Lote (200 Litros)		<b>Transporte</b>		<b>4</b>				
<b>Volumen de los envases:</b> 1,150 Litros		<b>Fecha:</b> Junio 2024		<b>Almacenamiento</b>		<b>0</b>				
<b>Elaborado por:</b> Israel Armando Cruz Limachi				<b>Tiempo Total:</b> 9332 s.	<b>Distancia Total:</b> 50,79 metros					
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de compresora de aire al área de envasado	1	28,19	60						Lo realiza 1 operario, no requiere de gran esfuerzo desde el cuarto de herramientas
2	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Lo realiza 1 operario sin mayor esfuerzo
3	Colocado y asegurado de la tapa del tacho de 200 litros	1	1	165						Cada tacho tiene su propia tapa
4	Cargado de la compresora	1	0	320						Al mismo tiempo se verifica el tapado del tacho
5	Conexión y acomodado de la manguera de caucho	1	1	330						Solo debe realizarse la conexión al tacho
6	Llenado de envases	20	0	1211						Lo realiza utilizando una sola mano y la otra sostiene el envase a llenar
7	Recarga para elevar la presión del tacho de 200 litros	7	0	110						Requiere de cuidado por lo que no se realiza simultáneamente con otra actividad
8	Traslado de envases llenos a la mesa	20	0,5	346						Evita que los envases caigan y exista pérdida de producto
9	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	4	1	210						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
10	Traslado de envases llenos a la mesa de tapado	1	0,5	1980						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
11	Acomodado de evases para cubrir toda la mesa de tapado	1	1	1190						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
12	Acomodado de manguera de compresora	1	1	3350						Para evitar que haya fugas de aire y no se relente el envasado
<b>TOTAL</b>		<b>59</b>	<b>50,79</b>	<b>9332</b>						

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° II - 16. Cursograma analítico del proceso de envasado 0,380 litros**

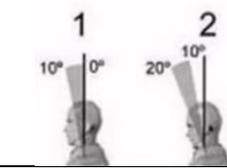
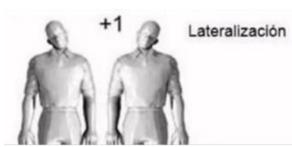
		Cursograma Analítico			HOJA N° 1					
		Cursograma N° 04			Resumen					
		Descripción			Actividad	Símbolo	Actual			
Objetivo: Analizar el tiempo durante el proceso de envasado y actividades varias			Operación		6					
Proceso: Envasado de Líquidos Viscosos		Método: Actual	Inspección		0					
Productos: Jabón Líquido, alcohol en gel			Espera		2					
Operario: Trabajadores de planta		Cantidad: 1 Lote (200 Litros)	Transporte		4					
Volumen de los envases: 0,380 Litros		Fecha: Junio 2024	Almacenamiento		0					
Elaborado por: Israel Armando Cruz Limachi			Tiempo Total: 19045 s.	Distancia Total: 165 metros						
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de compresora de aire al área de envasado	1	28,19	60						Lo realiza 1 operario, no requiere de gran esfuerzo desde el cuarto de herramientas
2	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Lo realiza 1 operario sin mayor esfuerzo
3	Colocado y asegurado de la tapa del tacho de 200 litros	1	1	165						Cada tacho tiene su propia tapa
4	Cargado de la compresora	1	0	320						Al mismo tiempo se verifica el tapado del tacho
5	Conexión y acomodado de la manguera de caucho	1	1	330						Solo debe realizarse la conexión al tacho
6	Llenado de envases	20	0	2104						Lo realiza utilizando una sola mano y la otra sostiene el envase a llenar
7	Recarga para elevar la presión del tacho de 200 litros	7	0	210						Requiere de cuidado por lo que no se realiza simultáneamente con otra actividad
8	Traslado de envases llenos a la mesa	20	0,5	1052						Evita que los envases caigan y exista pérdida de producto
9	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	4	1	504						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
10	Traslado de envases llenos a la mesa de tapado	1	0,5	3520						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
11	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa de tapado	1	1	2600						Se realiza en medio del envasado para que otro trabajador vaya tapando y etiquetando los envases
12	Acomodado de manguera de compresora	1	1	3350						Para evitar que haya fugas de aire y no se relente el envasado
<b>TOTAL</b>		<b>59</b>	<b>50,79</b>	<b>14275</b>						

Fuente: Elaboración Propia

### 2.16. Análisis Ergonómico

Teniendo en cuenta que muchas de las posturas que adopta el trabajador están dentro de su movilidad habitual, se puede identificar la actividad principal (Envasado) como la postura más incómoda para el mismo. Así también, se analizará el mayor esfuerzo que se realiza al cargar un envase de 10 litros.

**Tabla N° II - 17. Posición del cuello**

GRUPO A - CUELLO		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión > 20°	2	
Cabeza con inclinación	+1	
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	

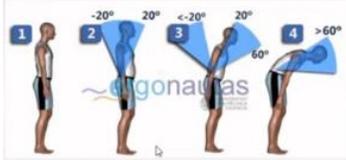
Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° II - 18. Posición de las piernas**

GRUPO A - PIERNAS		
Posición	Puntuación	Descripción
Sentado, andando o de pie son soporte simétrico	1	
No existe inclinación y se encuentra completamente sentado	0	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

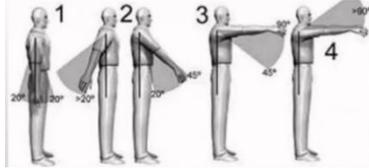
Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° II - 19. Posición del tronco**

GRUPO A - TRONCO		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión > 60°	4	
Torso inclinado lateral	+1	
Carga y movimiento rápido	+1	
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° II - 20. Posición de los brazos**

GRUPO B - BRAZOS		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión < 45°	2	
Abducción de brazo	+1	
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)



Tabla N° II - 24. Puntuación del grupo B

PUNTUACIÓN GRUPO B						
ANTEBRAZO						
1			2			
MUÑECA			MUÑECA			
BRAZO	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

Tabla N° II - 25. Puntuación combinada

PUNTUACIÓN C										
PUNTUACIÓN B										
PUNTUACIÓN A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° II - 26. Nivel de intervención**

NIVEL DE RIESGO Y ACCIÓN			
PUNTUACIÓN	NIVEL	RIESGO	ACTUACIÓN
1	0	Inapreciable	No es necesaria la acción
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la acción
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la acción
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la acción cuanto antes
11 a 15	4	Muy Alto	Es necesaria la acción de inmediato

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

Como se observa, la calificación del análisis de ergonomía en el trabajador es de 10 puntos, lo que significa un nivel de riesgo alto para el mismo y un nivel de fatiga considerable, mismo que desencadena en dolencias a largo plazo y constantes errores de cansancio durante la realización del envasado, tales como derrames de producto terminado, mal pegado de etiquetas adhesivas y multas de la entidad reguladora que lo supervisa.

La empresa debe tomar acciones de inmediato de corto y largo plazo para asegurar el bienestar de los trabajadores y evitar derrames de producto debido al cansancio del envasador

#### **2.16.1. Acciones a corto plazo para mejorar la ergonomía de los trabajadores.**

Alguna de las recomendaciones que podría tomar en cuenta la empresa podrían ser:

- Regular o acondicionar plataformas que se adecuen a la posición natural del trabajador.
- Implementar descansos breves pero frecuentes que reduzcan la fatiga del trabajador

- Incluir ejercicios de estiramiento y movilidad durante el proceso de envasado.
- Proporcionar soportes para el envase mientras se va llenando

#### **2.16.2. Acciones a largo plazo para mejorar la ergonomía de los trabajadores.**

Alguna de las recomendaciones que podría tomar en cuenta la empresa podrían ser:

- Rediseñar el sistema de envasado actual y proporcionar una postura adecuada al trabajador.
- Invertir en mobiliario adecuado al trabajador.
- Automatización sobre las tareas repetitivas
- Capacitación y evaluación ergonómica periódicamente.

#### **2.17. Resultados del estado actual del envasado**

En la siguiente tabla – resumen se detallarán todos los resultados del estado actual del sistema de envasado de la empresa FAPROLIMPG.

**Tabla N° II - 27. Resultados del sistema actual de envasado**

<b>Resumen de datos obtenidos</b>				
<b>Característica</b>	<b>Presentación</b>			
	<b>10 Litros</b>	<b>5 Litros</b>	<b>1,150 Litros</b>	<b>0,380 Litros</b>
<b>Pérdida de producto terminado en el envasado (ml)</b>	110	100	260	530
<b>Tiempo total de envasado</b>	38 min 48 seg	1 h 11 min	2 h 35 min 32 seg	3 h 57 min 55 seg
<b>Productividad (envases/minuto)</b>	0,5128	0,5634	1,1090	2,2101
<b>Costo de Mano de Obra (Bs)</b>	7,8	14,2	31,2	47,6
<b>Consumo de Energía eléctrica</b>	0,98	1,78	3,92	5,98
<b>Costo de envasado (Bs)</b>	8,78	15,98	35,12	53,58

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta todos los resultados vertidos en la tabla anterior, especialmente con el tiempo de envasado, se describe este proceso como bastante retardado en comparación de las tareas que lo preceden y anteceden. Esto se refleja inmediatamente con el consumo de energía eléctrica, mano de obra empleada y productividad, repercutiendo proporcionalmente con los costos de envasado.

Es en este punto donde identificamos la oportunidad de mejora para la empresa por lo que posteriormente se analizarán algunas alternativas de mejora y disminuir los costos de producción con el fin de aumentar las ganancias para la empresa.

**CAPÍTULO III**  
**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

### 3.1. Introducción

Una vez identificado un punto crítico importante que afecta una gama de productos y presentaciones, se puede analizar una serie de alternativas que mejoran el proceso de envasado en una medida significativa.

Las alternativas estudiadas a continuación son discretas en el contexto de la empresa, ya que es poco favorable analizar propuestas con precios elevados que conlleven a la importación de maquinaria y créditos bancarios que deben amortizarse en una cantidad de años considerable.

### 3.2. Alternativas a considerar

Dentro de las alternativas a considerar se contemplará maquinaria que mejora y reemplaza el sistema de envasado y maquinaria que reemplaza el uso de la compresora de aire, así como la alternativa de contratar más personal para disminuir los tiempos de envasado.

Todas estas alternativas pretenden mejorar el sistema de envasado por lo que serán objeto de estudio en el presente capítulo.

**Tabla N° III - 1. Alternativas de reemplazo para el sistema de envasado**

<b>Alternativas para optimizar el sistema de envasado</b>		
<b>Alternativas</b>	<b>Nombre</b>	<b>Detalle</b>
Alternativa A	Contratación de personal de apoyo en el sistema de envasado	Esta alternativa pretende aumentar el personal en el sistema de envasado con el mismo sueldo del trabajador actual. Para mantener claro el objeto de estudio, se analizará únicamente los beneficios y la participación que representaría en el sistema de envasado propuesto.
Alternativa B	Máquina semiautomática de	Esta opción pretende mejorar el sistema actual de envasado con la

	llenado de botellas de alta viscosidad para productos de limpieza	adquisición de maquinaria semiautomática que dosifica de manera adecuada el producto terminado, también es importante mencionar que el pistón que forma parte de su estructura necesita de una compresora de aire, por lo que se utilizarían los bienes con los que ya cuenta la empresa.
Alternativa C	Bomba de transferencia para líquidos de alta viscosidad	La bomba de transferencia de fluidos de alta viscosidad reemplaza la función de la compresora de aire y deja de lado su uso. Los riesgos se reducirán en gran medida y la tarea de asegurado del tacho de producto terminado se eliminará, así como ciertas tareas que pausan el envasado
Alternativa D	Fabricación de un dosificador para líquidos viscosos	Esta opción contempla la fabricación de un dispositivo que, por medio de energía mecánica, proporcionada por un motor eléctrico, dosifique producto terminado en los envases uniformemente y disminuya el esfuerzo realizado por el trabajador reduciendo el tiempo de envasado.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Análisis de alternativas

Con el análisis del problema se pretende optimizar factores cualitativos y cuantitativos como ser: Ergonomía de los trabajadores, horas hombre empleadas en el proceso de envasado, reducción del tiempo de envasado, seguridad de los trabajadores y estandarización del proceso, para ello se realizará una serie de comparaciones con alternativas que mejoran el proceso de envasado en los diferentes factores mencionados, para posteriormente elegir la mejor opción y adecuarla a la empresa FAPROLIMPG en su línea de productos de limpieza RABI.

#### 3.3.1. Alternativa A. - Contratación de personal de apoyo en el sistema de envasado

Esta alternativa, contempla la contratación del personal nuevo para colaborar en el sistema de envasado de productos viscosos. El análisis de costos de mano de obra y demás se desarrollarán a continuación.

##### i. Análisis de características - Alternativa A

La alternativa A presenta las siguientes ventajas y desventajas para su implementación.

**Tabla N° III - 2. Análisis de la alternativa A**

<b>ALTERNATIVA A</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Disminución en el tiempo de envasado.	Doble de inversión en mano de obra en el sistema de envasado.
Menor recorrido realizado por los trabajadores.	Capacitación al personal entrante.
El nuevo trabajador puede realizar otras actividades en la elaboración de otros productos que ofrece la empresa.	Inversión en equipo de seguridad industrial para el personal entrante.

Disminución en la carga laboral del trabajador 1.	No existe mejora de la ergonomía en el puesto de trabajo.
Mayor control visual en el sistema de envasado actual.	No existe mejora en la estandarización del proceso de envasado.

Fuente: Elaboración Propia

## ii. Requerimiento y costo de la Mano de obra empleada – Alternativa A

El incremento de la mano de obra en esta alternativa se incrementa al doble de su costo actual. Los detalles de las actividades realizadas por el segundo trabajador se detallan en el siguiente cuadro, considerando el mismo tipo de contrato que se tiene con el operario 1.

**Tabla N° III - 3. Requerimiento de mano de obra adicional – Alternativa A**

Número de Operario	Actividad	Horario de trabajo	Costo de la mano de obra (bs/mes)
1	Su actividad principal es el llenado de envases vacíos	Lun: 07:00 – 12:00 Mar: 07:00 – 12:00 Mier: 07:00 – 12:00 Jue: 07:00 – 12:00 Vier: 07:00 – 12:00	1200
2	Su actividad principal es la de asistir al trabajador 1 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga de pasar envases vacíos</li> <li>• Recibe envases llenos</li> <li>• Acomoda los envases llenos sobre la mesa de tapado</li> <li>• Mantiene la presión elevada en el tacho</li> <li>• Se encarga de revisar la tapa del tacho y que no tenga fugas de aire</li> </ul>	Lun: 07:00 – 12:00 Mar: 07:00 – 12:00 Mier: 07:00 – 12:00 Jue: 07:00 – 12:00 Vier: 07:00 – 12:00	1200
<b>TOTAL</b>			2400

Fuente: Elaboración Propia

**iii. Costo de implementación - Alternativa A**

Además del sueldo mensual, el costo de implementación se reduce al equipo de protección personal para el trabajador nuevo que se detalla a continuación.

**Tabla N° III - 4. Costo de implementación – Alternativa A**

ÍTEM	COSTO en (Bs)
Costo de EPP	
• Casco de seguridad	250
• Guantes de nitrilo	280
• Camisa	135
• Pantalón	120
• Botas	250
• Gafas	85
<b>Total</b>	<b>1120</b>

Fuente: Elaboración Propia

**3.3.2. Alternativa B. - Máquina semiautomática de llenado de botellas de alta viscosidad para productos de limpieza**

Como posible solución, consideramos la sustitución del actual sistema de envasado mediante la adquisición de un equipo especializado para esta tarea. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el emprendimiento aún no cuenta con una gran capacidad operativa y, por ende, los recursos económicos destinados a la mejora serán limitados, por esta razón es conveniente no considerar sistemas de envasado que incluyan otras tareas adicionales además del envasado, ni costos elevados de maquinaria que comprometan la estabilidad económica de la empresa.

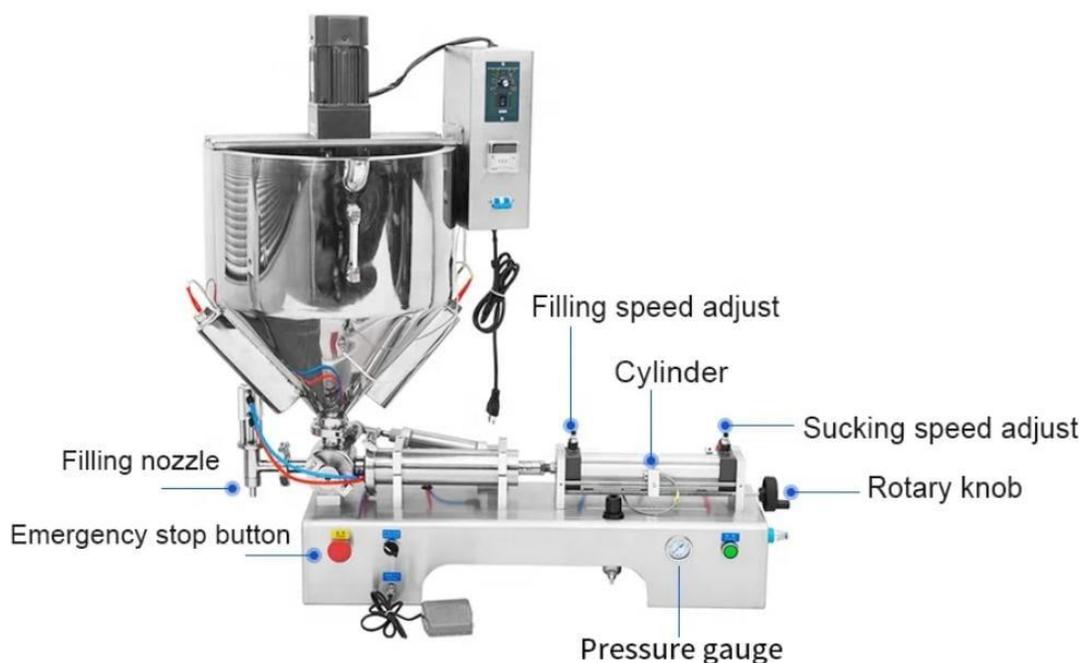
A, continuación, se detallan las características de funcionamiento de la máquina.

**Tabla N° III - 5. Características del equipo – Alternativa B**

ALTERNATIVA B			
Costo de la máquina	25752 Bs.	Dispensación máxima	5 litros
País de origen	Zhejiang, China	Potencia	20 W
Capacidad Tolva	50 litros	Voltaje	110/220 V
Peso	65 kg	Presión de aire	0,4 – 0,6 Mpa
Garantía	1 año	Material elaborado	Acero Inoxidable
Modelo	DUOQI-0,4	Empresa	NILFISK
Rango de llenado	500 – 5000 ml	Picos de salida	1

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° III - 1. Máquina semiautomática de envasado**



Fuente: Zo-E Industrial

**i. Análisis de características - Alternativa B.**

La alternativa B presenta las siguientes ventajas y desventajas para su implementación.

**Tabla N° III - 6. Análisis de la Alternativa B**

<b>ALTERNATIVA B</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Sistema semiautomático de dosificado variable	Volumen de tolva baja
Tamaño adecuado al área de envasado actual	Baja capacidad para el dimensionamiento de la empresa
Fácil limpieza	No posee cinta transportadora
Costo de maquinaria accesible	Requiere de profesionales para su correcta instalación
Pérdidas mínimas	Máxima dosificación 5 litros
Disminución de tiempo de envasado	Rango de llenado de 500 a 5000 ml
Mejor posición ergonómica del trabajador	Requiere de modificaciones para mejorar su uso.
Seguridad en el puesto de trabajo	Requiere de la compresora de aire
Estandarización del proceso de envasado	No existe mejora en el consumo energético
Dosificación exacta	Requiere de mantenimiento realizado por un profesional

Fuente: Elaboración Propia

**ii. Costo de la Mano de obra empleada – Alternativa B.**

Debido a que la manipulación del equipo se mantiene en un trabajador, el costo de mano de obra será el mismo que el costo actual.

**Tabla N III - 7. Requerimiento de mano de obra – Alternativa B**

Operario	Actividad	Cantidad	Costo de la mano de obra
1	Alimentación de envases, dosificado, traslado de envases llenos	1	1200
TOTAL			1200

Fuente: Elaboración Propia

### iii. Costo de implementación – Alternativa B

Para la determinación del costo de implementación se tomarán en cuenta el precio del equipo, el precio del transporte ya que la máquina se comercializa en la ciudad de Cochabamba y el costo de instalación en fábrica.

**Tabla N° III - 8. Costo de Implementación**

ITEM	COSTO en (Bs)
Costo de Maquinaria	25.752
Costo de Transporte	330
Costo de Instalación	500
Total	26582

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.3. Alternativa C - Bomba de transferencia para líquidos de alta viscosidad

A fin de mejorar el proceso de envasado, podría sustituirse el uso de la compresora de aire con el uso de una bomba especial para líquidos viscosos y de esta manera reducir el tiempo empleado en el envasado, además que tiene un funcionamiento adecuado para cualquier volumen de producción.

A continuación, se detallan las características de funcionamiento de la máquina.

**Tabla N° III - 9. Características de alternativa C**

ALTERNATIVA C			
Costo de la máquina	16308 Bs	Potencia	2 HP
País de origen	China	Voltaje	220 V
Capacidad Tolva	-	Material elaborado	Acero
Peso	42 kg	Dimensiones	1x 0,9 x 0,8

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° III - 2. Bomba de transferencia para líquidos viscosos**

Fuente: Zo-E

**i. Análisis de características - Alternativa C**

La alternativa C presenta las siguientes ventajas y desventajas para su implementación.

**Tabla N° III - 10. Análisis de la Alternativa C**

ALTERNATIVA C	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminución en el tiempo de envasado.	Uso limitado en comparación al precio de compra.
Menor recorrido realizado por los trabajadores.	Disminución de tiempo reducido

Mayor seguridad para el trabajador en el puesto de trabajo	No existe mejora en la estandarización del proceso de envasado.
Apto para cualquier volumen de producción.	No existe mejora de la ergonomía en el puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia

## ii. Requerimiento y costo de la Mano de obra empleada – Alternativa C

Debido a que el funcionamiento de la bomba se reduce a la sustitución de la compresora de aire en el sistema de envasado actual, el personal solicitado será el mismo.

**Tabla N° III - 11. Requerimiento de mano de obra – Alternativa C**

Operario	Actividad	Cantidad	Costo de la mano de obra (Bs)
1	Alimentación de envases, dosificado, traslado de envases llenos	1	1200
TOTAL			1200

Fuente: Elaboración Propia

## iii. Costo de implementación – Alternativa C

El costo de implementación de la alternativa se reduce al costo de la maquinaria y el transporte de la misma, ya que no requiere de un técnico especializado para su instalación y se detalla en el siguiente cuadro.

**Tabla N° III - 12. Costo de Implementación – Alternativa C**

ITEM	COSTO en (Bs)
Costo de Maquinaria	16008
Costo de Transporte	300
Total	16308

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.4. Alternativa D - Fabricación de un dosificador para líquidos viscosos

En vista de que la problemática de la investigación se basa en un sistema de embolo y manivela simple, que no requiere de una fuerza de gran magnitud, es conveniente tomar en cuenta y analizar la fabricación de la máquina ya que se reducirían los costos de implementación debido a que no debe trasladarse de una localidad lejana y que además puede ajustarse al volumen de producción de la empresa.

Esta opción se basa en el principio mecánico de la Alternativa B con ciertas modificaciones y requiere de un análisis más preciso.

A continuación, se detallan las características técnicas y ventajas del mismo.

**Tabla N° III - 13. Características del equipo – Alternativa D**

ALTERNATIVA D			
Costo aproximado de la máquina	8900 Bs	Puerto de salida	-
País de origen	Bolivia	Potencia	1 HP
Capacidad Tolva	Ilimitada	Voltaje	220 V
Peso	70 kg	Dimensiones	1,2 x 2,1 x 1,6
Garantía	-	Material elaborado	Acero inoxidable
Modelo	-	Empresa	-
Capacidad	Variable	Dispensación máxima	5 litros

Fuente: Elaboración Propia

#### i. Análisis de características - Alternativa D.

La alternativa D presenta las siguientes ventajas y desventajas para su implementación.

**Tabla N° III - 14. Análisis de la Alternativa D**

ALTERNATIVA D	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sustitución de la compresora de aire	Tiempo de adquisición más extenso
Costo de fabricación accesible	No posee cinta transportadora
Seguridad en el puesto de trabajo	Mantenimiento periódico

Mejora en la ergonomía del trabajador	Requiere de supervisión en su elaboración.
Dosificación precisa	Requiere de capacitación al personal para su manipulación
Disminución de tiempo de envasado	Requiere de pruebas de funcionamiento
Elevada capacidad de envasado	Requiere de un tiempo de prueba para su implementación definitiva
Adaptable a las diferentes presentaciones de volúmenes	Requiere de refacciones específicas a la medida de su elaboración.

Fuente: Elaboración Propia

## ii. Requerimiento y costo de la Mano de obra empleada – Alternativa D.

Debido a que el funcionamiento de la envasadora se reduce a la sustitución de la compresora de aire en el sistema de envasado actual, el personal solicitado será el mismo.

**Tabla N° III - 15. Requerimiento de mano de obra – Alternativa D**

Operario	Actividad	Cantidad	Costo de la mano de obra (bs/mes)
1	Alimentación de envases, dosificado, traslado de envases llenos	1	1200
TOTAL			1200

Fuente: Elaboración Propia

## iii. Costo de implementación – Alternativa D

El costo de implementación de la alternativa se reduce al costo de la maquinaria (motor eléctrico) materiales y el transporte de la misma, ya que su instalación no es compleja, no se necesita de personal especializado para su instalación y se detalla en el siguiente cuadro.

**Tabla N° III - 16. Costo de Implementación**

ÍTEM	COSTO en (Bs)
Costo de materiales	7500
Mano de obra	1350
Costo de Transporte	50
<b>Total</b>	<b>8900</b>

Fuente: Elaboración Propia

**3.5. Comparación de alternativas**

Para el análisis y comparación de las diferentes alternativas propuestas se utilizará el método de ponderación por puntos donde se considerarán los factores más importantes como el costo de implementación, reducción de tiempo, etc.

**Tabla N° III - 17. Comparación de Alternativas**

<b>COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>					
<b>FACTOR</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>	<b>Alternativa C</b>	<b>Alternativa D</b>	
<b>COSTO</b>					
<b>Costo de mano de obra (bs/año)</b>	28800	14400	14400	14400	
<b>Costo de implementación (bs)</b>	1120	830	-	-	
<b>Costo de la maquinaria (bs)</b>	-	25752	16308	8900	
<b>DISTANCIA</b>					
<b>Recorrido del trabajador (m)</b>	50,49	21,30	21,3	21,3	
<b>TIEMPO DE ENVASADO</b>					
<b>Tiempo empleado en el envasado</b>	<b>10 litros</b>	35 min 45 s	18 min 3 s	18 min 3 s	18 min 3 s
	<b>5 litros</b>	56 min 40 s	27 min 40 s	27 min 40 s	27 min 40 s
	<b>1,150 litros</b>	1 h 32 min 26 s	1 h 23 min 17 s	1 h 23 min 17 s	1 h 23 min 17 s
	<b>0,380 litros</b>	1 h 48 min 59 s	2 h 44 min	2 h 44 min	2 h 44 min

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6. Método de evaluación por puntos

La siguiente tabla nos muestra la ponderación y calificación que se le otorga a los diferentes factores evaluados en cada alternativa.

**Tabla N° III - 18. Método de evaluación por puntos**

<b>MÉTODO DE EVALUACIÓN POR PUNTOS</b>									
<b>FACTOR</b>	<b>Peso</b>	<b>Alternativa A</b>		<b>Alternativa B</b>		<b>Alternativa C</b>		<b>Alternativa D</b>	
		<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Costo de mano de obra</b>	<b>0,10</b>	<b>4</b>	<b>0,4</b>	<b>9</b>	<b>0,9</b>	<b>9</b>	<b>0,9</b>	<b>9</b>	<b>0,9</b>
<b>Costo de implementación</b>	<b>0,08</b>	<b>8</b>	<b>0,64</b>	<b>4</b>	<b>0,32</b>	<b>7</b>	<b>0,56</b>	<b>7</b>	<b>0,56</b>
<b>Costo de maquinaria</b>	<b>0,14</b>	<b>9</b>	<b>1,26</b>	<b>3</b>	<b>0,42</b>	<b>3</b>	<b>0,42</b>	<b>8</b>	<b>1,12</b>
<b>Recorrido del trabajador</b>	<b>0,06</b>	<b>9</b>	<b>0,54</b>	<b>8</b>	<b>0,48</b>	<b>8</b>	<b>0,48</b>	<b>8</b>	<b>0,48</b>
<b>Tiempo de envasado</b>	<b>10 litros</b>	<b>0,07</b>	<b>4</b>	<b>0,28</b>	<b>8</b>	<b>0,56</b>	<b>8</b>	<b>0,56</b>	<b>8</b>
	<b>5 litros</b>	<b>0,07</b>	<b>4</b>	<b>0,28</b>	<b>8</b>	<b>0,56</b>	<b>8</b>	<b>0,56</b>	<b>8</b>
	<b>1,150 litros</b>	<b>0,09</b>	<b>9</b>	<b>0,81</b>	<b>7</b>	<b>0,63</b>	<b>7</b>	<b>0,63</b>	<b>7</b>
	<b>0,380 litros</b>	<b>0,09</b>	<b>9</b>	<b>0,81</b>	<b>7</b>	<b>0,63</b>	<b>7</b>	<b>0,63</b>	<b>7</b>
<b>Ergonomía</b>	<b>0,15</b>	<b>2</b>	<b>0,30</b>	<b>8</b>	<b>1,20</b>	<b>3</b>	<b>0,45</b>	<b>8</b>	<b>1,20</b>
<b>Dosificación exacta</b>	<b>0,15</b>	<b>2</b>	<b>0,30</b>	<b>8</b>	<b>1,20</b>	<b>3</b>	<b>0,45</b>	<b>8</b>	<b>1,20</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>5.62</b>		<b>6.90</b>		<b>5.64</b>		<b>7.84</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7. Alternativa elegida

La alternativa elegida por el método de ponderación por puntos es la alternativa D, siendo esta la mejor opción y la que se ajusta de mejor manera a la empresa. Algunos de los factores más importantes en los que gana una diferencia considerable son: la dosificación, siendo esta muy importante para la estandarización de la empresa y también la postura ergonómica de los trabajadores, quienes por el tiempo y por la cantidad de repeticiones de la tarea de envasado, son propensos a los errores en el envasado y riesgos de salud por la mala postura.

Siendo ésta la alternativa óptima para la empresa, solicita de ciertos requerimientos que deberán detallarse en el siguiente capítulo.

**Tabla N° III - 19. Requerimientos de Alternativa D**

<b>Requerimientos de funcionamiento Alternativa D</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Detalle</b>
Consumo de energía eléctrica	Tratándose de un equipo de baja potencia requerida, el consumo es reducido, similar al uso de la compresora eléctrica.
Requerimiento de mano de obra	Debido a la baja complejidad de manejo, se requerirá al mismo trabajador para que realice la tarea y no afecte en la organización que posee la empresa
Capacitación del personal	En este punto es importante que el equipo seleccionado cuente con su manual de uso para su correcta manipulación. Por lo que posteriormente se dará conocer junto con los detalles de funcionamiento.

Mantenimiento	Para evitar demoras y mantenimientos correctivos no programados se detallará el tipo de cuidados que deberá tener el equipo.
Herramientas	En este punto deberá detallarse la herramienta necesaria para su limpieza y mantenimiento.
Materiales	Se trata de los Materiales utilizados en la máquina envasadora, los mismos se detallarán en medida y características posteriormente

Fuente: Elaboración Propia

**CAPÍTULO IV**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ENVASADO**

#### **4.1 Introducción**

En este capítulo se describirá de manera más detallada la alternativa elegida para mejorar aspectos muy importantes en el sistema de envasado actual de productos viscosos de la empresa FAPROLIMPG.

Ya que las propiedades físicas de los productos más viscosos son similares, podrá utilizarse el mismo sistema de envasado después de su respectiva limpieza. Así también, las diferentes viscosidades entre los productos elaborados no representan mayor dificultad para el sistema de envasado ya que, su accionamiento mecánico puede ser cubierto por la capacidad de un motor eléctrico de baja capacidad.

A continuación, se detallan las principales dimensiones de la mejor alternativa para mejorar el actual sistema de envasado.

#### **4.2. Diseño del sistema de envasado**

La base del diseño del sistema de envasado propuesto, es el uso de la energía mecánica proporcionada por un motor eléctrico que, a su vez, está conectado a una biela que direcciona el movimiento circular del motor, en un recorrido lineal.

Una vez obtenido el recorrido lineal de la biela, se conecta a un émbolo introducido herméticamente en un cilindro de medidas específicas donde se aloja el producto terminado.

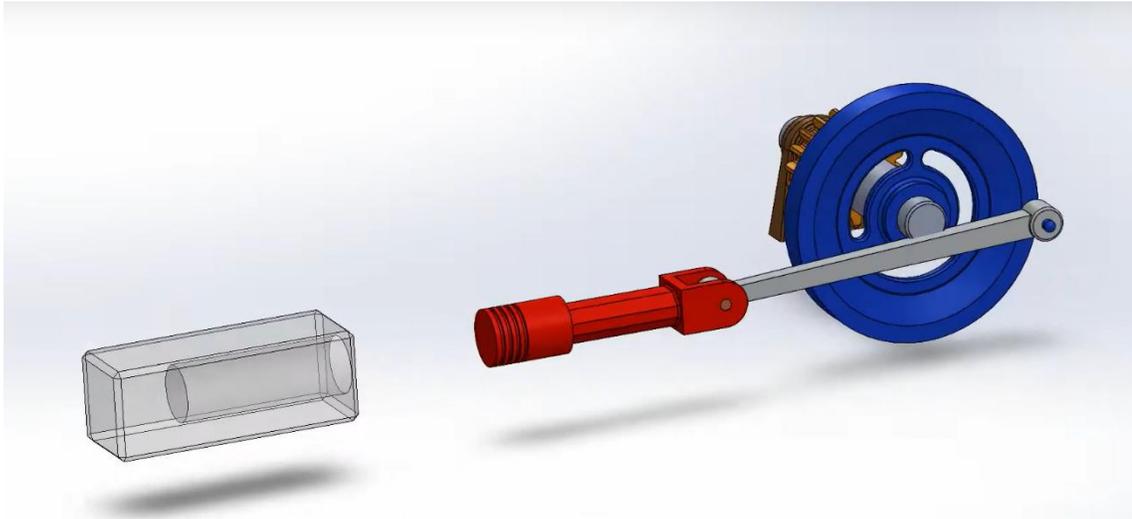
##### **4.2.1. Fases del émbolo en el sistema de envasado propuesto**

Las posiciones del émbolo se reducen a 2 puntos extremos que se detallan a continuación:

##### **I. Fase de retracción.**

En este punto, el émbolo se retrae, respecto al eje, hasta ocupar el máximo volumen dentro del cilindro por lo que el producto terminado también se encuentra en el máximo volumen para ser envasado.

### Cuadro N° IV - 1. Fase de Retracción del émbolo

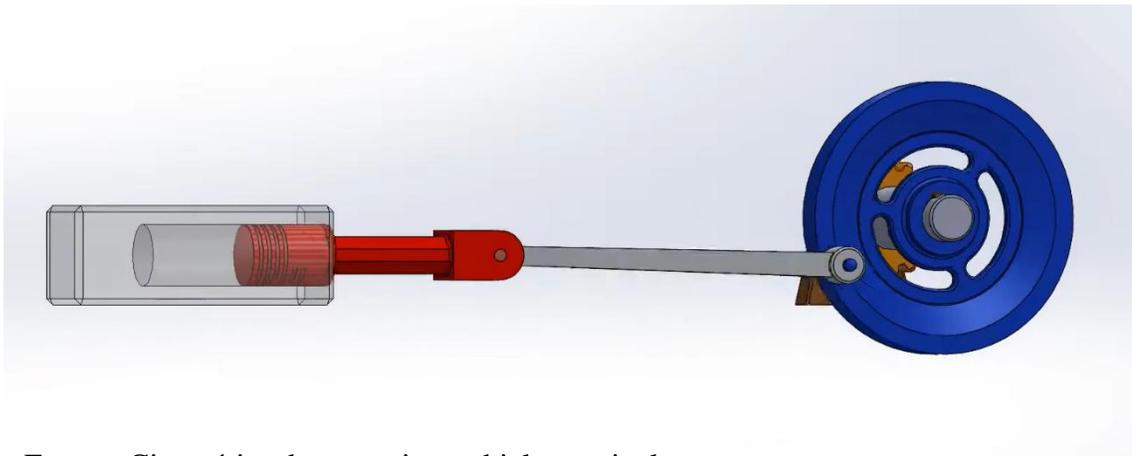


Fuente: Cinemática de mecanismos biela-manivela

### II. Fase de expansión.

En este punto el émbolo alcanza el mínimo volumen dentro del cilindro y se encuentra en su máximo punto de expansión respecto a su eje.

### Cuadro N° IV - 2. Fase de expansión del émbolo

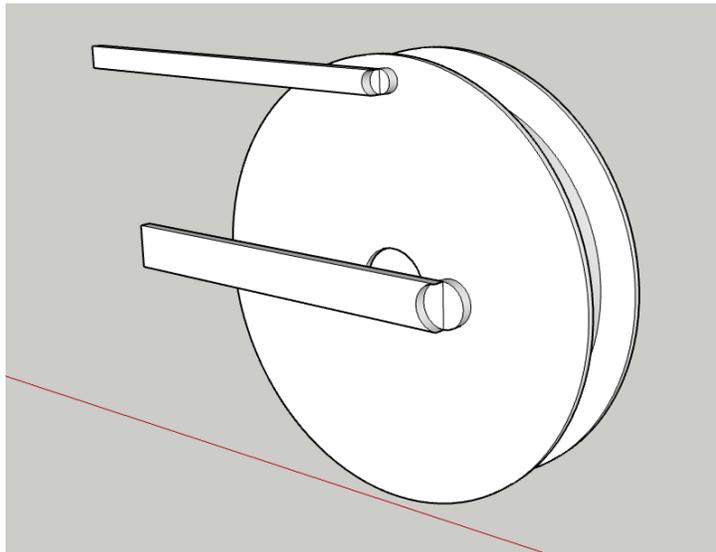


Fuente: Cinemática de mecanismos biela-manivela

Debido a la gama de presentaciones que ofrece la empresa FAPROLIMPG debe realizarse un ajuste en el sistema de émbolo – biela tradicional ya que los volúmenes de envasado son diferentes.

El ajuste que se debe realizar es el de colocar 2 puntos de trasmisión de movimiento para 2 bielas con longitudes diferentes, es decir, la polea que cumple la función de una manivela debe contener un punto de transmisión de movimiento a cierta longitud para envasar volúmenes de 10 y 5 litros y también debe tener otro punto de transmisión de movimiento a otra longitud para envasar volúmenes de 1,150 y 0,380 litros. Para fines explicativos se detalla lo señalado en la siguiente imagen.

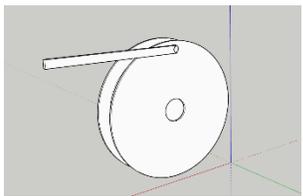
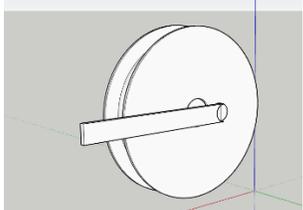
**Cuadro N° IV - 3. Puntos de transmisión de movimiento en la polea.**



Fuente: Elaboración propia - Sketchup

Las longitudes y posicionamiento de las bielas sobre la polea se detallan en el siguiente cuadro:

**Tabla N° IV - 1. Posicionamiento de las bielas sobre la polea.**

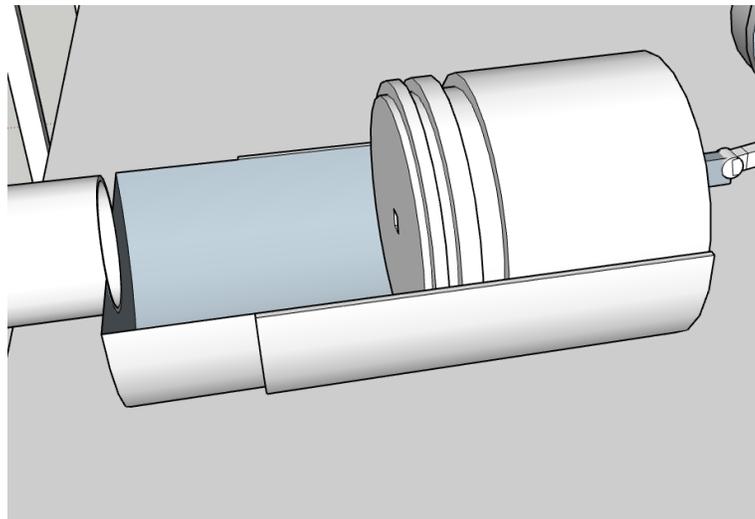
Posicionamiento de bielas				
Biela	Presentación de envasado	Longitud desde el émbolo hasta el eje (cm)	Posicionamiento en la polea	Descripción
B1	Se utiliza para envasar las presentaciones de 10 y 5 litros	14,15	Se sitúa a 90° del eje horizontal	
B2	Se utiliza para envasar las presentaciones de 1,150 y 0,380 litros	6,51	Se sitúa a 0° del eje horizontal	

Fuente: Elaboración Propia

El recorrido que tendrá el émbolo en sus fases de retracción y expansión estará definido por las siguientes ecuaciones.

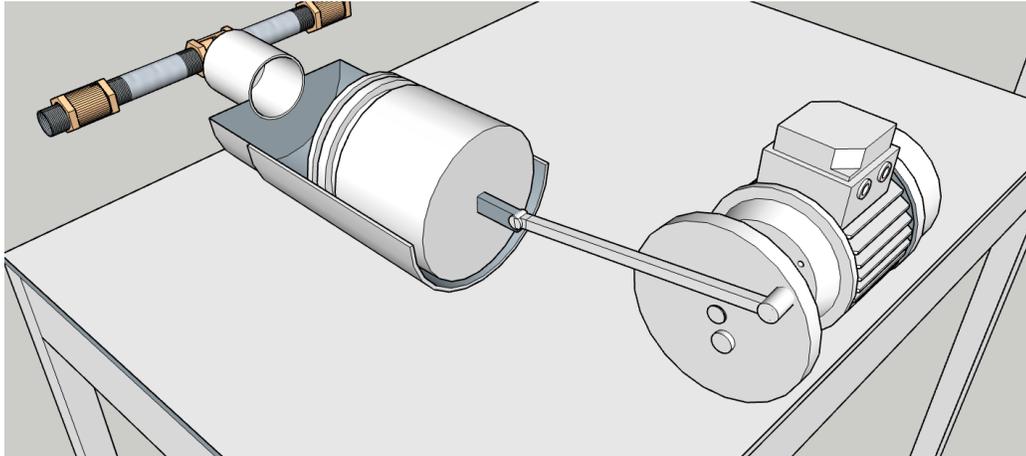
**Tabla N° IV - 2. Determinación del largo del cilindro**

<p>Para los volúmenes de 10 y 5 litros:</p> $V_{cilindro} = \pi r^2 h$ $h = \frac{V}{\pi r^2}$ $h = \frac{V}{\pi r^2}$ $h = \frac{5000}{\pi(7,5)^2} = 28,29 \text{ cm}$	<p>Para los volúmenes de 1,150 y 0,380 litros:</p> $V_{cilindro} = \pi r^2 h$ $h = \frac{V}{\pi r^2}$ $h = \frac{V}{\pi r^2}$ $h = \frac{2300}{\pi(7,5)^2} = 13,02 \text{ cm}$
---	--

**Cuadro N° IV - 4. Modelo 3D del émbolo.**

Fuente: Elaboración propia - Sketchup

### Cuadro N° IV - 5. Modelo 3D del sistema de envasado



Fuente: Elaboración propia - Sketchup

#### 4.3. Características del envasado propuesto

Las características mencionadas en el capítulo anterior sobre este sistema de envasado se desarrollarán a continuación:

##### 4.3.1. Dosificación

Con el fin de no tener que fabricar 2 cilindros con volúmenes diferentes se debe realizar esta adición en la polea, para que así, el recorrido del émbolo sea diferente y dosifique 2 volúmenes que cubren el envasado de las 4 presentaciones que ofrece la empresa. Esta característica se detalla a continuación.

**Tabla N° IV - 3. Dosificación del émbolo**

<b>Dosificación del émbolo</b>					
Presentación (litros)	Tipo de Biela	Longitud de Biela (cm)	Dosificación por cada expansión del émbolo (litros)	Cantidad de Dosificaciones	Cantidad de envases llenos
10	B1	14,15	5	2	1
5				1	1
1,150	B2	6,51	2,3	1	2
0,380				1	6

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, el tipo de biela B1 recorre 14,15 cm del cilindro y dosifica una cantidad de 5 litros en el envase, en el caso de los envases de 10 litros, se debe accionar la máquina 2 veces y se logra obtener el volumen deseado.

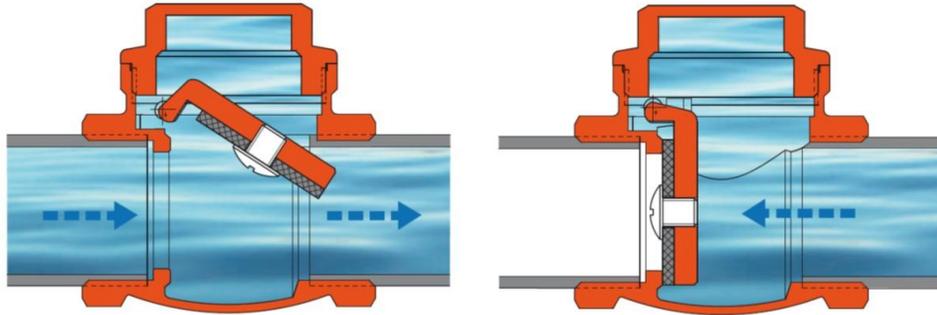
El tipo de biela B2 recorre una longitud de 6,51 cm dosificando un volumen de 2,3 litros que podrá ser dividido en 2 envases de 1,15 litros y en 6 envases de 0,380 litros, esto quiere decir que cada expansión del émbolo dosifica 2 envases de 1,15 litros o 6 envases de 0,380 litros a la vez, disminuyendo el tiempo de envasado considerablemente.

#### **4.3.2. Válvulas de anti retorno**

El sistema de envasado propuesto cuenta con 2 válvulas anti retorno ubicados a la entrada y salida de la envasadora.

En las fases de retracción y expansión del émbolo, las válvulas anti retorno impiden la circulación de fluido en ambos sentidos, causando la caída y aumento de presión en el cilindro, permitiendo la circulación del fluido en un solo sentido dirigido a los envases.

### Cuadro N° IV - 6. Válvulas anti retorno

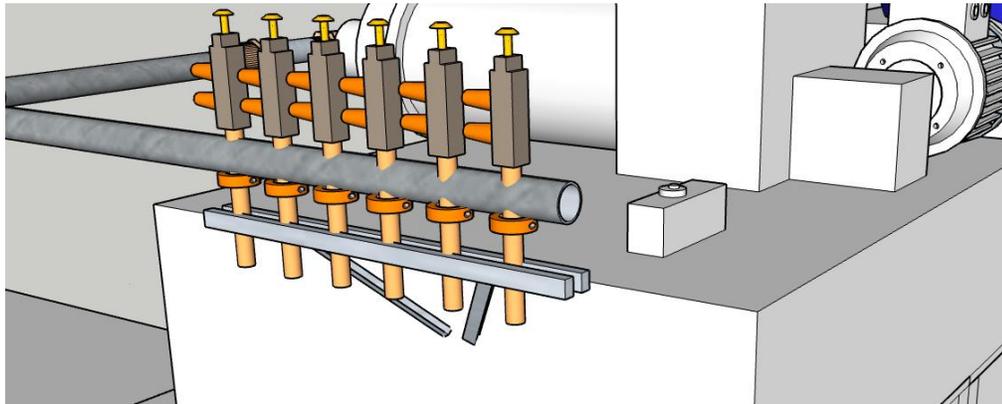


Fuente: Standart Hidráulica

#### 4.3.3. Picos Dosificadores

Debido a que podrán llenarse 2 o 6 envases simultáneamente en los volúmenes de 1,15 y 0,38 litros, deberán existir picos que ingresen superficialmente al envase para evitar derrames, mismos que se rigen por el principio de Pascal el cual determina que “La presión aplicada sobre un fluido contenido en un recipiente cerrado se transmite de forma uniforme en todos sus puntos” por lo que se garantiza uniformidad en el dosificado de muchos envases simultáneamente.

### Cuadro N° IV - 5. Picos Dosificadores del sistema de envasado propuesto



Fuente: Elaboración Propia (Sketchup)

#### 4.4. Descripción del proceso de envasado propuesto

- **Traslado del tacho con producto terminado al área de envasado.**

La elaboración del producto terminado aún se realiza dentro de los tachos de 200 litros y a una altura de 1,2 metros, la plataforma metálica sobre la que se encuentra el tacho cuenta con ruedas en los soportes para su fácil transporte. Es así que se traslada el tacho al sector de envasado y se aseguran los soportes para su envasado.

- **Conexión a la válvula de salida.**

La conexión consta de una unión de dos pulgadas entre la entrada de la máquina y la válvula de salida del tacho de 200 litros, posteriormente se abre dicha válvula de salida del tacho de 200 litros y se libera el paso del fluido a la máquina.

- **Traslado de envases vacíos al área de envasado.**

El recorrido del traslado de los envases vacíos es el mismo que se detalla en el diagrama de recorrido del trabajador.

- **Conexión a la energía eléctrica.**

Debido a la naturaleza de funcionamiento del motor requerido, es suficiente poseer una conexión monofásica y la accesibilidad a una toma de corriente, misma que ya posee el área de envasado.

- **Acomodado de envases y posicionamiento del trabajador.**

El trabajador acomoda los envases para cada dosificación y se posiciona frente a la máquina como se mostrará posteriormente.

- **Accionamiento de la máquina.**

El accionamiento de la máquina es controlado por el trabajador a través de un botón al alcance del movimiento natural del cuerpo, mismo que pone en marcha la mecánica de la máquina y es utilizado cada que lo precisa el trabajador

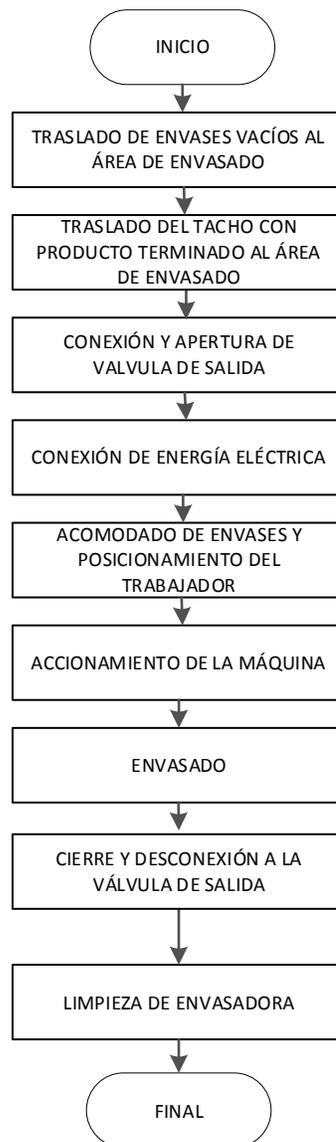
- **Envasado.**

Una vez acomodado el envase se acciona la máquina y esta dosifica el producto terminado al envase.

- **Traslado de envases llenos a la mesa de tapado.**

La cantidad de viajes variará dependiendo del volumen del envase a llenar como en el método de envase actual.

**Diagrama N° 4.1. Diagrama de flujo del sistema de envasado propuesto.**



Fuente: Elaboración Propia

En comparación al diagrama de flujo de envasado actual resaltan 2 diferencias importantes, la primera es la reducción de actividades y la segunda se trata de la eliminación del bucle de repetición debido al uso de la compresora de aire.

#### 4.6. Cursograma analítico del proceso de envasado propuesto

A continuación, se presentan los cursogramas analíticos para las diferentes presentaciones de envase que ofrece la empresa.

**Tabla N° IV - 4. Cursograma analítico propuesto (10 litros)**

		Cursograma Analítico			HOJA N° 1					
		Cursograma N° 01 - I			Resumen					
Descripción		Actividad	Símbolo	Actual						
Objetivo: Analizar el tiempo durante el proceso de envasado		Operación		9						
Proceso: Envasado de Líquidos Viscosos		Método: Propuesto	Inspección	0						
Productos: Lavavajillas, detergente industrial			Espera	0						
Operario: Trabajadores de planta		Cantidad: 1 Lote (200 Litros)	Transporte	3						
Volumen de los envases: 10 Litros		Fecha: Junio 2024	Almacenamiento	0						
Elaborado por: Israel Armando Cruz Limachi			Tiempo Total: 1258 s.	Distancia Total: 27,1 metros						
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Se obtiene del almacén de envases
2	Traslado del tacho con producto terminado al área de envasado	1	3	120						Debido a las ruedas que tiene un operador puede trasladar el tacho lleno
3	Conexión y apertura de la válvula de salida	1	1	120						La conexión a rosca facilita esta tarea
4	Conexión de energía eléctrica	1	1	10						Debido al manejo constante de agua, no puede dejarse conectado
5	Acomodado de envases y posicionamiento del trabajador	20	1	240						Contempla el tiempo de acomodado de cada envase y el posicionamiento del trabajador
6	Accionamiento de la máquina	20	0	40						Se encuentra al alcance del trabajador
7	Envasado	20	0	200						Contempla el tiempo total de envasado
8	Cierre y desconexión a la válvula de salida	1	1	90						Es necesario para la limpieza del equipo
9	Desconexión de la energía eléctrica	1	1	10						Debe realizarse por seguridad y así evitar caídas y corto circuito
10	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	4	0,5	28						Es necesario para evitar derrames de producto terminado
11	Traslado de envases al área de tapado	1	1	40						Forma parte del envasado para seguir con el siguiente proceso
12	Limpieza de envasadora	1	1	300						Es indispensable para evitar contaminación de producto terminado
<b>TOTAL</b>		<b>72</b>	<b>27,1</b>	<b>1258</b>						

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° IV - 5. Cursograma analítico propuesto (5 litros)**

		Cursograma Analítico			HOJA N° 1					
		Cursograma N° 02 - 2			Resumen					
		Descripción			Actividad	Símbolo	Actual			
<b>Objetivo:</b> Analizar el tiempo durante el proceso de envasado				<b>Operación</b>		<b>9</b>				
<b>Proceso:</b> Envasado de Líquidos Viscosos		<b>Método:</b> Propuesto		<b>Inspección</b>		<b>0</b>				
<b>Productos:</b> Lavavajillas, shampoo para automoviles, Jabón Líquido, alcohol en gel				<b>Espera</b>		<b>0</b>				
<b>Operario:</b> Trabajadores de planta		<b>Cantidad:</b> 1 Lote (200 Litros)		<b>Transporte</b>		<b>3</b>				
<b>Volumen de los envases:</b> 5 Litros		<b>Fecha:</b> Junio 2024		<b>Almacenamiento</b>		<b>0</b>				
<b>Elaborado por:</b> Israel Armando Cruz Limachi			<b>Tiempo Total:</b> 2139 s.	<b>Distancia Total:</b> 27,1 metros						
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Se obtiene del almacen de envses
2	Traslado del tacho con producto terminado al área de envasado	1	3	120						Debido a las ruedas que tiene un operador puede trasladar el tacho lleno
3	Conexión y apertura de la válvula de salida	1	1	120						La conexión a rosca facilita esta tarea
4	Conexión de energía eléctrica	1	1	10						Debido al manejo constante de agua, no puede dejarse conectado
5	Acomodado de envases y posicionamiento del trabajador	40	1	480						Contempla el tiempo de acomodado de cada envase y el posicionamiento del trabajador
6	Accionamiento de la máquina	40	0	80						Se encuentra al alcance del trabajador
7	Envasado	40	0	200						Contempla el tiempo total de envasado
8	Cierre y desconexión a la válvula de salida	1	1	90						Es necesario para la limpieza del equipo
9	Desconexión de la energía eléctrica	1	1	10						Debe realizarse por seguridad y así evitar caídas y corto circuito
10	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	7	0,5	49						Es necesario para evitar derrames de producto terminado
11	Traslado de envases al área de tapado	10	1	620						Forma parte del envasado para seguir con el siguiente proceso
12	Limpieza de envasadora	1	1	300						Es indispensable para evitar contaminación de producto terminado
<b>TOTAL</b>		<b>144</b>	<b>27,1</b>	<b>2139</b>						

Fuente: Elaboración Propia

### Cuadro N° IV - 6. Cursograma analítico propuesto (1,15 litros)

		Cursograma Analítico			HOJA N° 1						
		Cursograma N° 03 - 3			Resumen						
		Descripción	Actividad	Símbolo	Actual						
<b>Objetivo:</b> Analizar el tiempo durante el proceso de envasado			<b>Operación</b>		<b>9</b>						
<b>Proceso:</b> Envasado de Líquidos Viscosos		<b>Método:</b> Propuesto	<b>Inspección</b>		<b>0</b>						
<b>Productos:</b> Lavavajillas, Jabón Líquido, alcohol en gel			<b>Espera</b>		<b>0</b>						
<b>Operario:</b> Trabajadores de planta		<b>Cantidad:</b> 1 Lote (200 Litros)	<b>Transporte</b>		<b>3</b>						
<b>Volumen de los envases:</b> 1,150 Litros		<b>Fecha:</b> Junio 2024	<b>Almacenamiento</b>		<b>0</b>						
<b>Elaborado por:</b> Israel Armando Cruz Limachi			<b>Tiempo Total:</b> 5583 s.	<b>Distancia Total:</b> 27,1 metros							
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
											
1	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60							Se obtiene del almacén de envases
2	Traslado del tacho con producto terminado al área de envasado	1	3	120							Debido a las ruedas que tiene un operador puede trasladar el tacho lleno
3	Conexión y apertura de la válvula de la válvula de salida	1	1	120							La conexión a rosca facilita esta tarea
4	Conexión de energía eléctrica	1	1	10							Debido al manejo constante de agua, no puede dejarse conectado
5	Acomodado de envases y posicionamiento del trabajador	173	1	2076							Contempla el tiempo de acomodado de cada envase y el posicionamiento del trabajador
6	Accionamiento de la máquina	173	0	346							Se encuentra al alcance del trabajador
7	Envasado	87	0	261							Contempla el tiempo total de envasado
8	Cierre y desconexión a la válvula de salida	1	1	90							Es necesario para la limpieza del equipo
9	Desconexión de la energía eléctrica	1	1	10							Debe realizarse por seguridad y así evitar caídas y corto circuito
10	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	21	0,5	210							Es necesario para evitar derrames de producto terminado
11	Traslado de envases al área de tapado	22	1	1980							Forma parte del envasado para seguir con el siguiente proceso
12	Limpieza de envasadora	1	1	300							Es indispensable para evitar contaminación de producto terminado
<b>TOTAL</b>		<b>483</b>	<b>27,1</b>	<b>5583</b>							

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° IV - 7. Cursograma analítico propuesto (0,380 litros)**

		Cursograma Analítico				HOJA N° 1				
		Cursograma N° 04 - 4				Resumen				
		Descripción				Actividad	Símbolo	Actual		
Objetivo: Analizar el tiempo durante el proceso de envasado				Operación		9				
Proceso: Envasado de Líquidos Viscosos		Método: Propuesto		Inspección		0				
Productos: Jabón Líquido, alcohol en gel				Espera		0				
Operario: Trabajadores de planta		Cantidad: 1 Lote (200 Litros)		Transporte		3				
Volumen de los envases: 0,380 Litros		Fecha: Junio 2024		Almacenamiento		0				
Elaborado por: Israel Armando Cruz Limachi				Tiempo Total: 12200 s.	Distancia Total: 27,1 metros					
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo Total (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1	16,6	60						Se obtiene del almacén de envases
2	Traslado del tacho con producto terminado al área de envasado	1	3	120						Debido a las ruedas que tiene un operador puede trasladar el tacho lleno
3	Conexión y apertura de la válvula de salida	1	1	120						La conexión a rosca facilita esta tarea
4	Conexión de energía eléctrica	1	1	10						Debido al manejo constante de agua, no puede dejarse conectado
5	Acomodado de envases y posicionamiento del trabajador	526	1	6312						Contempla el tiempo de acomodado de cada envase y el posicionamiento del trabajador
6	Accionamiento de la máquina	526	0	1052						Se encuentra al alcance del trabajador
7	Envasado	132	0	396						Contempla el tiempo total de envasado
8	Cierre y desconexión a la válvula de salida	1	1	90						Es necesario para la limpieza del equipo
9	Desconexión de la energía eléctrica	1	1	10						Debe realizarse por seguridad y así evitar caídas y corto circuito
10	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	42	0,5	210						Es necesario para evitar derrames de producto terminado
11	Traslado de envases al área de tapado	32	1	3520						Forma parte del envasado para seguir con el siguiente proceso
12	Limpieza de envasadora	1	1	300						Es indispensable para evitar contaminación de producto terminado
<b>TOTAL</b>		<b>1265</b>	<b>27,1</b>	<b>12200</b>						

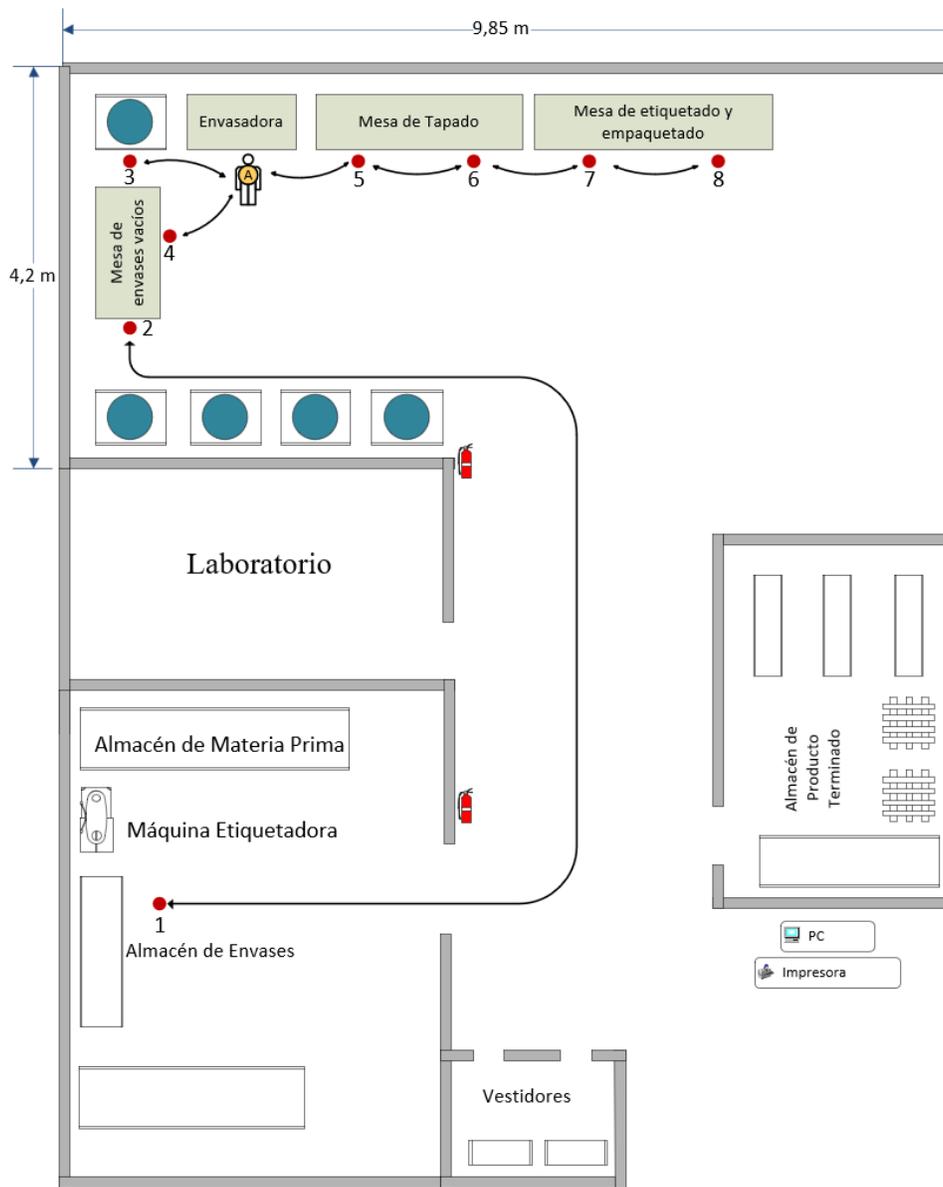
Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en las tablas IV-4. al IV-7. existe una disminución considerable para el trabajador en la distancia recorrida, así como en el tiempo total de envasado en cada presentación, este tiempo puede aprovecharse en otras actividades productivas que favorezcan a la empresa FAPROLIMPG.

#### **4.7. Diagrama de recorrido propuesto**

Para organizar de mejor manera la distribución en el sector de envasado de productos viscosos, se debe reordenar el recorrido del trabajador por lo que se propone realizar el siguiente cambio.

**Diagrama N° 4.2. Diagrama de recorrido propuesto**



Fuente: Elaboración Propia

El diagrama planteado reduce la distancia recorrida por el trabajador y reordena las mesas de trabajo de tal manera que forma una cadena de producción en línea.

**Tabla N° IV - 8. Descripción del diagrama de recorrido propuesto**

<b>Diagrama de recorrido Propuesto</b>			
<b>Recorrido</b>	<b>Operación</b>	<b>Distancia recorrida (m)</b>	<b>Observaciones</b>
Punto 1 - 2	Traslado de los envases vacíos	16,6	El traslado puede realizarlo el trabajador en un solo viaje
Punto A - 3	Conexión y apertura de la válvula de salida	1	Debido a la viscosidad y la baja presión de trabajo, no requiere de otras herramientas de conexión
Punto A - 4	Recojo de envases vacíos para llenarlos	2	Dependiendo del volumen de los envases, se recogen de 3 a 5 envases para no realizar el recorrido demasiadas veces
Punto A - 5	Traslado de envases llenos a la mesa de tapado	1,5	El recorrido se realiza tantas veces como sea necesario dependiendo del volumen de envases
Punto 5 - 6	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	1	Se lo realiza periódicamente para evitar derrames y obstrucciones
Punto de 6 - 7	Traslado de envases llenos a la mesa de etiquetado y empaquetado	3	Este recorrido se realiza en menor cantidad de repeticiones ya que también se utiliza la mesa de tapado para el etiquetado
Punto de 7 - 8	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa de etiquetado	2	Se lo realiza periódicamente para evitar derrames y obstrucciones

Fuente: Elaboración Propia

Se puede diferenciar notablemente la reducción de distancias en comparación a la *Tabla 2.4.* en un porcentaje de hasta 46%, gran parte de este recorrido comprende la distancia donde se recoge y deja la compresora de aire, misma que no se realizará en esta alternativa.

#### 4.8. Estudio de tiempo del sistema de envasado

Al igual que en el capítulo de diagnóstico deberán analizarse las 4 presentaciones que ofrece la empresa, analizando el tiempo y cantidad de repeticiones de una tarea.

##### 4.8.1. Descripción de actividades

A continuación, se describen todas las actividades que comprenden el sistema de envasado y el tiempo estimado que demora cada una de ellas.

**Tabla N° IV - 9. Descripción de actividades del sistema de envasado propuesto**

Envasado de productos viscosos					
Actividad	Descripción	Tiempo empleado para cada envase (minutos)			
		Para 10 litros	Para 5 litros	Para 1,150 litros	Para 0,380 litros
A	Traslado de envases vacíos al área de envasado	1 min	1 min	1 min	1 min
B	Traslado del tacho con producto terminado al área de envasado	2 min	2 min	2 min	2 min
C	Conexión y apertura de válvula de salida	2 min	2 min	2 min	2 min
D	Conexión de energía eléctrica	10 s	10 s	10 s	10 s
E	Acomodado de envases y posicionamiento del trabajador	12 s	12 s	12 s	12 s
F	Accionamiento de la máquina	2 s	2 s	2 s	2 s
G	Envasado	10 s	5 s	3 s	3 s
H	Cierre y desconexión a la válvula de salida	1 min 30 s	1 min 30 s	1 min 30 s	1 min 30 s

I	Desconexión de la energía eléctrica	10 s	10 s	10 s	10 s
J	Acomodado de envases para cubrir toda la mesa	7 s	7 s	10 s	5 s
K	Traslado de envases al área de tapado	40 s	1 min 2 s	1 min 30 s	1 min 50 s
L	Limpieza de envasadora	5 min	5 min	5 min	5 min

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° IV - 10. Registro de tiempos del sistema de envasado propuesto

REGISTRO DE TIEMPOS												
Actividad	Tiempo de la actividad				Repeticiones de la actividad				Tiempo total de realizado			
	10 l.	5 l.	1,15 l.	0,38 l.	10 l.	5 l.	1,15 l.	0,38 l.	10 l.	5 l.	1,15 l.	0,38 l.
<b>A</b>	1 min	1 min	1 min	1 min	1	1	1	1	1 min	1 min	1 min	1 min
<b>B</b>	2 min	2 min	2 min	2 min	1	1	1	1	2 min	2 min	2 min	2 min
<b>C</b>	2 min	2 min	2 min	2 min	1	1	1	1	2 min	2 min	2 min	2 min
<b>D</b>	10 s	10 s	10 s	10 s	1	1	1	1	10 s	10 s	10 s	10 s
<b>E</b>	12 s	12 s	12 s	12 s	20	40	173	526	4 min	8 min	34 min 36 s	1 h 45 min 12 s
<b>F</b>	2 s	2 s	2 s	2 s	20	40	173	526	40 s	40 s	5 min 46 s	17 min 32 s
<b>G</b>	10 s	5 s	3 s	3 s	20	40	87	88	3 min 20 s	3 min 20 s	4 min 21 s	4 min 24 s
<b>H</b>	1 min 30 s	1 min 30 s	1 min 30 s	1 min 30 s	1	1	1	1	1 min 30 s	1 min 30 s	1 min 30 s	1 min 30 s
<b>I</b>	10 s	10 s	10 s	10 s	1	1	1	1	10 s	10 s	10 s	10 s
<b>J</b>	7 s	7 s	10 s	5 s	4	7	21	42	28 s	49 s	3 min 30 s	3 min 30 s
<b>K</b>	40 s	1 min 2 s	1 min 30 s	1 min 50 s	1	10	22	32	40 s	10 min 20 s	33 min	58 min 40 s
<b>L</b>	5 min	5 min	5 min	5 min	1	1	1	1	5 min	5 min	5 min	5 min
<b>TIEMPO TOTAL DE ENVASADO POR VOLUMEN</b>									<b>20 min 58 s</b>	<b>34 min 59 s</b>	<b>1 h 33 min 3 s</b>	<b>3 h 21 min 8 s</b>

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro anterior nos muestra el tiempo total de envasado por cada presentación, así como la cantidad de veces que se repite la tarea.

#### 4.9. Balance de masa durante el proceso de envasado

Con la mejora del sistema de envasado y estandarización del proceso, para un dosificado uniforme, se pretende disminuir las pérdidas por derrame y goteo en el sistema de envasado actual teniendo como resultado los siguientes datos.

**Tabla N° IV - 11. Balance de masa propuesto en el sistema de envasado**

<b>BALANCE DE MASA DURANTE EL PROCESO DE ENVASADO</b>				
<b>Volumen del envase (litros)</b>	<b>Cantidad de envases por lote</b>	<b>Derrame por goteo después de cada envasado</b>		<b>Volumen envasado (litros) VE = (Cantidad de producto a envasar) - (TP+Total de derrame por goteo)</b>
		<b>Pérdida por envase (ml/envase)</b>	<b>Total de derrame por lote (ml)</b>	
<b>10</b>	<b>20</b>	0,5	$0,5 * 20 = 10$	$200 - 0,01 = 199,99$
<b>5</b>	<b>40</b>	0,5	$0,5 * 40 = 20$	$200 - 0,02 = 199,98$
<b>1,150</b>	<b>173</b>	0,5	$0,5 * 173 = 86,5$	$200 - 0,086 = 199,91$
<b>0,380</b>	<b>526</b>	0,5	$0,5 * 526 = 263$	$200 - 0,263 = 199,74$

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.10. Cálculo de la productividad en el proceso de envasado

Para el cálculo de productividad, al igual que en el diagnóstico, se tomarán en cuenta los datos obtenidos del cuadro anterior, para un lote con volumen de 200 Litros de envasado desde el transporte de insumos utilizados y preparación de las herramientas a ser utilizadas hasta el acomodado del producto envasado.

##### 4.10.1. Cálculo de productividad para la presentación de 10 litros

Para el cálculo de este indicador se especificarán los siguientes datos de tiempo y cantidad de envases.

###### Datos:

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 20 envases
- **Volumen de los envases** = 10 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 20 minutos y 58 segundos  $\approx$  21 minutos

$$\text{Productividad}_{10 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{10 \text{ litros}} = \frac{20 \text{ unidades}}{21 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{10 \text{ litros}} = 0,95 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

##### 4.10.2. Cálculo de productividad para la presentación de 5 litros

Para el cálculo de este indicador se especificarán los siguientes datos de tiempo y cantidad de envases.

###### Datos:

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 40 envases
- **Volumen de los envases** = 5 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 34 minutos y 59 segundos  $\approx$  35 minutos

$$\text{Productividad}_{5 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{5 \text{ litros}} = \frac{40 \text{ unidades}}{35 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{5 \text{ litros}} = 1,14 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

#### 4.10.3. Cálculo de productividad para la presentación de 1,150 litros

Para el cálculo de este indicador se especificarán los siguientes datos de tiempo y cantidad de envases

##### Datos:

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 173 envases
- **Volumen de los envases** = 1,150 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 1 hora, 33 minutos y 3 segundos  $\approx$  94 min.

$$\text{Productividad}_{1,150 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{1,150 \text{ litros}} = \frac{173 \text{ unidades}}{94 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{1,150 \text{ litros}} = 1,84 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

#### 4.10.4. Cálculo de productividad para la presentación de 0,380 litros

Para el cálculo de este indicador se especificarán los siguientes datos de tiempo y cantidad de envases.

##### Datos:

- **Volumen del lote** = 200 litros
- **Cantidad de envases llenos** = 526 envases
- **Volumen de los envases** = 0,380 litros
- **Tiempo empleado en el envasado** = 3 horas, 21 minutos y 8 segundos  $\approx$  202 min.

$$\text{Productividad}_{0,380 \text{ litros}} = \frac{\text{Unidades envasadas}}{\text{Tiempo Empleado}}$$

$$\text{Productividad}_{0,380 \text{ litros}} = \frac{526 \text{ unidades}}{202 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad}_{0,380 \text{ litros}} = 2,60 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

Como se puede apreciar en los cálculos realizados anteriormente, la productividad en el envasado aumenta para cada presentación. La tabla 4.12. nos muestra el porcentaje de crecimiento que tiene cada volumen de envase llenado actual y propuesto para realizar la respectiva comparación en crecimiento.

**Tabla N° IV - 12 Porcentaje de crecimiento de la productividad**

<b>Crecimiento de la productividad</b>			
Volumen de los envases	Productividad Actual	Productividad Propuesta	Porcentaje de crecimiento
10 litros	0,51	0,95	86,27 %
5 litros	0,56	1,14	103,57 %
1,150 litros	1,11	1,84	65,77 %
0,380 litros	2,21	2,60	17,65 %
<b>Crecimiento promedio de la productividad</b>			68,32%

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.11. Costo del envasado**

Teniendo en cuenta el consumo de energía por máquina, el costo del proveedor de energía eléctrica y el tiempo de envasado de cada presentación se tienen los siguientes cuadros:

**Tabla N° IV - 13. Costo del sistema de envasado propuesto (10 litros)**

<b>Costo del proceso de envasado Propuesto</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 10 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	21 min	4,2 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	21 min	0,53 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>4,73 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° IV - 14. Costo del sistema de envasado propuesto (5 litros)**

<b>Costo del proceso de envasado Propuesto</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 5 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	35 min	7 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	35 min	0,88 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>7,88 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° IV - 15. Costo del sistema de envasado propuesto (1,150 litros)**

<b>Costo del proceso de envasado Propuesto</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 1,150 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	94 min	18,8 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	94 min	2,36 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>21,16 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° IV - 16. Costo del sistema de envasado propuesto (0,380 litros)**

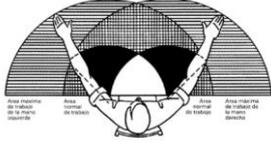
<b>Costo del proceso de envasado Propuesto</b>				
<b>Para un lote de producto terminado y un volumen de 0,380 litros por envase</b>				
<b>Categoría</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>				
Operario 1	1200 bs/mes	12 bs/hora	204 min	40,8 bs
<b>Costo de energía eléctrica</b>				
Consumo de energía eléctrica	1,62 kwh	0,93 bs/kwh	204 min	5,12 bs
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>45,92 bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.12. Diagrama Bimanual Propuesto**

Debido al cambio de actividades es preciso realizar un cambio en el diagrama bimanual para facilitar al trabajador la posición de sus brazos y tareas de los mismos.

**Tabla N° IV - 17. Diagrama Bimanual Propuesto**

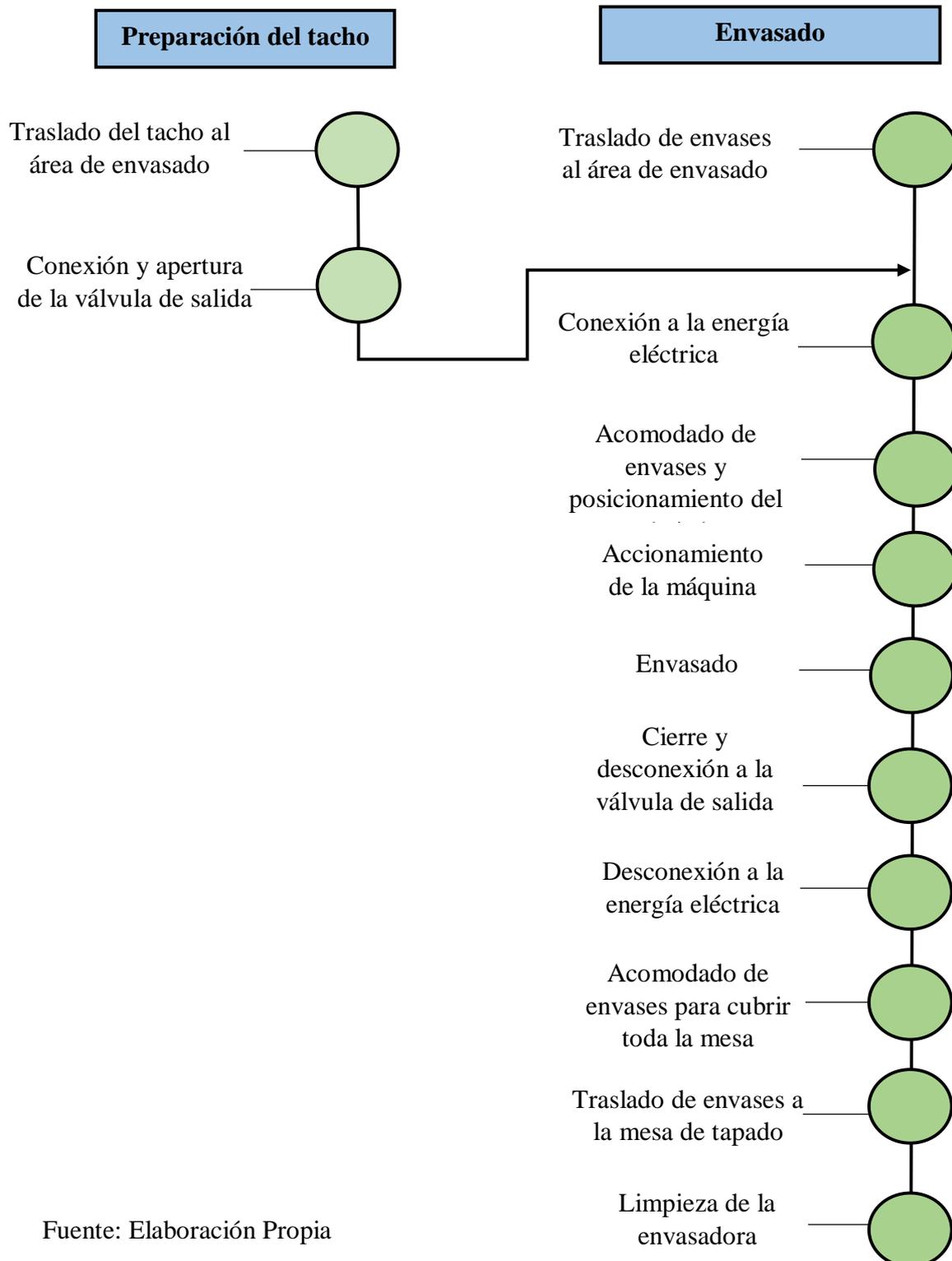
DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO										
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1 de 1	RESUMEN						
Operación:	Envasado	Presentación (litros):	10 - 5 - 1,150 - 0,38	Actividad	M.I.	M.D.				
Lugar:	Sección de envasado de productos viscosos	Línea de productos	Alcohol en gel, Jabón líquido, Lavavajillas, Shampoo para auto, Detergente industrial	Operación	0	9				
Método:	Propuesto			Transporte	3	6				
Operario N°:	1			Espera	4	0				
Compuesto por:	Israel Armando Cruz Limachi			Sostener	9	1				
Empresa:	FAPROLIMG	Fecha:	1/6/2024	Total	16	16				
Descripción Mano Izquierda		Símbolo			Operario	Símbolo			Descripción Mano Derecha	
<b>Preparado de las herramientas de trabajo</b>										
Sujetado de la manguera de alimentación				●	1				●	Sujetado de la válvula de salida del tacho
Sujetado de la manguera de alimentación				●	1				●	Traslado y asegurado de la manguera de alimentación
Espera				●	1				●	Apertura de la válvula de salida del tacho
Sujetado de la manguera de la envasadora				●	1				●	Traslado y asegurado de la manguera a la envasadora
Sujetado del émbolo				●	1				●	Asegurado del émbolo
Sujetado del pico de salida de envasadora				●	1				●	Traslado y asegurado del pico de salida de la envasadora
<b>Envasado</b>										
Traslado de envase vacío para el llenado				●	1				●	Traslado de envase vacío para el llenado
Espera				●	1				●	Accionamiento de la envasadora
Espera				●	1				●	Apagado de la envasadora
Traslado de envase lleno a la mesa de tapado				●	1				●	Traslado de envase lleno a la mesa de tapado
Traslado de envases llenos para cubrir toda la mesa de tapado				●	1				●	Traslado de envases llenos para cubrir toda la mesa de tapado
Espera				●					●	Cierre de válvula de salida del tacho
<b>Limpieza</b>										
Sujetado de la manguera de alimentación				●	1				●	Desconexión de la manguera de alimentación
Sujetado de la manguera de la envasadora				●	1				●	Desconexión de la manguera de la envasadora
Sujetado del émbolo				●	1				●	Desasegurado del émbolo
Sujetado de la envasadora				●	1				●	Limpieza interna
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 4.13. Cursograma sinóptico Propuesto.

Después del análisis de la secuencia de pasos a seguir para el envasador propuesto se tiene el siguiente cursograma:

**Diagrama N° 4.3. Cursograma propuesto**

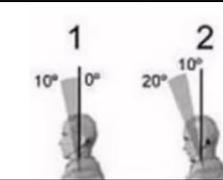
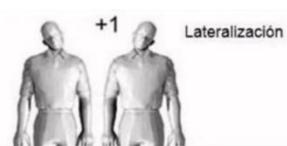


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.14. Análisis ergonómico propuesto

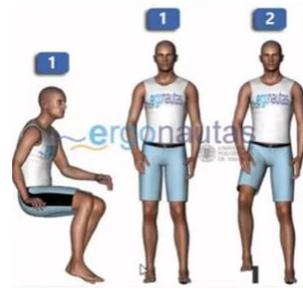
Así como en el análisis de la situación actual del proceso de envasado de la empresa, se analizará la situación más crítica del proceso con el envase de mayor volumen y dificultad siendo éste, el envase de 10 litros. A continuación, se mostrarán en las tablas adjuntas las posiciones de las extremidades del trabajador conjuntamente a la puntuación designada.

**Tabla N° IV - 18. Análisis ergonómico (Posición del cuello)**

GRUPO A – CUELLO		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión del cuello < 20°	1	
Cabeza sin inclinación	0	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° IV - 19. Análisis ergonómico (Posición de las piernas)**

GRUPO A – PIERNAS		
Posición	Puntuación	Descripción
De pie al mismo nivel	1	
No existe inclinación y se encuentra totalmente parado	0	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

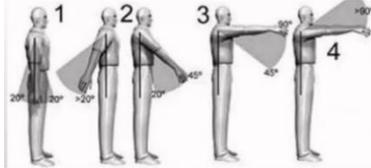
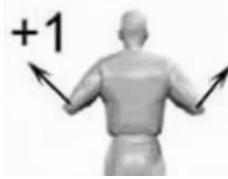
Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° IV- 20. Análisis ergonómico (Posición del tronco)**

GRUPO A – TRONCO		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión < 20°	1	
Torso recto	0	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° IV - 21. Análisis ergonómico (Posición de los brazos)**

GRUPO B – BRAZOS		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión < 45°	2	
Abducción de brazo	+1	
Levantamiento de carga	+1	
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° IV - 22. Análisis ergonómico (Posición de las muñecas)**

GRUPO B – MUÑECAS		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión < 15°	2	
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° IV - 23. Análisis ergonómico (Posición de los antebrazos)**

GRUPO B – ANTEBRAZO		
Posición	Puntuación	Descripción
Flexión < 60°	1	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

Una vez obtenido el puntaje en las diferentes secciones del cuerpo, según la posición que representa mayor dificultad al trabajador, se debe analizar la puntuación de ambos grupos en conjunto, según el método, obteniendo las siguientes tablas.

Tabla N° IV - 24. Análisis Ergonómico – Puntuación del grupo A

PUNTUACIÓN GRUPO A												
CUELLO												
1				2				3				
PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS				
TRONCO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
6	5	7	8	9	7	8	9	10	8	9	10	10

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

Tabla N° IV - 25. Análisis Ergonómico – Puntuación del grupo B

PUNTUACIÓN GRUPO B						
ANTEBRAZO						
1			2			
MUÑECA			MUÑECA			
BRAZO	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

Tabla N° IV - 26 Análisis Ergonómico – Puntuación combinada

PUNTUACIÓN C										
PUNTUACIÓN B										
PUNTUACIÓN A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11

8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

**Tabla N° IV - 27. Análisis Ergonómico – Nivel de intervención**

NIVEL DE RIESGO Y ACCIÓN			
PUNTUACIÓN	NIVEL	RIESGO	ACTUACIÓN
1	0	Inapreciable	No es necesaria la acción
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la acción
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la acción
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la acción cuanto antes
11 a 15	4	Muy Alto	Es necesaria la acción de inmediato

Fuente: Método RULA (Institute for Occupational Ergonomics)

Como se puede observar la calificación del análisis de ergonomía en el trabajador es de 3 puntos, lo que significa un nivel de riesgo bajo y que podría no necesitar ninguna intervención de los encargados para modificar el puesto de trabajo, mejorando de esta manera la postura y previniendo errores en el envasado o futuras molestias del estado físico del trabajador.

#### 4.15. Análisis comparativo de datos

Después del dimensionamiento de la máquina y los requerimientos que necesita, se realizará un análisis general comparando los datos actuales y los datos propuestos en el siguiente cuadro (Tabla IV - 28.)

Tabla N° IV - 28. Comparación de resultados obtenidos

TABLA COMPARATIVA								
Tipo	Datos de envasado Actual				Datos de envasado propuesto			
Volumen	10 litros	5 litros	1,15 litros	0,38 litros	10 litros	5 litros	1,15 litros	0,38 litros
Pérdida de producto terminado (ml)	110	100	260	530	10	20	90	260
Productividad (envases/minuto)	0,51	0,56	1,11	2,21	0,95	1,14	1,84	2,60
Tiempo de envasado	38 min 48 s	1 h 11 min	2 h 35 min 32 s	3 h 57 min 55 s	20 min 58 s	34 min 59 s	1 h 33 min 3 s	3 h 23 min 20 s
Costo de mano de obra (Bs)	7,8	14,2	31,2	47,6	4,2	7	18,8	45,92
Consumo de Energía Eléctrica (Bs)	0,98	1,78	3,92	5,98	0,53	0,88	2,36	5,12
Costo de envasado (Bs)	8,78	15,98	35,12	53,58	4,73	7,88	21,16	45,92
Análisis Ergonómico	10				3			

Fuente: Elaboración Propia

En la *Tabla IV - 28*. Se puede comparar los indicadores obtenidos en los sistemas de envasado actual y propuesto para determinar si existe una mejora considerable en los tiempos y recursos empleados en el envasado de los productos viscosos.

#### **4.16. Limitaciones y posibles mejoras del proyecto.**

Las posibles limitaciones que presenta la alternativa elegida son:

- **Nivel de automatización reducido.** Si es verdad que el costo de fabricación es reducido, el nivel de automatización también lo es, ya que necesita un trabajador para acomodar los envases vacíos y retirarlos cuando se encuentren llenos. Sería conveniente mejorar el sistema y automatizar el proceso de envasado.
- **Demora en la limpieza de la máquina.** Una posible mejora en la limpieza de la máquina es realizarla de maneras práctica, ya que la propuesta requiere que se desmonte la máquina y limpiar la misma pieza por pieza.

**CAPÍTULO V**  
**ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA**  
**PROPUESTA**

## 5.1. Análisis económico de la propuesta

Tomando en cuenta los factores que representan un costo económico para la empresa, se pueden determinar los siguientes indicadores:

### 5.1.1. Costo de mano de obra

La cantidad de horas o minutos empleados en el sistema de envasado, se reflejan directamente en el costo diario de mano de obra, por lo que se analizará la variación porcentual en el sistema de envasado propuesto, obteniendo los siguientes datos.

**Tabla N° V - 1. Costo total de mano de obra actual**

Costo de mano de obra total Actual
Costo de mano de obra total Actual = $\Sigma$ Costo de mano de obra por presentación
Costo de mano de obra total Actual = 10 litros + 5 litros + 1,15 litros + 0,38 litros
Costo de mano de obra total Actual = 7,8 Bs + 14,2 Bs + 31,2 Bs + 47,6 Bs
Costo de mano de obra total Actual = 100,80 Bs

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V - 2 Costo total de mano de obra propuesto**

Costo de mano de obra total propuesto
Costo de mano de obra total Propuesto = $\Sigma$ Costo de mano de obra por presentación
Costo de mano de obra total Propuesto = 10 litros + 5 litros + 1,15 litros + 0,38 litros
Costo de mano de obra total Propuesto = 4,2 Bs + 7 Bs + 18,8 Bs + 45,92 Bs
Costo de mano de obra total Propuesto = 75,92 Bs

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V - 3. Variación Porcentual del costo de mano de obra.**

Variación Porcentual en el Costo de mano de Obra
$\Delta\% = \frac{CMO_{propuesto} - CMO_{actual}}{CMO_{actual}} \times 100\%$
$\Delta\% = \frac{75,82 - 100,82}{100,82} \times 100\%$
$\Delta\% = -24,80 \%$

Fuente: Elaboración Propia

El resultado obtenido en la *Tabla V - 3*. nos muestra un resultado negativo debido a que el costo de mano de obra actual es mayor, por lo que se puede identificar una disminución de 24,80% en el costo de envasado actual. Este dato aporta de gran manera a la decisión del propietario sobre la implementación del sistema de envasado propuesto.

### 5.1.2. Costo de energía eléctrica

La cantidad de horas o minutos empleados en el sistema de envasado, se reflejan directamente en el consumo diario de energía eléctrica por el uso de maquinaria, por lo que se analizará la variación porcentual en el sistema de envasado propuesto, obteniendo los siguientes datos.

**Tabla N° V - 4. Consumo total de energía eléctrica actual**

Consumo de energía eléctrica total Actual
Consumo de energía eléctrica total Actual = $\Sigma$ Costo de energía eléctrica por presentación
Consumo de energía eléctrica total Actual = 10 litros + 5 litros + 1,15 litros + 0,38 litros
Consumo de energía eléctrica total Actual = 0,98 Bs + 1,78 Bs + 3,92 Bs + 5,98 Bs
Consumo de energía eléctrica total Actual = 12,66 Bs

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V - 5. Consumo total de energía eléctrica propuesto**

Consumo de energía eléctrica total propuesto
Consumo de energía eléctrica total Propuesto = $\Sigma$ Costo de energía eléctrica por presentación
Consumo de energía eléctrica total Propuesto = 10 litros + 5 litros + 1,15 litros + 0,38 litros
Consumo de energía eléctrica total Propuesto = 0,53 Bs+0,88 Bs + 2,36 Bs + 5,12 Bs
Consumo de energía eléctrica total Propuesto = 8,89 Bs

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V – 6. Variación Porcentual del consumo de energía eléctrica.**

Variación Porcentual en el consumo de energía eléctrica
$\Delta\% = \frac{CEE_{propuesto} - CEE_{actual}}{CEE_{actual}} \times 100\%$
$\Delta\% = \frac{8,89 - 12,66}{12,66} \times 100\%$
$\Delta\% = -29,78 \%$

Fuente: Elaboración Propia

La reducción en el consumo de energía eléctrica se reduce en un 29,78%, siendo un costo considerable cuando la empresa se adjudica a pedidos de organizaciones grandes que comprendan la elaboración de 10 o más lotes de envasado.

### 5.1.3. Costo de envasado total

El costo de envasado total es la suma del consumo de energía eléctrica y las horas hombre empleadas en el envasado, por lo que se analizará la sumatoria total y la variación porcentual en las siguientes tablas.

**Tabla N° V - 7. Costo de envasado total actual**

Costo de envasado total Actual
Costo de envasado total Actual = $\Sigma$ Costo de envasado total por presentación
Costo de envasado total Actual = $\Sigma$ Costo energía eléctrica actual + $\Sigma$ Costo de mano de obra actual
Costo de envasado total Actual = 10 litros + 5 litros + 1,15 litros + 0,38 litros
Costo de envasado total Actual = 8,78 Bs + 15,98 Bs + 35,12 Bs + 53,58 Bs
Costo de envasado total Actual = 113,46 Bs

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V - 8 Costo de envasado total Propuesto**

Costo de envasado total propuesto
Costo de envasado total propuesto = $\Sigma$ Costo de envasado total por presentación
Costo de envasado total propuesto = $\Sigma$ Costo energía eléctrica propuesto + $\Sigma$ Costo de mano de obra propuesto
Costo de envasado total Actual = 10 litros + 5 litros + 1,15 litros + 0,38 litros
Costo de envasado total propuesto = 4,73 Bs + 7,88 Bs + 21,16 Bs + 45,92 Bs
Costo de envasado total propuesto = 79,69 Bs

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V – 9. Variación Porcentual del costo de envasado total.**

Variación Porcentual en el consumo de energía eléctrica
$\Delta\% = \frac{CE_{propuesto} - CE_{actual}}{CE_{actual}} \times 100\%$
$\Delta\% = \frac{76,69 - 113,46}{113,46} \times 100\%$
$\Delta\% = -32,41 \%$

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la *Tabla V - 9*, el costo de envasado total disminuye en casi el 33% de costo total por cada lote de producto terminado, siendo bastante razonable considerar esta propuesta, ya que, al envasar una serie de lotes en diferentes presentaciones, la empresa logra un ahorro significativo en tiempo y costo de energía eléctrica.

## 5.2. Indicadores económicos de inversión.

Los indicadores que se tomarán en cuenta en el análisis económico de la propuesta serán los siguientes:

### a) Retorno de la inversión (Return On Investment - ROI)

Para el análisis de este indicador se debe detallar el precio promedio por litro de cada presentación (0,38-1,15-5-10 litros).

**Tabla N° V – 10. Precio promedio de los productos por cada litro envasado.**

Precio promedio de las presentaciones por litro					
Presentación Producto	0,380 Litros	1,150 Litros	5 Litros	10 Litros	Precio Promedio
Alcohol en gel	30,92 Bs	16,09 Bs	22,4 Bs	-	23,14 Bs/litro
Jabón líquido	30,92 Bs	13,67 Bs	10,8 Bs	-	18,46 Bs/litro
Lavavajillas	-	7,97 Bs	8 Bs	7,5 Bs	7,82 Bs/litro
Shampoo para automóviles	-	-	12 Bs	-	12 Bs/litro
Detergente Industrial	-	-	-	9,3 Bs	9,3 Bs/litro

Fuente: Elaboración Propia

Los cuadros que no tienen precio son presentaciones que la empresa no ofrece al público.

A continuación, se determinará el ingreso mensual promedio para una demanda de 2 lotes de cada producto al mes, ya que esta es la venta en promedio de la empresa.

**Tabla N° V – 11. Ingreso actual promedio por la venta de producto.**

<b>Ingreso promedio por 2 lotes de producto terminado actual</b>			
<b>Productos</b>	<b>Volumen de venta promedio por mes</b>	<b>Precio por litro</b>	<b>Total de ingresos</b>
Alcohol en gel	400 litros	23,14 Bs/litro	9256 Bs
Jabón líquido	400 litros	18,46 Bs/litro	7384 Bs
Lavavajillas	400 litros	7,82 Bs/litro	3128 Bs
Shampoo para automóviles	400 litros	12 Bs/litro	4800 Bs
Detergente Industrial	400 litros	9,3 Bs/litro	3720 Bs
<b>Total de ingresos por mes</b>			<b>28288 Bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

Con la obtención del total de ingresos promedio mensual, se debe determinar los ingresos adicionales debido a la implementación del dosificador para líquidos viscosos el cual será:

**Tabla N° V – 12. Ingreso adicional después de la implementación del dosificador**

<b>Producto</b>	<b>Disminución en el costo de energía eléctrica (2 lotes)</b>	<b>Disminución en el costo de mano de obra (2 lotes)</b>	<b>Disminución en el sistema de envasado (2 lotes)</b>
Alcohol en gel	7,54 Bs	49,76 Bs	57,3 Bs
Jabón líquido	7,54 Bs	49,76 Bs	57,3 Bs
Lavavajillas	7,54 Bs	49,76 Bs	57,3 Bs
Shampoo para automóviles	7,54 Bs	49,76 Bs	57,3 Bs
Detergente Industrial	7,54 Bs	49,76 Bs	57,3 Bs
<b>Disminución Total en el envasado de los líquidos viscosos</b>			<b>287 Bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° V – 13. Ingreso propuesto promedio por la venta de productos.**

<b>Ingreso promedio por 2 lotes de producto terminado propuesto</b>				
<b>Productos</b>	<b>Volumen de venta promedio por mes</b>	<b>Precio por litro</b>	<b>Ingresos adicionales debido al uso del dosificador</b>	<b>Total de ingresos</b>
Alcohol en gel	400 litros	23,14 Bs/litro	57,3 Bs	9313,3 Bs
Jabón líquido	400 litros	18,46 Bs/litro	57,3 Bs	7441,3 Bs
Lavavajillas	400 litros	7,82 Bs/litro	57,3 Bs	3185,3 Bs
Shampoo para automóviles	400 litros	12 Bs/litro	57,3 Bs	4857,3 Bs
Detergente Industrial	400 litros	9,3 Bs/litro	57,3 Bs	3777,3 Bs
<b>Total de ingresos por mes</b>				<b>28575 Bs</b>

Fuente: Elaboración Propia

Considerando los datos obtenidos en los cuadros V-10, V-11, V-12 y V-13 se puede determinar el periodo de recuperación de inversión de la siguiente manera.

**Tabla N° V – 14. Periodo de recuperación gestión 2025.**

Retorno de la inversión Gestión 2025												
Utilidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Utilidad antes del Proyecto (Bs)	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288
Utilidad después del Proyecto (Bs)	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575
Utilidad incremental (Bs)	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287
ROI	-8613	-8326	-8039	-7752	-7465	-7178	-6891	-6604	-6317	-6030	-5743	-5456

Fuente: Elaboración propia **Tabla N° V – 15. Periodo de recuperación gestión 2026.**

Retorno de la inversión Gestión 2026												
Utilidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Utilidad antes del Proyecto (Bs)	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288
Utilidad después del Proyecto (Bs)	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575
Utilidad incremental (Bs)	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287
ROI	-5169	-4882	-4595	-4308	-4021	-3734	-3447	-3160	-2873	-2586	-2299	-2012

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° V – 16. Periodo de recuperación gestión 2027.**

Retorno de la <u>inversion</u> Gestión 2027												
Retorno	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Utilidad antes del Proyecto (Bs)	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288	28288
Utilidad después del Proyecto	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575	28575
Utilidad incremental	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287
ROI	-1725	-1438	-1151	-864	-577	-290	-3	+283	287	287	287	287

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que el periodo de recuperación de la inversión es de 2 años y 7 meses, tomando en cuenta que el monto de recuperación mensual es de 287 Bs. Y podría ser mayor si se toman en cuenta las otras líneas de producción de la empresa, como ser lavandina, alcohol líquido, limpia pisos, etc.

#### **b) Análisis Costo – Beneficio de la propuesta**

Al tomar en cuenta este análisis, se diferencian 2 características importantes, como lo son el análisis costo beneficio cualitativo y el análisis costo – beneficio cuantitativo.

## b.1) Análisis Costo beneficio cuantitativo.

Tabla N° V – 17. Análisis costo – Beneficio cuantitativo.

Costo	Beneficio
<p>Por el costo de implementación del dosificador que asciende a 8900 Bs, tiempo de fabricación y supervisión, se obtiene los siguientes beneficios</p>	<p><b>Reducción de costos.</b>            Como se pudo apreciar en los cuadros del análisis económico de la propuesta, los costos de envasado descienden en un porcentaje de 32,41% por cada lote de producto terminado, optimizando principalmente los costos de energía eléctrica y mano de obra durante el envasado</p>
	<p><b>Aumento de la productividad.</b>            La productividad, al disminuir los tiempos de envasado, asciende favorablemente hasta en un 68% haciendo el tiempo del trabajador más productivo.</p>

Fuente: Elaboración propia

## b.2) Análisis Costo beneficio cualitativo.

Tabla N° V – 17. Análisis costo – Beneficio cualitativo.

Costo	Beneficio
<p>Por el costo de ciertas capacitaciones al personal sobre el uso de la nueva maquinaria y tiempo de supervisión y control se obtiene los siguientes beneficios.</p>	<p><b>Mejora en la postura de los trabajadores.</b></p> <p>Como se observa en el análisis de ergonomía actual y de la propuesta, se pasa a una mejora notable que incide en la salud de los trabajadores, así como en su rendimiento.</p> <p>Debido a la mejor postura en el puesto de trabajo disminuirán los derrames y por consiguiente el adecuado pegado de las etiquetas en los envases.</p>
<p>Por el costo de implementación del dosificador que asciende a 8900 Bs, tiempo de fabricación y supervisión, se obtiene los siguientes beneficios.</p>	<p><b>Estandarización del proceso de envasado.</b></p> <p>Principalmente resaltan el dosificado uniforme de los envases para evitar pérdidas por el sobrellenado de todas las presentaciones, mismas que inciden en la economía de la empresa.</p>

Fuente: Elaboración propia

**CAPÍTULO VI**  
**CONSIDERACIONES FINALES**

## 6.1. Conclusiones

De acuerdo al objetivo específico que solicita realizar un diagnóstico de la situación actual en el proceso de envasado de los productos viscosos podemos concluir los siguientes puntos.

- El proceso de envasado para los volúmenes de 1,150 y 0,380 litros representa la actividad que más tiempo consume en los trabajadores.
- El diagnóstico de ergonomía nos indica una intervención urgente para prevenir el bienestar de los trabajadores.
- Es fundamental adquirir un nuevo sistema de envasado para optimizar la productividad, reducir los tiempos y costos asociados al proceso, minimizar las pérdidas de producto terminado, acortar los recorridos del personal y mejorar la ergonomía del trabajador

Respecto al objetivo específico que requiere el diseño de un nuevo sistema de envasado y comparación de los resultados obtenidos podemos concluir con los siguientes puntos.

- La propuesta D “fabricación de un dosificador para líquidos viscosos” representa el costo mínimo para la implementación y la que mejor se adecua a las características de la empresa.
- La ergonomía del trabajador mejora significativamente con la propuesta, lo que reduce el cansancio y, con ello, disminuye los errores durante el proceso

En el objetivo específico que requiere la realización de los manuales de funcionamiento y procedimiento para su correcta manipulación podemos concluir lo siguiente.

- Se realizaron los manuales de funcionamiento, mantenimiento y procedimiento, además del perfil de trabajador para su correcta manipulación.

El último objetivo específico y de mayor relevancia, solicita el análisis económico de la propuesta concluyendo con los siguientes puntos.

- Con la implementación de la propuesta del presente proyecto, los costos por envasado reducen considerablemente hasta un 29%.
- El periodo de recuperación de la inversión, con una demanda de 2 lotes al mes, es de 2 años y medio.
- La estandarización del proceso de envasado propuesto garantiza un volumen dosificado uniforme en cada envase, eliminando la dependencia del criterio del trabajador para el llenado.

## **6.2. Recomendaciones**

- Se recomienda optar por la alternativa D ya que el sistema de envasado actual requiere de modernización para mejorar la productividad. Así también es importante destacar que la implementación de la maquinaria es escalable para diferentes volúmenes de envasado y adaptable para cualquier otro tipo de producto ya sea de naturaleza corrosiva, alimenticia, industrial o cosmética.
- Es necesario que el responsable de la fabricación de la máquina seleccionada capacite e instruya al personal responsable de la manipulación y lectura de los manuales de mantenimiento.
- Se recomienda tomar en cuenta el capítulo del análisis económico de la propuesta ya que representa un ahorro importante para la empresa por cada lote de producto terminado envasado.
- Se recomienda utilizar el mismo equipo de protección personal diario durante la manipulación de la máquina.