

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## **1. Antecedentes**

### **1.1 Antecedentes teóricos**

El Lean Manufacturing, también conocido como Manufactura Esbelta, es una filosofía de gestión que busca maximizar el valor para el cliente mientras se minimizan los desperdicios en todos los procesos productivos. Surgió en Toyota en los años 50 y se enfoca en eliminar todo aquello que no agrega valor al producto o servicio, optimizando el uso de recursos como tiempo, materiales y mano de obra. Su objetivo principal es crear un flujo de trabajo continuo y eficiente, evitando cuellos de botella, sobreproducción y movimientos innecesarios. Para lograrlo, utiliza herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) para identificar desperdicios, la metodología 5S para organizar el espacio de trabajo, y el enfoque Kaizen para implementar mejoras continuas.

El Layout Planning, o planificación de la distribución en planta, es una metodología que se enfoca en diseñar y organizar de manera óptima la disposición física de los recursos dentro de una instalación, como maquinaria, equipos, áreas de trabajo y flujos de materiales. Su objetivo principal es maximizar la eficiencia operativa, minimizando los costos asociados con el movimiento de materiales, el tiempo de producción y el uso del espacio.

El Análisis de Tiempos y Movimientos es una técnica utilizada para estudiar y optimizar las tareas realizadas en un proceso productivo, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los tiempos innecesarios. Esta metodología se enfoca en descomponer cada actividad en sus movimientos más básicos, medir el tiempo que toma realizarlos y eliminar aquellos que no agregan valor.

#### **1.1.2 Antecedentes de Campo**

Según la tesis de Tavera Cumpa, Suzetty del Rocio (2022), titulada “Rediseño del proceso productivo en el área de embotellado de una empresa mediante la simulación para incrementar la productividad”, La presente investigación tuvo por objetivo rediseñar el proceso productivo en el área de embotellado; la metodología seguida consistió en diagnosticar la situación en la que se encontraba la empresa, a

través de la herramienta de Pareto, identificándose que el sub proceso de llenado y tapado tuvo un tiempo de ciclo de 3,77 minutos; posteriormente con el estudio de tiempos se recalculó el nuevo tiempo de ciclo, y tiempo estándar, posteriormente se calculó la eficiencia, producción y productividad señalando que, tras la aplicación de la mejora, la eficiencia obtuvo un valor del 91,71%, calculándose también que se requiere de 4 operarios en total, y que la etapa de embotellamiento debe de contar solo con 3 estaciones; siendo de esta manera que la producción en paquetes supera en 603 paquetes/mes a la versión anterior y por ende, la productividad incrementó a 36 paquetes/ h – h.

Según la tesis de grado de Villegas Castañeda, Diego Alonso (2022), titulado “Rediseño de la línea de envasado de gaseosas para incrementar la productividad de una empresa embotelladora”, La presente investigación tuvo como objetivo eliminar los cuellos de botella y rediseñar la línea de envasado de una empresa embotelladora para incrementar su productividad. Para ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la línea de envasado, el cual permitió identificar los cuellos de botella en las estaciones de etiquetado, empaquetado I y paletizado, por lo cual se rediseñó la línea de envasado mediante el software ProModel sustituyendo el trabajo manual en el etiquetado y empaquetado por maquinaria especializada, y asignando un operario de apoyo en el paletizado. Los resultados obtenidos revelaron que el modelo propuesto logró incrementar la productividad un 25,37%, disminuir el tiempo de procesamiento de los cuellos de botella en más de 30%, reducir el tiempo ocioso en varias estaciones más de 10% y el tiempo de ciclo en un 23,7%.

Según la tesis de Ávila Gómez, Mauricio Ignacio (2020), titulada “Rediseño de proceso de la línea productiva de una planta embotelladora vitivinícola para reducir producción no conforme”, el presente trabajo establece el desarrollo de una propuesta de rediseño tanto para la configuración de operarios sobre las líneas de producción como para el proceso de autocontroles en las etapas de embotellado, etiquetado y encajonado de vinos, además de implementar un sistema de medición de la gestión tanto de operarios como supervisores involucrados. Esto con el objetivo de generar un control oportuno de los productos no conformes (PNC s),

reducir tiempos de ejecución del proceso y otorgar una base de datos consolidada que permita generar trazabilidad de manera expedita.

### **1.1.3 Antecedentes Empresariales**

La Bodega "EL PAICHEÑO" en sus inicios se remonta en una producción artesanal de singani de la mano del señor Perfecto Velásquez Segovia y su esposa la señora Nicolasa Villa Méndez, siguiendo sus tradiciones del cantón Paicho, provincia Méndez. En ese entonces la elaboración era más que un negocio: era una celebración de la cultura y la herencia familiar, destinada originalmente para el consumo propio y el compartir con amigos y seres queridos. Con el tiempo, esta pasión atribuida por sus padres por la elaboración de vinos y singani evolucionó hacia una visión más amplia: la creación de vinos que pudieran transmitir la esencia y el carácter único de la región. Inspirados por el legado vitivinícola de su tierra natal y motivados por el deseo de ingresar al mundo de la enológica, el fundador, el ingeniero Natalio Velásquez, quien decidió establecer formalmente la bodega desde el año 2016 en el Barrio Industrial, Zona CADEPIA, Tarija, Bolivia. Desde su fundación, a lo largo de los años, la dedicación inquebrantable a la calidad, la innovación y el respeto por la tradición han sido los pilares fundamentales que han impulsado el crecimiento y la reputación de la bodega.

### **1.2 Descripción del problema**

La Bodega El Paicheño, ubicada en Tarija y actualmente en fase de expansión, enfrenta un cuello de botella crítico en su área de embotellado debido a la dependencia de un solo operario capacitado para la preparación del singani. Esta situación genera constantes interrupciones en la producción, entre las más significativas tenemos la ausencia del operador y otra la limitación en la capacidad de producción del singani. La falta de personal alternativo entrenado provoca desabastecimientos de materia prima en la línea, derivando en paradas no programadas que afectan el cumplimiento

de los objetivos diarios y reducen la disponibilidad de producto terminado para la venta. Esta dependencia operativa representa un riesgo estructural que compromete la continuidad del proceso y la eficiencia global de la planta.

Uno de los principales desafíos operativos identificados en la Bodega El Paicheño es la insuficiencia de espacio en el área de llenado, lo que representa un obstáculo crítico para la eficiencia y continuidad del proceso productivo. Actualmente, donde las etapas de embotellado, etiquetado, enroscado y sopleteado se desarrollan de manera completamente manual, sin una delimitación clara de áreas funcionales ni un flujo de trabajo definido. Esta carencia de organización espacial obliga a los operarios a desempeñarse en condiciones reducidas, generando interferencias operativas constantes y una sobrecarga física innecesaria.

La falta de un layout técnico funcional, junto con la ausencia de mecanización en las tareas clave, limita significativamente la velocidad de producción y restringe la posibilidad de aumentar la capacidad instalada. En consecuencia, la bodega opera por debajo de su potencial productivo.

Un aspecto crítico en la operación de la Bodega El Paicheño es la ausencia de zonas definidas para el almacenamiento de producto terminado. Esta deficiencia en la organización espacial complica significativamente el control de lotes, afectando tanto la trazabilidad como la precisión en la gestión de inventarios.

Actualmente, al no contar con un sistema estructurado de identificación por lotes ni con un área exclusiva para la consolidación de producto final, se dificulta el rastreo del origen de cada paquete. En consecuencia, al despachar volúmenes medianos o grandes, no es posible identificar con certeza qué grupo de embotellado fue responsable del proceso ni verificar con exactitud las cantidades cargadas en cada pedido.

Esta falta de control genera inconsistencias frecuentes entre el inventario físico y el registro documental, incrementando el riesgo de errores en los despachos, tales como entregas incompletas (faltantes) o envíos en exceso (sobrantes). Además, se compromete la capacidad de respuesta ante devoluciones o reclamos, ya que no existe un sistema confiable para rastrear el historial de producción y distribución de cada lote.

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La Bodega El Paicheño, ubicada en Tarija y actualmente en fase de expansión, enfrenta un cuello de botella crítico en su área de embotellado debido a la dependencia de un solo operario capacitado para la preparación del singani. Esta situación genera constantes interrupciones en la producción, entre las más significativas tenemos la ausencia del operador y otra la limitación en la capacidad de producción del singani. La falta de personal alternativo entrenado provoca desabastecimientos de materia prima en la línea, derivando en paradas no programadas que afectan el cumplimiento de los objetivos diarios y reducen la disponibilidad de producto terminado para la venta. Esta dependencia operativa representa un riesgo estructural que compromete la continuidad del proceso y la eficiencia global de la planta. Uno de los principales desafíos operativos identificados en la Bodega El Paicheño es la insuficiencia de espacio en el área de llenado, lo que representa un obstáculo crítico para la eficiencia y continuidad del proceso productivo. Actualmente, donde las etapas de embotellado, etiquetado, enroscado y sopleteado se desarrollan de manera completamente manual, sin una delimitación clara de áreas funcionales ni un flujo de trabajo definido. Esta carencia de organización espacial obliga a los operarios a desempeñarse en condiciones reducidas, generando interferencias operativas constantes y una sobrecarga física innecesaria.

La falta de un layout técnico funcional, junto con la ausencia de mecanización en las tareas clave, limita significativamente la velocidad de producción y restringe la posibilidad de aumentar la capacidad instalada. En consecuencia, la bodega opera por debajo de su potencial productivo.

Un aspecto crítico en la operación de la Bodega El Paicheño es la ausencia de zonas definidas para el almacenamiento de producto terminado. Esta deficiencia en la organización espacial complica significativamente el control de lotes, afectando tanto la trazabilidad como la precisión en la gestión de inventarios.

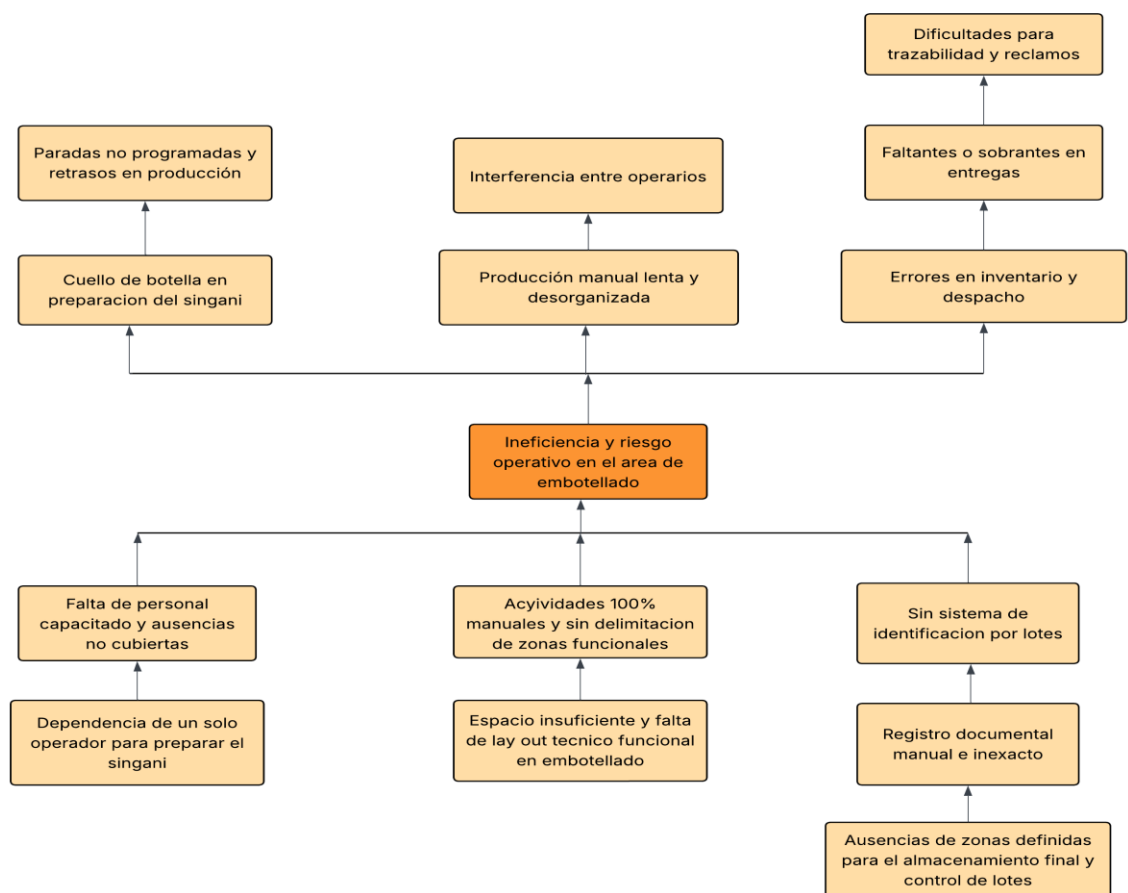
Actualmente, al no contar con un sistema estructurado de identificación por lotes ni con un área exclusiva para la consolidación de producto final, se dificulta el rastreo del origen de cada paquete. En consecuencia, al despachar volúmenes medianos o

grandes, no es posible identificar con certeza qué grupo de embotellado fue responsable del proceso ni verificar con exactitud las cantidades cargadas en cada pedido. Esta falta de control genera inconsistencias frecuentes entre el inventario físico y el registro documental, incrementando el riesgo de errores en los despachos, tales como entregas incompletas (faltantes) o envíos en exceso (sobrantes). Además, se compromete la capacidad de respuesta ante devoluciones o reclamos, ya que no existe un sistema confiable para rastrear el historial de producción y distribución de cada lote.

## 1.2.2 Arbol de problemas

**Figura 1-1**

*Arbol de problemas*



Nota. En esta imagen podemos observar el árbol de problemas

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 objetivo general**

Elaborar una propuesta de Rediseño de línea para el embotellado de singani en presentación de granadita para la Bodega El Paicheño, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, optimizar el flujo de trabajo, y reducir tiempos improductivos.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar el proceso actual de embotellado de singani en granadita para identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora.
- Analizar y proponer alternativas de mejora en la distribución física del área de embotellado para optimizar el uso del espacio y el flujo de trabajo.
- Evaluar las alternativas de equipamiento y tecnologías disponibles que permitan optimizar el proceso de embotellado, mejorar la ergonomía laboral y reducir los esfuerzos físicos del personal.”
- Estudiar los requerimientos de formación del personal operativo y desarrollar documentos procedimentales que sirvan como base para su capacitación.
- Analizar los costos asociados a las posibles mejoras planteadas para el proceso de embotellado.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Académica**

La justificación académica de este proyecto radica en su potencial para aportar conocimientos aplicados dentro del campo de la ingeniería industrial, específicamente en el área de diseño y optimización de procesos productivos. A través del rediseño de la línea de embotellado de singani en granadita de la Bodega El Paicheño, se busca profundizar en temáticas como la implementación de layouts técnicos funcionales, ergonomía en planta, y automatización parcial en pequeñas industrias.

Este proyecto permite aplicar conceptos teóricos aprendidos a lo largo de la formación académica, tales como distribución de planta, análisis de métodos y tiempos, gestión de operaciones e ingeniería de procesos. Además, se sustenta en metodologías de mejora continua y herramientas técnicas que validan y complementan los estudios previos, generando propuestas de mejora que pueden enriquecer el desarrollo académico.

### **1.4.2 Técnica**

La implementación de estos principios técnicos permitirá reorganizar de forma funcional el área de producción, incorporar mejoras tecnológicas y definir zonas operativas estratégicas que contribuyan a una mayor fluidez en el trabajo, disminuyendo errores, interferencias y fatiga operativa. De esta manera, el proyecto no solo responde a una necesidad real del entorno industrial, sino que también aporta una mejora estructural al sistema actual, fortaleciendo la competitividad de la bodega mediante soluciones sostenibles y replicables.

### **1.4.3 Legal**

En el ámbito legal, este proyecto se justifica por la necesidad de adecuar el proceso de embotellado de singani en granadita a las normativas y leyes vigentes que rigen la actividad industrial y alimentaria en Bolivia. La reorganización del área de producción y la incorporación de mejoras técnicas deben cumplir con las disposiciones establecidas por el Reglamento Sanitario de Alimentos, la Ley

General del Trabajo, las normas de seguridad y salud ocupacional, así como los lineamientos del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA).

#### **1.4.4 Económica**

El impacto económico de este proyecto es significativo, ya que el rediseño de la línea de embotellado de singani en granadita permitirá a la Bodega El Paicheño mejorar sus procesos productivos, optimizar el uso del espacio y los recursos disponibles, y reducir los costos operativos derivados de paradas no programadas, errores en despacho y baja eficiencia. La reorganización de las áreas de trabajo y la incorporación de soluciones técnicas adecuadas contribuirán a disminuir el desperdicio de materia prima y a incrementar la productividad sin necesidad de realizar inversiones excesivas.

Asimismo, al mejorar el flujo operativo y reducir la dependencia crítica de un solo operario, la empresa podrá aumentar su capacidad de respuesta ante la demanda, generando un mayor volumen de producto terminado listo para la venta. Esto se traduce en un incremento directo en la rentabilidad y competitividad de la bodega dentro del mercado regional.

#### **1.4.5 Personal**

Desde el ámbito personal, este proyecto representa una valiosa oportunidad para fortalecer y aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial. La experiencia de abordar una problemática real dentro del entorno productivo de la Bodega El Paicheño permitirá desarrollar competencias clave como el análisis crítico, la toma de decisiones estratégicas, la planificación y gestión de proyectos, así como la resolución de situaciones complejas bajo presión. Este proyecto también fomenta un alto sentido de responsabilidad, compromiso con la mejora continua y orientación a resultados, consolidando así una base sólida para el ejercicio ético y eficiente de la profesión en el futuro.

## **1.5. Metodología**

### **1.5.1. Enfoque y tipo de investigación**

El presente proyecto de grado adopta un enfoque de investigación mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para lograr una comprensión integral del área de embotellado de singani en la Bodega El Paicheño.

Por un lado, el enfoque cuantitativo permite la recolección y análisis de datos numéricos concretos, como tiempos de operación, productividad, rendimiento de los operarios y niveles de inventario. A través de herramientas estadísticas e ingeniería de métodos, se podrán identificar cuellos de botella, pérdidas de eficiencia y oportunidades de mejora en el proceso actual.

Por otro lado, el enfoque cualitativo facilita la comprensión de aspectos más subjetivos, pero igualmente importantes, como la percepción del personal, la identificación de problemas organizacionales, la resistencia al cambio o la comunicación interna. Se utilizarán entrevistas, observación directa y encuestas abiertas para captar la experiencia de los trabajadores y operarios involucrados.

El uso conjunto de ambos enfoques permitirá obtener una visión técnica y humana del problema, lo cual es esencial para proponer un rediseño realista, viable y sostenible de la línea de embotellado.

### **1.5.2 Tipo de Investigación: Mixta (Cualitativa y Cuantitativa)**

El tipo de investigación que se desarrollará también es de naturaleza mixta, ya que integra elementos de los tipos exploratorio, descriptivo y aplicado, con técnicas tanto cuantitativas como cualitativas.

- Exploratoria, porque se busca comprender a fondo el funcionamiento actual del sistema de embotellado y las condiciones del entorno en que opera.

Descriptiva, porque se detallan las características del proceso, los tiempos, el uso del espacio, y el flujo del producto desde el llenado hasta el almacenamiento.

- Aplicada, porque el objetivo es intervenir directamente sobre el sistema mediante propuestas de mejora concretas, con impacto en la eficiencia operativa.

**CAPITULO II**  
**IDENTIFICACION DE LA EMPRESA**

## 2.1 Empresa

Bodega el "PAICHEÑO"

## 2.2 Ubicación

La bodega El Paicheño se encuentra en el departamento de Tarija, provincia cercado, Barrio Industrial, zona CADEPIA.

### Figura 2-1

*Ubicación bodegas el "PAICHEÑO"*



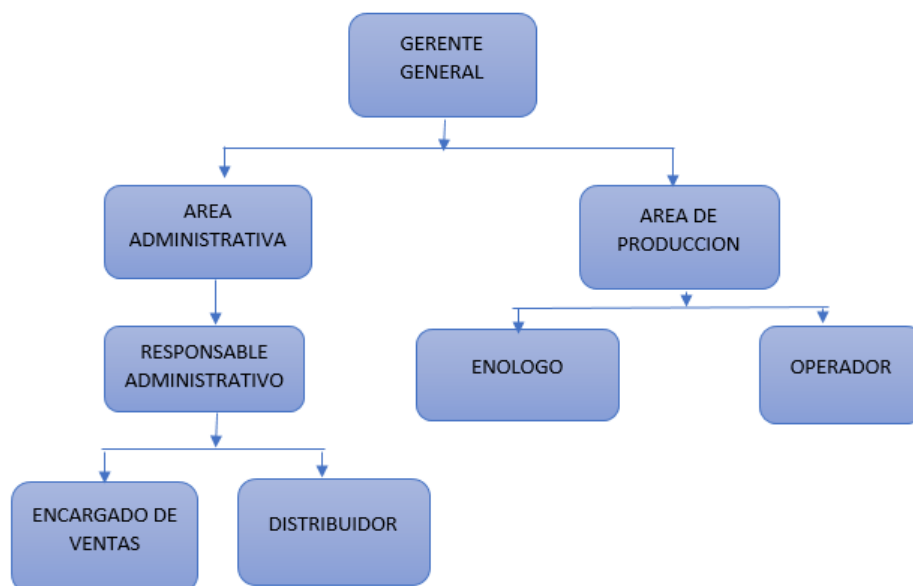
Nota. La figura muestra la ubicación de las bodegas "PAICHEÑO"

## 2.3. Organización

Dentro de la organización de la bodega "EL PAICHEÑO" se encuentra con una estructura lineal o Jerárquica. Como se observa a continuación:

**Figura 2-2**

*Organigrama de las bodegas el "PAICHEÑO"*



Nota. La figura muestra el organigrama de las bodegas el "PAICHEÑO"

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

Dentro de la Bodega el "PAICHEÑO", se desarrollan áreas que trabajan conjuntamente para el funcionamiento de la misma, las cuales se describen a continuación:

- **Gerente general**

El Gerente General, propietario de la bodega, es la máxima autoridad responsable de dirigir, planificar y controlar todas las actividades administrativas, productivas y estratégicas de la empresa. Su función principal consiste en tomar decisiones clave relacionadas con la gestión operativa, la asignación de recursos, la inversión en infraestructura y la mejora continua de los procesos productivos.

- **Jefe del Área Administrativa**

El jefe del Área Administrativa es el responsable de organizar, coordinar y supervisar todas las actividades de apoyo interno que permiten el funcionamiento eficiente de la bodega. Su labor se centra en garantizar que los recursos humanos, materiales y logísticos estén disponibles y se utilicen de manera adecuada para sostener las operaciones diarias.

- **Jefe del Área de Producción**

El jefe del Área de Producción es el encargado de planificar, organizar y supervisar todas las actividades relacionadas con la elaboración, embotellado y acondicionamiento del producto final. Su función principal es asegurar que el proceso productivo se ejecute de manera eficiente, segura y conforme a los estándares de calidad establecidos por la empresa.

- **Responsable del Área Administrativa**

El responsable del Área Administrativa cumple una función operativa y de soporte directo dentro de la gestión diaria de la empresa. Su labor principal es ejecutar y mantener en orden los procesos administrativos establecidos, asegurando que la documentación, los trámites internos y el manejo de recursos se realicen de manera eficiente y oportuna.

- **Enólogo**

El Ingeniero Enólogo es el profesional responsable de garantizar la calidad enológica del producto a lo largo de todo el proceso de elaboración. Su función principal es realizar el control técnico y sensorial del singani, asegurando que cada lote cumpla con los estándares internos de calidad y con la normativa vigente para bebidas alcohólicas.

Entre sus actividades diarias se encuentran la toma de muestras en los distintos puntos del proceso, la ejecución de análisis físico-químicos y organolépticos, y el

registro sistemático de los resultados en los formularios de control. Supervisa parámetros críticos como graduación alcohólica, aroma, color, turbidez y estabilidad, realizando los ajustes necesarios en conjunto con el área de producción.

- **Encargado de Ventas**

El encargado de ventas es el responsable de gestionar y fortalecer la presencia comercial de la marca en el mercado nacional. Su función principal es cerrar acuerdos con distribuidores, mantener relaciones comerciales estables y asegurar que el producto llegue de manera eficiente a los diversos puntos de venta.

Entre sus responsabilidades se encuentra la prospección y apertura de nuevos mercados, lo que incluye realizar viajes periódicos a diferentes regiones del país para presentar el producto y negociar condiciones comerciales.

- **Distribuidor**

El Distribuidor es el responsable de transportar, entregar y asegurar la correcta distribución del producto a los distintos puntos de venta, clientes mayoristas y minoristas establecidos por el Encargado de Ventas. Su labor garantiza que el singani llegue en tiempo, forma y en condiciones óptimas, contribuyendo con la continuidad del abastecimiento en el mercado.

- **Operador**

El Operador General es el responsable de ejecutar las actividades operativas dentro del proceso productivo de la bodega, garantizando el correcto funcionamiento de las tareas asignadas en cada etapa de embotellado, trasvase, limpieza o apoyo logístico. Su labor es fundamental para asegurar la continuidad y eficiencia de la producción diaria.

## **2.4 Productos y/o servicios**

La bodega cuenta con los siguientes productos:

**Tabla 2-1***Descripción de productos*

<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>
	<p><b>TINTO DE MESA</b></p> <p>Características:</p> <p>Color: Rojo intenso, con tonos rubí o granate.</p> <p>Aroma: Notas frutales (ciruela, cereza) y matices especiados o herbáceos.</p> <p>Sabor: Equilibrado, con frutas maduras, taninos suaves y un final persistente</p> <p>Tipo de envase: Vidrio 3. Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>
	<p><b>ROSADO OPORTO</b></p> <p>Características:</p> <p>Color: Rosa pálido o salmón, con reflejos brillantes.</p> <p>Sabor: Dulce y equilibrado, con sabores a frutas maduras</p> <p>Tipo de envase: Vidrio 3. Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>

	<p><b>BLANCO OPORTO</b></p> <p>Color: Dorado pálido o amarillo brillante, con reflejos cristalinos.</p> <p>Aroma: Aromas frescos y vibrantes, con notas cítricas (limón, pomelo) y matices florales (jazmín, manzanilla). Sabor: Equilibrado entre acidez y dulzor, con sabores a frutas tropicales y un final limpio y refrescante.</p> <p>Tipo de envase: Vidrio 3. Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>
	<p><b>ROSADO SEMI SECO</b></p> <p>Color: Rosa suave o melocotón, con tonos brillantes y luminosos.</p> <p>Aroma: Fresco y afrutado, con notas de frutos rojos (frambuesa, fresa) y un toque cítrico.</p> <p>Sabor: Equilibrado entre dulzor y acidez, con sabores a frutas maduras y un final ligero y refrescante.</p> <p>Tipo de envase: Vidrio 3. Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>

	<p><b>BLANCO SEMI SECO</b></p> <p>Color: Amarillo pálido o dorado claro, con reflejos brillantes.</p> <p>Aroma: Fresco y afrutado, con notas cítricas (limón, manzana verde) y matices florales sutiles.</p> <p>Sabor: Equilibrado entre dulzor y acidez, con sabores a frutas tropicales y un final limpio y refrescante.</p> <p>Tipo de envase: Vidrio 3. Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>
	<p><b>VINO BLANCO SABOR DURAZNO</b></p> <p>Color: Amarillo pálido con tonos dorados sutiles. Aroma: Intenso y frutal, con notas dominantes de durazno maduro, acompañadas de toques cítricos y florales.</p> <p>Sabor: Dulce y jugoso, con sabores a durazno fresco, melocotón y un final suave y refrescante.</p> <p>Tipo de envase: Vidrio 3. Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>



### **TINTO SABOR CHOCOLATE**

Color: Rojo oscuro intenso, casi opaco, con reflejos granate.

Aroma: Dominado por notas intensas de cacao y chocolate negro, con matices de vainilla, café y frutos secos. Sabor: Rico y sedoso, con sabores a chocolate amargo, cerezas negras y un final cremoso y persistente.

Tipo de envase: Vidrio

Formato de compra: Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.



### **SINGANI GRANADITA**

Color: Transparente e incoloro, con una apariencia cristalina y brillante.

Aroma: Fresco y delicado, con notas florales (jazmín, rosas) y sutiles toques a uva blanca y hierbas frescas.

Sabor: Suave y equilibrado, con sabores a uva blanca madura, un toque cítrico y un final limpio y refrescante. Tipo de envase: Plástico


	Formato de compra: Envase de 255 ml, 500 ml y 1000 ml en empaque de 9 unidades.
--	---

Nota. En esta tabla se describen los productos que tiene la bodega el "PAICHEÑO"

## 2.5. Maquinaria y Equipo Tabla

**Tabla 2-2**


*Maquinaria y equipo*

MAQUINARIA	DESCRIPCION
	<p><b>Alambiques de destilación:</b> En la elaboración de singani, el alambique de destilación es el equipo que se usa para separar el alcohol del vino fermentado, concentrando los compuestos aromáticos más finos de la uva Moscatel de Alejandría.</p>



**Tinacos:** En el proceso de elaboración del singani, los tinacos plásticos cumplen la función de almacenar temporalmente el destilado después de la destilación. En estos recipientes, el singani pasa por un proceso de reposo, que permite estabilizar sus características organolépticas (como aroma y sabor), y se realiza el ajuste del grado alcohólico mediante la adición de agua

purificada. Además, los

	<p>Tinacos permiten homogeneizar el producto cuando se mezclan distintos lotes, asegurando uniformidad antes del filtrado y embotellado.</p>
	<p><b>Bombas centrífugas:</b> En el proceso de producción del singani, se utilizan bombas centrífugas para trasladar el destilado de un tinaco a otro durante las etapas de reposo, mezcla y ajuste de grado alcohólico. Estas bombas permiten un transporte eficiente y controlado del líquido entre los tinacos, evitando la exposición al aire y garantizando que el producto mantenga su calidad durante todo el proceso.</p>

	<p><b>Maquinaria de embotellamiento manual:</b></p> <p>La bodega actualmente utiliza un sistema de embotellado semi-automatizado, en el cual el singani terminado se almacena inicialmente en un tinaco. Desde allí, el líquido fluye a través de una tubería hasta una pileta, donde los operarios realizan el embotellado manual del producto.</p>
---	--

Nota. En esta tabla se describe la maquinaria de la bodega el "PAICHEÑO"

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

## 2.6. Materia Prima e Insumos

### 2.6.1 Materia Prima Principal

#### 1 Uva

Es la base exclusiva para elaborar singani, según la normativa boliviana.

- **Procedencia:** Viñedos situados a más de 1.600 metros sobre el nivel del mar, especialmente en Tarija, Cinti y otras regiones de los valles altos.

- **Características:** Es una uva blanca muy aromática, con notas florales como el jazmín y la rosa, y frutales como uva fresca y durazno. Se utiliza el vino obtenido tras la fermentación del jugo de esta uva, que luego será destilado.

## 2.6.2 Insumos y Elementos Auxiliares

- **Levaduras**

Se emplean para iniciar y controlar la fermentación del mosto, asegurando una transformación completa de los azúcares en alcohol. Algunas bodegas usan levaduras naturales, otras prefieren seleccionadas para lograr perfiles aromáticos específicos.

- **Agua**

Se utiliza en el proceso para tareas como la limpieza de equipos, la refrigeración en la destilación y en algunos casos para ajustar la graduación alcohólica del singani antes del embotellado.

- **Envases de fermentación**

Se emplean tanques de acero inoxidable o Tinacos de plástico para fermentar el mosto de uva, asegurando una fermentación limpia y controlada.

## 2.7. Proceso Productivo

### 2.7.1. Descripción del proceso productivo

#### 1. Cosecha de la uva

- La Moscatel de Alejandría se cosecha cuando ha alcanzado su madurez óptima, buscando un buen equilibrio entre azúcar y aromas.
- La vendimia se realiza generalmente entre febrero y marzo, a mano, para cuidar la integridad de la fruta.

## **2. Prensado y obtención del mosto**

- Una vez en bodega, la uva se prensa suavemente para extraer el mosto fresco (el jugo).
- Se evita romper las semillas o el raspón, para no extraer compuestos no deseados.

## **3. Fermentación del mosto**

- El mosto se coloca en tanques de acero inoxidable o piletas, donde fermenta entre 7 y 14 días, transformando los azúcares en alcohol.
- Se controlan temperatura y tiempo para preservar los aromas primarios de la uva Moscatel.

## **4. Destilación del vino**

- El vino resultante se destila una sola vez en alambiques de cobre o columnas, extrayendo el alcohol y los compuestos aromáticos más volátiles.
- Se separan las fracciones no deseadas (cabezas y colas), conservando únicamente el corazón de la destilación, que es la parte más pura y aromática.

## **5. Reposo y ajuste**

- El destilado se deja reposar por varias semanas o meses para estabilizarse y suavizar su perfil.
- Si es necesario, se ajusta la graduación alcohólica final (usualmente entre 35 y 40% vol.) con agua purificada

## **6. Filtrado y embotellado**

- El singani se filtra para asegurar su limpidez y estabilidad.

- Finalmente, se embotella en envases de vidrio transparente, se etiqueta y se sella para su comercialización.

### 2.7.2 Diagrama de flujo del proceso

**Figura 2-3**

*Flujograma proceso productivo*

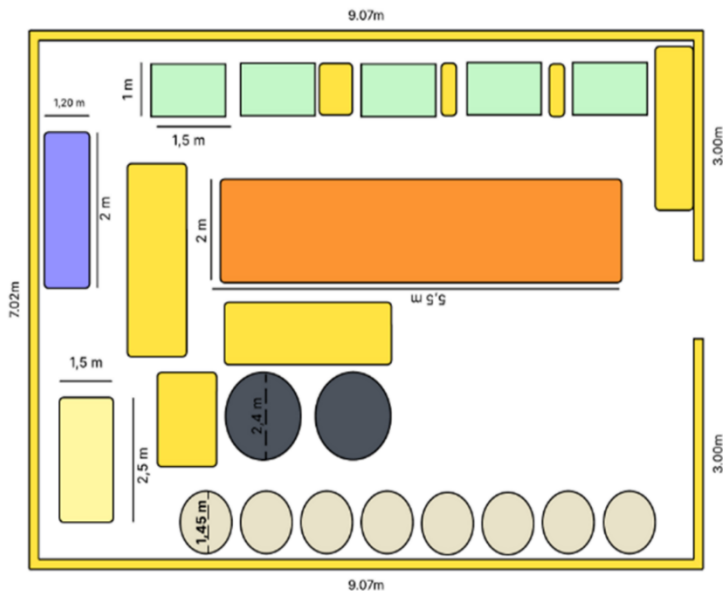


Nota. En esta figura se muestra el flujograma proceso productivo





2.8 Lay out




Figura 2-4

Plano de lay out– Galpón de embotellado



PLANO DE LAYOUT – GALPÓN DE EMBOTELLADO	
Nombre del Proyecto	Galpón de Embotellado – Bodega El Paicheño
Ubicación	Tarija – Bolivia
Fecha	27/06/2025
Dibujado por	Manuel Angel Flores Escalante

REFERENCIAS DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS	
 Tinaco madre de 10.000 litros	 Purificadora de agua
 Tinaco intermedio de 2700 litros	 Área de almacenamiento de producto terminado

 Sopladora de botellas de plástico	 Grupos de embotellado de singani granadita
 Acumulación de botellas y cajas vacías	

Nota. En esta figura se observa el Lay out actual del galpón del área de embotellado de singani granadita.

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

## 2.9. Residuos y/o desechos

En el proceso de elaboración del vino se generan diversos residuos y desechos en cada etapa. Durante la recepción de materia prima, se producen restos vegetales como hojas y ramas, así como materiales de embalaje, como cajas y plásticos. En el despalillado-estrujado, se generan raspones (estructuras leñosas de los racimos) y orujos, que incluyen pieles y semillas de la uva. En la fermentación, se producen lías, que son sedimentos de levaduras y partículas sólidas, además de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como subproducto gaseoso. Durante el descube, se separan los orujos, que son restos sólidos de pieles y semillas. En el filtrado, se generan sedimentos y turbios, que son partículas finas y clarificantes utilizados en el proceso. En el embotellado, se producen botellas rotas o defectuosas, corchos que no cumplen con los estándares de calidad y aguas residuales provenientes del lavado de botellas y equipos.

Finalmente, en el etiquetado y empaquetado, se generan etiquetas defectuosas, materiales de empaque como cartón y plástico. Cada uno de estos residuos y desechos requiere un manejo específico para minimizar su impacto ambiental y cumplir con las normativas correspondientes.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3. Conceptos generales

#### 3.1 Cursograma Analítico

El cursograma analítico es una herramienta del estudio de métodos que permite descomponer de forma detallada un proceso en sus actividades fundamentales, identificando operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos con el fin de analizar su secuencia y optimizar el flujo de trabajo. Su estructura estandarizada facilita la observación del método actual y posibilita la eliminación de actividades que no agregan valor, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa. (Barnes, 1997).

El cursograma analítico es un instrumento que organiza visualmente las actividades de un proceso para evaluar tiempos, distancias y relaciones operativas, permitiendo detectar movimientos innecesarios, reprocesos y causas de ineficiencia. Este análisis de detalle se utiliza para rediseñar métodos de trabajo y establecer procedimientos más productivos, fundamentados en la medición objetiva del desempeño actual. (Niegel & Freivalds, 2009).

**Figura 3- 1**

*Simbología para cursogramas analíticos*

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentaneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

### **3.2 Diagrama de Flujo**

El diagrama de flujo de proceso es una representación gráfica que muestra de manera secuencial las actividades, decisiones y movimientos que intervienen en un proceso, permitiendo visualizar su estructura lógica y comprender la forma en que fluye el trabajo. Su utilidad radica en evidenciar redundancias, actividades innecesarias y cuellos de botella, sirviendo como base para mejorar y estandarizar los procesos. (Harrington, 1991).

El diagrama de flujo de proceso constituye una herramienta esencial para describir, analizar y rediseñar operaciones productivas, ya que permite comparar el proceso actual con uno propuesto, facilitando la toma de decisiones orientadas a la mejora continua. Además, contribuye a una comunicación clara entre operarios y áreas de trabajo al representar el proceso de manera sencilla y comprensible. (Slack, Chambers & Johnston, 2010).

### **3.3 Indicadores de Desempeño (KPIs)**

Los indicadores clave de desempeño (Key Performance Indicators, KPIs) son métricas que permiten evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos organizacionales, midiendo aspectos fundamentales como productividad, eficiencia, calidad y tiempos de operación. Estos indicadores proporcionan información cuantitativa para la toma de decisiones, facilitando la gestión del desempeño y la evaluación de resultados. (Kaplan & Norton, 1996).

Los indicadores de desempeño son herramientas que permiten monitorear continuamente el rendimiento de los procesos mediante datos cuantificables, ayudando a identificar desviaciones respecto a los objetivos establecidos y orientando la implementación de acciones correctivas y de mejora. Su correcta formulación y seguimiento fortalecen la gestión operativa y estratégica de las organizaciones. (Parmenter, 2015).

### **3.4 Balance de Masa**

El balance de masa es una herramienta fundamental de la ingeniería que permite cuantificar la materia que entra, sale, se genera o se consume en un proceso, proporcionando una base técnica para comprender el comportamiento de sistemas físicos y productivos. Su aplicación permite diseñar, controlar y optimizar operaciones industriales mediante la conservación de la materia. (Felder & Rousseau, 2005).

El balance de masa constituye un método analítico que facilita la evaluación del rendimiento de procesos productivos, permitiendo detectar fugas, pérdidas, reprocesos o ineficiencias a partir de la comparación entre entradas y salidas del sistema. Es esencial para garantizar estabilidad, eficiencia y precisión en la gestión de materiales. (Geankoplis, 2003).

### **3.6 Automatización**

La automatización es el conjunto de tecnologías, sistemas y dispositivos diseñados para ejecutar tareas de producción o control sin intervención humana directa, con el objetivo de aumentar la eficiencia, la precisión y la consistencia de los procesos. A través del uso de sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC), software especializado y maquinaria automatizada, permite reducir errores humanos, minimizar tiempos improductivos, aumentar la capacidad de producción y mejorar la trazabilidad de las operaciones.

La automatización es especialmente relevante en industrias que buscan elevar sus estándares de calidad, garantizar la seguridad operativa y responder a mayores volúmenes de demanda con menores costos unitarios, convirtiéndose en un pilar fundamental para la competitividad industrial moderna. (Groover, 2015).

### **3.7 Trasvases**

El trasvase es una operación de transferencia de líquidos desde un envase o contenedor hacia otro, realizada con el fin de facilitar procesos posteriores como el embotellado, mezclado o almacenamiento. Esta actividad requiere control para evitar derrames, pérdidas de producto y riesgos de contaminación. (Barnes, 1997).

El trasvase consiste en el movimiento controlado de líquidos entre recipientes dentro de un proceso productivo, siendo una etapa clave para garantizar continuidad operacional, precisión volumétrica y calidad del producto final. Su adecuada ejecución minimiza desperdicios y asegura uniformidad en el flujo de trabajo. (Niebel & Freivalds, 2009).

### **3.8 Cuellos de Botella**

Un cuello de botella es una restricción dentro del proceso que limita el ritmo de producción total, generando acumulación de trabajo y disminución del rendimiento global del sistema. Identificar y gestionar adecuadamente esta limitación es clave para mejorar la eficiencia operativa. (Goldratt & Cox, 2004).

Los cuellos de botella representan puntos del proceso cuya capacidad es inferior a la demanda impuesta por las demás etapas, lo que provoca tiempos de espera, retrasos y pérdidas de productividad. Su análisis permite rediseñar el flujo y asignar recursos de manera más efectiva. (Slack, Chambers & Johnston, 2010).

### **3.9 Mano de Obra**

La mano de obra se refiere al conjunto de trabajadores que participan directa o indirectamente en las actividades productivas, aportando habilidades, conocimientos y esfuerzo físico para transformar insumos en bienes o servicios. Es un recurso clave dentro del sistema productivo. (Render & Heizer, 2014).

La mano de obra representa el componente humano del proceso productivo cuyo desempeño influye directamente en la productividad, calidad y eficiencia. Su adecuada capacitación, asignación de tareas y motivación son esenciales para alcanzar altos niveles de rendimiento. (Niebel & Freivalds, 2009).

### **3.10 Infraestructura**

La infraestructura es el conjunto de instalaciones físicas, edificaciones, equipos y servicios básicos que permiten el funcionamiento de un sistema productivo, proporcionando las condiciones necesarias para desarrollar operaciones con seguridad y eficiencia. (Slack et al., 2010).

La infraestructura comprende la estructura física y tecnológica que sostiene las actividades de una organización, incluyendo áreas de trabajo, almacenes, pasillos, máquinas, sistemas de energía y servicios de apoyo. Una infraestructura adecuada mejora la productividad y reduce costos operativos. (Heizer & Render, 2017).

### **3.11 Capacidad de Producción**

La capacidad de producción es el nivel máximo de actividad que una instalación puede alcanzar de manera sostenible bajo condiciones normales de operación, considerando recursos, maquinaria y mano de obra disponibles. (Slack et al., 2010).

La capacidad productiva es la cantidad máxima de unidades que un sistema puede generar durante un periodo específico, siendo un parámetro esencial para la planificación, control y toma de decisiones operativas. (Heizer & Render, 2017).

### **3.12 Pallets**

Los pallets son plataformas estructuradas utilizadas para apilar, almacenar y transportar productos de forma segura y eficiente dentro de operaciones logísticas y de almacenamiento, facilitando la manipulación mediante montacargas o transpaletas. (Bowersox, Closs & Cooper, 2013).

Un pallet es una unidad de carga estandarizada que permite proteger mercancía y mejorar la eficiencia en procesos de transporte interno, almacenamiento y despacho, contribuyendo a la reducción de tiempos y costos logísticos. (Ballou, 2004).

### **3.13 Embotellado**

El embotellado es el proceso mediante el cual un producto líquido es dosificado y envasado en botellas, garantizando volumen exacto, higiene y calidad del envase final. Es una operación crítica en industrias de bebidas y licores. (Fellows, 2009).

El embotellado consiste en llenar recipientes con un líquido específico bajo condiciones controladas para preservar sus propiedades y cumplir estándares de inocuidad y presentación. Su eficiencia depende de la sincronización de equipos, operadores y controles de calidad. (Potter, 2012).

### **3.14 Rediseño de Línea**

El rediseño de línea es la reconfiguración estructural de un proceso productivo que busca mejorar su flujo, capacidad, ergonomía o eficiencia mediante la reorganización de actividades, maquinaria y recursos humanos. (Niegel & Freivalds, 2009).

El rediseño de línea implica analizar el proceso actual e implementar cambios orientados a eliminar desperdicios, reducir tiempos de ciclo y mejorar la productividad general de la operación. Es una estrategia clave dentro de la mejora continua. (Slack et al., 2010).

### **3.15 Grupos de Trabajo**

Los grupos de trabajo son unidades organizadas de personas que colaboran para ejecutar actividades específicas dentro del proceso productivo, combinando habilidades y responsabilidades para alcanzar metas operativas. (Robbins & Judge, 2013).

Los grupos de trabajo representan equipos coordinados que permiten distribuir tareas, mejorar la comunicación y aumentar la eficiencia mediante cooperación y sinergia entre los miembros. (Koontz & Weihrich, 2010).

### **3.16 Ineficiencia Operativa**

La ineficiencia operativa se refiere a la pérdida de productividad dentro de un proceso debido a tiempos ociosos, movimientos innecesarios, fallas operativas, reprocesos o mala utilización de recursos. (Heizer & Render, 2017).

La ineficiencia operativa abarca todas aquellas actividades o condiciones que impiden que un proceso alcance su máximo rendimiento, generando costos adicionales, retrasos y disminución de la calidad. (Slack et al., 2010).

### **3.17 Manual de Procedimientos**

Un manual de procedimientos es un documento oficial que describe paso a paso las actividades, responsabilidades y estándares necesarios para la correcta ejecución de un proceso, garantizando uniformidad y control operacional. (Chiavenato, 2009).

El manual de procedimientos establece lineamientos claros sobre cómo deben realizarse las tareas, facilitando la capacitación del personal, el cumplimiento normativo y la estandarización de operaciones. (Koontz & Weihrich, 2010).

### **3.18 Manual de Limpieza y Sanitización**

Un manual de limpieza y sanitización es un documento técnico que define los métodos, productos, tiempos y responsables para ejecutar actividades de higiene y desinfección, garantizando condiciones sanitarias adecuadas en áreas productivas. (Frazier & Westhoff, 2004).

El manual de limpieza y sanitización establece estándares operativos para mantener ambientes inocuos, evitando contaminación cruzada, proliferación microbiana y riesgos para la calidad del producto. (Fellows, 2009).

### **3.19 Manual de Protección Personal**

Un manual de protección personal es una guía que establece los tipos de equipos de protección, su uso adecuado, mantenimiento y las condiciones bajo las cuales deben emplearse para garantizar la seguridad del trabajador. (Goetsch, 2011).

El manual de protección personal especifica los riesgos presentes en cada actividad y los EPP necesarios para mitigarlos, promoviendo una cultura de seguridad, prevención y control de incidentes laborales. (Manuele, 2008).

### **3.20 Pérdidas por Manipulación**

Las pérdidas por manipulación son desperdicios generados durante la carga, descarga, traslado o acomodo de productos debido a daños físicos, derrames o errores humanos, afectando el rendimiento y los costos operativos. (Bowersox et al., 2013).

Las pérdidas por manipulación surgen cuando el manejo inadecuado de materiales provoca deterioro, roturas o pérdida de volumen, impactando la eficiencia del proceso y la rentabilidad. Su reducción es esencial en sistemas logísticos y productivos. (Ballou, 2004).

### **3.21 Capacidad Instalada**

La capacidad instalada es el volumen máximo de producción que una organización puede alcanzar bajo condiciones normales de operación, considerando los recursos físicos, tecnológicos y humanos disponibles. Este concepto permite determinar el

potencial real de una planta industrial, así como identificar el grado en que se están utilizando sus instalaciones. La capacidad instalada no solo contempla la maquinaria y el equipamiento, sino también el espacio físico, la disponibilidad de mano de obra y las condiciones de operación que influyen en el desempeño del sistema. Su análisis es fundamental para la planificación de la producción, la programación de la demanda, la evaluación de inversiones y la determinación de cuellos de botella que limitan el rendimiento. Además, permite comparar la producción efectiva con la potencial, detectando subutilización, saturación o deficiencias en la infraestructura operativa. (Heizer & Render, 2017).

### **3.22 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)**

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) constituyen un conjunto de principios y procedimientos diseñados para asegurar que los productos sean fabricados en condiciones que garanticen su inocuidad, calidad y uniformidad. Estas prácticas abarcan aspectos como higiene del personal, control de contaminación, limpieza y sanitización de equipos, mantenimiento de infraestructura, manipulación adecuada de materias primas y supervisión constante del proceso productivo. Las BPM buscan prevenir errores y variabilidad en las operaciones, estableciendo un enfoque sistemático basado en la estandarización y el aseguramiento de la calidad. Son esenciales en industrias alimentarias, farmacéuticas y de bebidas, ya que contribuyen a evitar riesgos sanitarios y asegurar el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales. Implementarlas de forma rigurosa mejora la competitividad de la empresa y fortalece la confianza del consumidor. (Frazier & Westhoff, 2004).

### **3.23 Termoencogido**

El termoencogido es un proceso de empaque que utiliza películas plásticas con propiedades termocontraíbles, las cuales se ajustan firmemente alrededor del producto al aplicar calor. Este procedimiento permite proteger, agrupar y estabilizar unidades de

producto, proporcionando seguridad durante el transporte, almacenamiento y exhibición. El material termoencogible se adapta a diversas formas y tamaños, ofreciendo una barrera contra polvo, humedad y daños físicos. Su aplicación es ampliamente utilizada en industrias alimentarias, bebidas, cosméticos y productos de limpieza por su eficiencia, economía y presentación visual. Además, el termoencogido incrementa la integridad del empaque al reducir movimientos no deseados, lo que disminuye pérdidas por manipulación y mejora la percepción del consumidor. (Soroka, 2002).

### **3.24 Evaluación Cualitativa por Ponderación**

La evaluación cualitativa por ponderación es un método de análisis utilizado para comparar alternativas mediante el uso de criterios evaluados con pesos relativos que reflejan su importancia dentro del proceso decisional. Este enfoque permite integrar variables que no necesariamente son cuantificables de manera directa, como facilidad de implementación, impacto social, aceptación del personal o riesgos asociados. La ponderación asignada a cada criterio facilita priorizar alternativas de acuerdo con los objetivos de la organización, proporcionando una herramienta estructurada y transparente para la toma de decisiones. Además, este método reduce la subjetividad al emplear escalas sistemáticas de valoración, fortaleciendo el análisis comparativo entre opciones que presentan características heterogéneas. (Saaty, 1990).

### **3.25 Productividad**

La productividad es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados en un proceso, representando la eficiencia con la cual se transforman insumos en bienes o servicios. Este indicador permite evaluar el desempeño de un sistema productivo y constituye una métrica clave para mejorar la competitividad organizacional. La productividad puede incrementarse mediante mejoras en métodos de trabajo, capacitación del personal, reorganización de procesos, incorporación tecnológica y

reducción de desperdicios. Su análisis abarca factores como eficiencia operativa, calidad del producto, tiempos de ciclo, costos y utilización de recursos. Una alta productividad refleja mayor aprovechamiento de la capacidad instalada y reducción de actividades que no agregan valor, lo cual tiene un impacto directo en la rentabilidad y la sostenibilidad de la empresa. (Sink & Tuttle, 1989).

### **3.26 Análisis Económico**

El análisis económico es el estudio sistemático de los costos, beneficios, riesgos y resultados esperados de un proyecto con el fin de determinar su conveniencia financiera y operativa. Incluye la identificación de inversiones, costos operativos, flujos de caja, ingresos, indicadores financieros y evaluación del impacto en la organización. Este análisis permite comparar alternativas, anticipar escenarios y apoyar la toma de decisiones estratégicas mediante criterios cuantitativos como VAN, TIR, relación beneficio-costos y periodo de recuperación. Su importancia radica en que proporciona una visión integral del comportamiento futuro del proyecto, considerando aspectos de mercado, estructura de costos, vida útil del activo y sostenibilidad. Una evaluación económica adecuada disminuye incertidumbre y aumenta la probabilidad de éxito del proyecto. (Park, 2011).

### **3.27 Rentabilidad de un Proyecto**

La rentabilidad de un proyecto representa la capacidad de una inversión para generar beneficios superiores a los costos en los que incurre durante su vida útil. Es un indicador clave para determinar si un proyecto es financieramente viable y atractivo para inversionistas o gestores empresariales. La rentabilidad se evalúa mediante herramientas como el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno, la relación beneficio-costos y el flujo de caja económico y financiero. Analizar la rentabilidad implica considerar factores como ingresos proyectados, costos operativos, inversiones iniciales, depreciación, impuestos y valor residual. Una correcta interpretación de estos elementos permite evaluar el nivel de retorno, el riesgo asociado y la capacidad del

proyecto para generar riqueza a lo largo del tiempo. (Ross, Westerfield & Jordan, 2013).

### **3.28 Sostenibilidad**

La sostenibilidad es un enfoque integral que busca equilibrar el desarrollo económico, la protección ambiental y el bienestar social para garantizar que las necesidades actuales se satisfagan sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. En el ámbito industrial, implica gestionar los recursos de manera eficiente, minimizar impactos ambientales, promover condiciones laborales adecuadas y asegurar la continuidad operativa a largo plazo. La sostenibilidad abarca prácticas como uso racional de materiales, reducción de emisiones, gestión de residuos, eficiencia energética y responsabilidad social empresarial. Su aplicación fortalece la reputación corporativa, reduce riesgos legales y ambientales y contribuye a la resiliencia organizacional en mercados cada vez más exigentes. (Elkington, 1998).

### **3.29 Porcentaje de utilización de capacidad instalada**

El porcentaje de utilización de la capacidad instalada es un indicador que mide qué proporción de la capacidad máxima teórica de un proceso productivo está siendo efectivamente utilizada durante un periodo determinado. Este indicador permite evaluar el grado de eficiencia con el que se aprovechan los recursos productivos disponibles, identificando posibles ociosidades, sobrecargas o desbalances entre la capacidad instalada y la demanda real. Su análisis es fundamental para decisiones de planificación, programación de la producción y proyección de inversiones, especialmente cuando se busca optimizar flujos, reducir costos y mejorar la productividad global del sistema. (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009).

Ecuación (1). Porcentaje de utilización de capacidad instalada

$$\text{Capacidad utilizada por día (\%)} = \frac{\text{Litros embotellados por día}}{\text{Suma de la capacidad de los tinacos}} \times 100$$

### 3.30 Volumen de pérdidas durante las transferencias

El volumen de pérdidas durante las transferencias se refiere a la cantidad de producto que se desperdicia al moverlo entre distintas etapas del proceso productivo, ya sea por derrames, evaporación, goteos, manipulación inadecuada o fallas en la infraestructura. Su medición permite cuantificar el impacto económico directo de la merma y, al mismo tiempo, identificar oportunidades de mejora en los métodos de manejo, el estado de los equipos, el diseño del layout y la capacitación del personal. Controlar estas pérdidas es esencial en industrias donde cada litro o kilogramo transferido representa un costo significativo, afectando directamente la eficiencia y la rentabilidad del proceso. (Slack, Brandon-Jones & Johnston, 2016).

Ecuación (2). Volumen de pérdidas durante las transferencias

$$\text{Volumen de pérdidas durante las transferencias} = \frac{\text{Volumen perdido durante trasvase}}{\text{Volumen total procesado}} \times 100$$

### 3.31 Cálculo de botellas producidas por hora

El cálculo de botellas producidas por hora es una métrica operativa que determina la capacidad real del sistema de embotellado en función del número de unidades que logra procesar por unidad de tiempo. Este indicador permite evaluar el rendimiento de la línea, compararlo con su capacidad teórica y detectar ineficiencias asociadas a tiempos muertos, paradas no planificadas, velocidad de las máquinas o desempeño del personal. Es clave para estudios de balance de línea, dimensionamiento de recursos y mejora continua, ya que una mayor producción por hora se traduce directamente en un

incremento de productividad y una reducción del costo unitario. (Heizer, Render & Munson, 2017).

Ecuación (3). Cálculo de botellas producidas por hora

$$\text{Botellas por hora} = \frac{60 \text{ minutos}}{\text{Tiempo por ciclo (minutos)}} \times \text{Numero de botellas por ciclo}$$

### 3.32 Productividad por operario por día

La productividad por operario por día mide la cantidad de output (productos terminados o avance del proceso) generada por un trabajador en una jornada laboral. Este indicador permite evaluar el desempeño individual y colectivo del personal, identificar brechas de capacitación, optimizar la asignación de tareas y analizar la influencia de factores como ergonomía, motivación, métodos de trabajo o disponibilidad de herramientas. Además, es una métrica fundamental para estimar costos de mano de obra directa, calcular necesidades de personal y establecer estándares de producción en proyectos de mejora. (Niegel & Freivalds, 2013).

Ecuación (4). Productividad por operario por día

$$\text{Producción por operario por día} = \frac{\text{Total de botellas embotelladas}}{\text{Número de operarios} \times \text{Horas trabajadas}}$$

### 3.33 Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (Payback)

El cálculo del periodo de recuperación de la inversión, conocido como Payback, consiste en determinar el tiempo necesario para que un proyecto genere flujos de caja suficientes para recuperar la inversión inicial realizada. Es un método ampliamente utilizado en la evaluación preliminar de proyectos debido a su sencillez y capacidad para medir el riesgo asociado al retorno del capital. Aunque no considera el valor del dinero en el tiempo ni los beneficios posteriores al periodo de recuperación, sigue siendo una herramienta útil para decisiones rápidas, especialmente en entornos con

limitada disponibilidad de información financiera o con alta incertidumbre operativa. (Ross, Westerfield & Jordan, 2018).

Ecuación (5). Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (Payback)

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro Anual}}$$

### **3.34 Inocuidad**

La inocuidad se refiere al conjunto de condiciones y prácticas necesarias para garantizar que un producto, especialmente los alimentos y bebidas, no representa riesgo para la salud del consumidor durante su producción, manipulación, almacenamiento y distribución. Este concepto abarca la prevención de contaminaciones físicas, químicas y microbiológicas mediante la implementación de controles estrictos, buenas prácticas operativas, limpieza y sanitización adecuada, así como trazabilidad de los procesos. La inocuidad es un principio fundamental dentro de los sistemas de gestión de calidad, ya que asegura que el producto final cumpla con estándares regulatorios y normativos, protegiendo al consumidor y fortaleciendo la confianza en la organización. (Forsythe, 2011).

### **3.35 Estandarización**

La estandarización es el proceso mediante el cual una organización define, documenta y aplica métodos uniformes de trabajo con el fin de asegurar que todas las actividades se realicen de manera consistente, repetible y eficiente. Este enfoque permite reducir la variabilidad entre operarios, mejorar la calidad del producto, disminuir errores y garantizar un desempeño estable del proceso productivo. Al establecer estándares, se facilita la capacitación del personal, se optimizan los tiempos de operación y se crea una base objetiva para la mejora continua, convirtiéndose en un elemento clave de la gestión industrial moderna. (Imai, 1997).

### **3.36 Redistribución**

La redistribución consiste en reorganizar estratégicamente la disposición física de los procesos, equipos, estaciones de trabajo y flujos de materiales dentro de una planta con el fin de mejorar la eficiencia global del sistema productivo. Este proceso implica analizar el layout actual, identificar recorridos innecesarios, cuellos de botella, interferencias entre operarios y movimientos que no agregan valor, para luego diseñar una nueva configuración que reduzca tiempos, distancias y costos operativos. La redistribución física es un componente esencial del rediseño de procesos y permite optimizar el uso del espacio, mejorar la seguridad, facilitar la supervisión y aumentar la productividad del sistema. (Muther, 1973).

**CAPITULO IV**  
**DIAGNOSTICO**

## **4. Diagnostico**

### **4.1 Análisis de materia prima e insumos**

En condiciones habituales de operación, la bodega ha logrado cubrir de manera adecuada la demanda de destilado de singani, utilizando exclusivamente la capacidad instalada con la que cuenta en sus propios equipos de destilación. Esta infraestructura ha resultado suficiente para atender los volúmenes proyectados en años anteriores, permitiendo a la empresa mantener estabilidad en su producción y garantizar la calidad del producto final.

Sin embargo, durante la presente gestión se presentó un escenario atípico que modificó las condiciones de trabajo previstas. La demanda de singani experimentó un incremento considerable y no contemplado en las proyecciones iniciales de la bodega, lo cual generó un desfase entre la capacidad instalada y el volumen requerido para abastecer el mercado. Este crecimiento repentino de los pedidos superó las estimaciones que habían servido como base para la planificación productiva, creando una situación extraordinaria que requirió la toma de decisiones inmediatas.

Ante esta circunstancia, y con el objetivo de no afectar la continuidad del suministro ni perder presencia en el mercado, la empresa se vio en la necesidad de recurrir a una medida excepcional: la adquisición de singani base de una bodega ubicada en la localidad de Camargo. Este aprovisionamiento externo permitió cubrir el déficit generado, aunque representó un costo adicional relevante, dado que el precio de compra alcanzó aproximadamente los 16 bolivianos por litro, cifra superior al costo de producción interna de la empresa.

**Tabla 4-1**

*Producción y demanda mensual de singani en presentación granadita de la bodega el Paicheño*

Concepto	Litros por mes	% Demanda
Producción propia(bodega)	39.585	97%
Compra a otra bodega	1.187	3%
Demanda mensual total	40.772	100%

Nota. En este cuadro se muestra la producción y la demanda mensual del singani granadita

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

A pesar de ello, la bodega consiguió cubrir alrededor del 97% de la demanda, evitando un desabastecimiento mayor. Como respuesta estratégica a esta limitación, la empresa decidió invertir en estos últimos meses en la adquisición e instalación de nuevos destiladores de singani. Con esta ampliación de capacidad, actualmente logra satisfacer la demanda total y dispone de un margen adicional que le permite afrontar eventuales incrementos repentinos sin necesidad de recurrir nuevamente a proveedores externos.

De igual forma, se evidenció que otros insumos fundamentales para la preparación del singani provienen de diferentes proveedores: algunos de Santa Cruz y el alcohol de la empresa Alcosur. Sin embargo, el principal problema radica en la falta de planificación en la gestión de pedidos.

La operación de la bodega presenta una situación contrastante en la gestión de sus inventarios. Por un lado, no experimenta quiebres de stock en elementos como botellas y etiquetas, debido a dos estrategias efectivas: cuenta con una sopladora propia que garantiza la producción continua de botellas de plástico diariamente, y realiza pedidos mensuales de grandes volúmenes de tapas y etiquetas, manteniendo así un stock sustancial y constante de estos insumos. Sin embargo, durante la presente temporada de invierno, se identificó un problema crítico específicamente en los insumos requeridos para la etapa final de preparación del singani. La bodega sufrió cinco quiebres de stock por falta de insumos para la preparación final del singani. La causa raíz de estas interrupciones reside en el método reactivo de gestión empleado para estos insumos específicos; la solicitud de reposición es realizada personalmente por la dueña únicamente cuando los niveles están próximos a agotarse. Este enfoque, al no considerar el notable incremento estacional de la demanda ni los tiempos de entrega de los proveedores, resultó en que los pedidos se emitieran demasiado tarde, imposibilitando una reposición a tiempo y generando así interrupciones recurrentes en el proceso productivo durante los meses de mayor requerimiento.

#### **4.1.1 Almacenamiento**

En el área de almacenamiento de materias primas se identificaron diversas formas de organización según el tipo de insumo. El alcohol, principal materia prima para la elaboración del singani, se almacena en tinacos ubicados en un espacio específico del galpón. Estos recipientes se mantienen llenos de manera permanente con el fin de asegurar una disponibilidad continua para el proceso productivo.

Por otra parte, los insumos utilizados durante la etapa final de preparación del singani como aditivos o componentes complementarios se resguardan en un galpón distinto. Esta separación contribuye a minimizar riesgos de contaminación y permite mantener un control adecuado sobre los insumos involucrados en las etapas finales de producción.

En cuanto a los envases, se observó que las botellas vacías se encuentran dispersas y desordenadas dentro del galpón principal, sin una delimitación formal de áreas de almacenamiento. Esta falta de estructura dificulta la gestión del inventario, entorpece el acceso al material y genera interferencias durante las operaciones de embotellado.

A diferencia de lo anterior, las tapas y etiquetas se almacenan en un ambiente independiente donde sí existe un orden establecido. Esto facilita su control, resguardo y disponibilidad oportuna cuando son requeridas en la línea de embotellado.

Durante el recorrido por las instalaciones se constató que el área de almacenamiento se encuentra integrada físicamente con el espacio destinado a la preparación final del singani y al embotellado. Esta ausencia de separación funcional constituye una primera limitante importante, ya que provoca interferencias entre actividades productivas y tareas de resguardo del producto terminado, afectando tanto la eficiencia como la seguridad del proceso.

Respecto al almacenamiento del producto final, se evidenció la inexistencia de un sistema claro de organización. En una primera etapa, los operarios arman pallets de manera básica; sin embargo, una vez alcanzada la altura máxima permitida, los paquetes adicionales se colocan en cualquier espacio libre. Como resultado, el área presenta pasillos obstruidos, desorden generalizado y un uso ineficiente del espacio disponible.

La falta de un método estructurado o de un estándar de almacenamiento genera múltiples consecuencias negativas: dificulta el acceso rápido al producto, retrasa la preparación de despachos, incrementa el riesgo de errores en la gestión de inventarios y, sobre todo, impide mantener un control preciso de las existencias. En la práctica, el inventario depende exclusivamente de la memoria de los operarios, lo cual incrementa el riesgo de pérdidas, duplicidad de conteos, mermas no identificadas y dificultades para responder de manera eficiente a la demanda.

Adicionalmente, el hecho de que el almacenamiento conviva directamente con la zona de producción expone el producto terminado a riesgos de contaminación cruzada,

golpes o deterioros por manipulación inadecuada. Esto evidencia que el sistema actual de almacenamiento no cumple con los requisitos mínimos de orden, seguridad ni control logístico, constituyéndose en un punto crítico dentro de la cadena de valor de la bodega.

Por otro lado, la bodega cuenta con una máquina sopladora instalada en el mismo galpón donde se realiza el embotellado. Las botellas de PET producidas se depositan en bolsas plásticas de gran tamaño, con capacidad aproximada de 200 unidades por bolsa. Una vez llenas, estas bolsas se dejan de manera aleatoria en distintos puntos del galpón, sin un área asignada para su almacenamiento. En algunos casos, los grupos de trabajo trasladan las bolsas hacia sus áreas de operación sin coordinación formal, lo que provoca desorden, falta de control sobre las cantidades y riesgos de contaminación cruzada. Esta práctica también dificulta la trazabilidad y el registro de la producción y distribución de envases.

La situación descrita afecta directamente el orden, la eficiencia del proceso y el cumplimiento de normativas relacionadas con el almacenamiento y manipulación de envases destinados a bebidas alcohólicas. En este contexto, los criterios que deberían aplicarse para el manejo de botellas de plástico incluyen: mantener las bolsas apiladas de manera estable, evitar colocarlas en el suelo o en áreas sin control, separar los envases defectuosos de los aptos, llevar un registro actualizado de inventario, garantizar la limpieza y el orden del área, aplicar el principio “primero en entrar, primero en salir” (PEPS)

**Figura 4-1**

*Galpón de embotellado del singani granadita*



Nota. En esta figura se presenta una fotografía del galpón de embotellado. En ella se evidencia que las botellas se encuentran amontonadas, ocupando espacios de circulación y obstruyendo los pasillos. Asimismo, se observan cajas de cartón con tapas y otros materiales ubicados de manera dispersa, lo que refleja un uso desordenado del espacio y limita la eficiencia operativa del área.

**Figura 4-2**

*Área de almacenamiento del producto terminado*



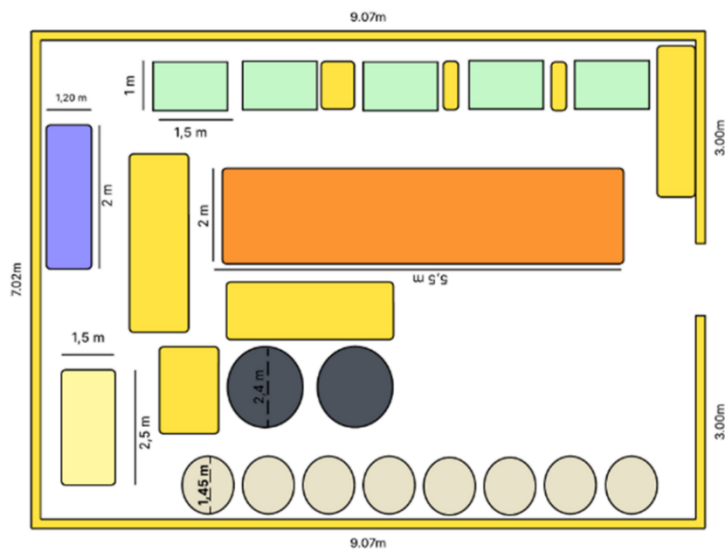
Nota. En esta figura se muestra una fotografía del área de almacenamiento, donde se observa que se han colocado cajas sobre los pallets de producto terminado y que existen cajas y bolsas con botellas ocupando los pasillos. Esta disposición evidencia desorden y falta de un sistema adecuado de organización.

**Figura 4-3**

*Área de embotellado del singani granadita*










Nota. En esta imagen se puede observar cómo existe una acumulación de botellas, cajas, bidones con uvas maceradas y otras cosas que no deberían estar al costado del área de embotellado

**Figura 4-4***Plano de lay out– Galpón de embotellado*

PLANO DE LAYOUT – GALPÓN DE EMBOTELLADO	
Nombre del Proyecto	Galpón de Embotellado – Bodega El Paicheño
Ubicación	Tarija – Bolivia
Fecha	27/06/2025
Dibujado por	Manuel Angel Flores Escalante

Nota en la figura se muestra el lay out actual del galpón de embotellado de singani.

REFERENCIAS DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS	
 Tinaco madre de 10.000 litros	 Purificadora de agua
 Tinaco intermedio de 2700 litros	 Área de almacenamiento de producto terminado

 Sopladora de botellas de plástico	 Grupos de embotellado de singani granadita
 Acumulación de botellas y cajas vacías	

#### 4.1.2 Infraestructura

La infraestructura destinada al almacenamiento de materias primas presenta características diferenciadas según el tipo de insumo. En el caso del alcohol, este se almacena dentro del galpón principal, el cual cuenta con espacio suficiente para la colocación de los tinacos. Estos recipientes se encuentran ubicados sobre estructuras que evitan el contacto directo con el suelo, lo que permite un mejor resguardo frente a humedad y facilita la limpieza del área. El galpón presenta paredes y techumbre que protegen el producto de la exposición directa al sol y la lluvia; sin embargo, se identifican limitaciones en cuanto a ventilación.

El resto de las materias primas como aditivos, tapas y etiquetas se almacenan en otros ambientes de la bodega, los cuales cumplen funciones de resguardo complementario. Estos espacios permiten mantener separados los materiales y reducir riesgos de contaminación cruzada.

#### 4.1.3 Análisis de equipos y porcentaje de utilización

En el área de embotellado se identifican deficiencias críticas en cuanto a la disposición y estado operativo de la maquinaria utilizada. Los equipos actuales consisten en tinacos instalados sobre estructuras elevadas, conectados a cañerías que dirigen el singani hacia piletas para su posterior llenado manual.

#### Figura 4-5

*Mesas de trabajo donde se realiza el embotellado*



Nota. En la figura se observa la fotografía de una de las mesas de trabajo donde se realiza el embotellado.

Este sistema carece de la tecnificación necesaria para asegurar eficiencia y continuidad en el proceso. La disposición de los tinacos y cañerías es inadecuada, ya que se encuentran instalados prácticamente uno junto al otro, sin espacio suficiente para labores de mantenimiento, inspección o limpieza, lo que incrementa los riesgos de fallas operativas y disminuye la confiabilidad del sistema.

**Tabla 4-2**

*Capacidad real y capacidad utilizada de los tinacos de embotellado*

Tinaco (Equipo)	Capacidad real del tinaco	Promedio de embotellado diario
-----------------	---------------------------	--------------------------------

Tinaco de embotellado 1	2700 litros	45 litros
Tinaco de embotellado 2	2700 litros	45 litros
Tinaco de embotellado 3	2700 litros	45 litros
Tinaco de embotellado 4	2700 litros	45 litros
Tinaco de embotellado 5	2700 litros	45 litros
Total	13500 litros	225 litros

Nota. En este cuadro se mues la capacidad real y la capacidad utilizada de los tinacos de embotellado

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

$$\text{Capacidad utilizada por día (\%)} = \frac{\text{Litros embotellados por día}}{\text{Suma de la capacidad de los tinacos}} \times 100$$

$$\text{Capacidad utilizada por día (\%)} = \frac{225 \text{ litros}}{13500 \text{ litros}} \times 100$$

$$\text{Capacidad utilizada por día (\%)} = 1,66 \%$$

El análisis evidencia una baja utilización de la capacidad instalada en la línea de embotellado, que alcanza solo el 1,66% de su potencial operativo. Aunque la capacidad teórica es de 13.500 litros por día, la producción real apenas llega a 225 litros diarios entre los cinco grupos de trabajo. Esta diferencia refleja una ineficiencia significativa

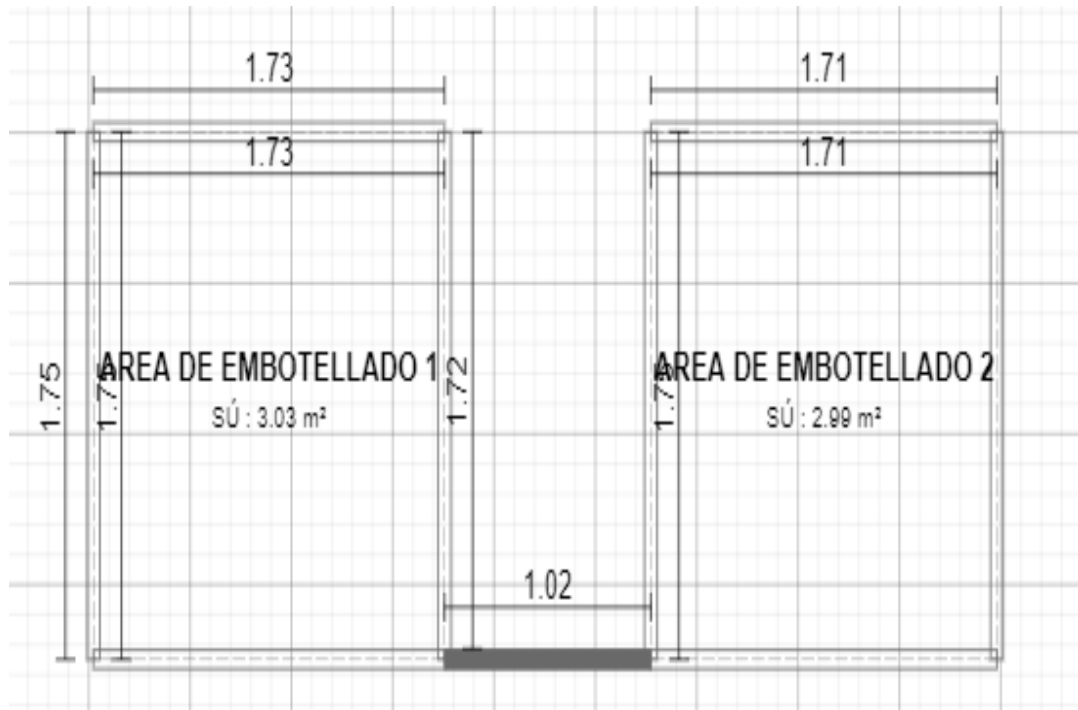
en la gestión y ejecución del proceso lo que limita el desempeño global del área de embotellado.

#### **4.1.4 Equipos de embotellado**

Según la Organización Internacional de Normalización (ISO 14122-2:2016) y las directrices de OSHA (Occupational Safety and Health Administración) sobre distribución de equipos en áreas industriales, se recomienda que entre máquinas, equipos o puestos de trabajo exista un espacio libre mínimo de 80 cm a 1 metro para permitir el tránsito seguro de los operarios, la manipulación adecuada de insumos y el acceso para tareas de mantenimiento. En pasillos principales o áreas de evacuación, este espacio debe ampliarse a 1,2 – 1,5 metros, garantizando no solo la seguridad del personal, sino también la eficiencia en el flujo de materiales. Una distribución con estas distancias mínimas reduce riesgos de accidentes, evita interferencias entre operarios y mejora la ergonomía del trabajo en líneas de producción como las de embotellado de bebidas alcohólicas.

**Figura 4-6**

*Distribución adecuada de los equipos de trabajo*



Nota. En la figura se muestra cómo debería ser la distribución adecuada de los equipos de trabajo

Del mismo modo, se evidencian limitaciones en los protocolos de limpieza y sanitización de los tinacos y cañerías del área de embotellado, lo que representa un factor de riesgo tanto para la integridad del equipo como para la calidad del producto. Finalmente, el método manual de operación restringe la capacidad productiva, generando un cuello de botella asociado directamente a la limitación tecnológica del sistema de embotellado.

#### 4.1.5 Mano de obra

Se evidenció que las condiciones actuales de trabajo del personal presentan serias limitaciones. Los operarios desempeñan sus tareas en un espacio reducido, trabajando muy próximos entre sí y adaptándose a los lugares disponibles para poder realizar sus funciones. Esta falta de espacio no solo dificulta la movilidad y la eficiencia, sino que también incrementa los riesgos de accidentes laborales y de interferencias en el flujo del proceso.

Un operario en el área de embotellado de singani debería contar con un espacio operativo de al menos 1,5 – 2 m<sup>2</sup> y pasillos de circulación de mínimo 1 metro, según criterios ergonómicos y de BPM.

#### Figura 4-7

*Espacio operativo del que debe disponer el operario*



Nota. En la figura se muestra el espacio del que debería disponer el operario para trabajar adecuadamente

Otro aspecto crítico identificado es la sobredimensión de la mano de obra en relación al espacio físico y a la organización del proceso. Actualmente, se cuenta con un número elevado de personas trabajando en paralelo, lo que genera amontonamiento en las líneas, baja productividad individual y mayores costos en planilla salarial.

En la práctica, la bodega está afrontando su limitación de capacidad con más personas y más infraestructura, lo que a corto plazo genera un alivio, pero a mediano y largo plazo se traduce en un modelo insostenible, con costos crecientes y sin garantía de poder responder de manera efectiva a futuros incrementos de la demanda.

En conclusión, la mano de obra se encuentra sobredimensionada, desorganizada y limitada por un espacio físico inadecuado, lo que repercute directamente en los costos, en la productividad y en la capacidad de respuesta de la empresa frente al mercado.

#### **4.1.6 Situación actual del soplado de botellas**

##### **Figura 4-8**

*Imagen de las botellas acumuladas*



Nota. En la siguiente figura se puede Observar como las bolsas de botellas de plástico están en suelo y algunas apiladas unas sobre otras.

Todas las botellas que produce la sopladora de aire ocupan espacios en el suelo y los operarios colocan las bolsas en cualquier lugar de manera totalmente desordenada.

Esta situación actual no solo afecta el orden y la eficiencia del proceso, sino que también compromete el cumplimiento de normativas relacionadas con almacenamiento y manipulación de envases destinados a bebidas alcohólicas.

Los criterios de almacenamiento y control que se deberían aplicar en el soplado y almacenamiento de botellas de plástico deberían ser el mantenerlas apiladas de manera estable, nunca dejarlas en el suelo ni en cualquier lugar sin control, separar las defectuosas de las aptas, llevar un registro de inventario, garantizar limpieza y orden en el área, aplicar el criterio de “primeras en salir, primeras en usarse” y asignar un lugar específico y organizado para su almacenamiento.

#### **4.1.7 Cuantificación de la carga de trabajo del personal operativo**

Del análisis realizado se pudo cuantificar de manera directa la carga de trabajo por operario. Cada trabajador encargado del llenado manual produce en promedio 241 botellas por día, lo que equivale a aproximadamente 20,16 paquetes diarios en una jornada laboral de 8 horas (considerando que cada paquete contiene 12 unidades). Esta información también permite identificar la limitada capacidad individual, ya que, incluso manteniendo el ritmo diario, la producción por operario resulta insuficiente frente al volumen de demanda creciente actual. La ausencia de estandarización en los métodos de trabajo y la variabilidad en la asistencia diaria incrementan aún más esta limitación, puesto que la productividad depende exclusivamente del desempeño individual y no de un sistema organizado o mecanizado.

#### 4.1.8 Método de Guerchet

**Tabla 4-3**

*Método de Guerchet*

Ítem	Cantidad	Huella (m <sup>2</sup> )	Factor	Área requerida (m <sup>2</sup> )
Tinacos 2 700 L	15	1.50	4.0	6.0
Mesas de trabajo	5	2.00	2.5	5.0
Tinacos de 10000 L	2	2.50	4.0	10.0
Sopladora	1	2.00	3.5	7.0
Purificadora	1	1.00	3.0	3.0
Pallets	6	1.20	1.2	1.44
Total, estimado				21 m <sup>2</sup>

Nota. En este cuadro se muestran datos de la aplicación del método de guerchet

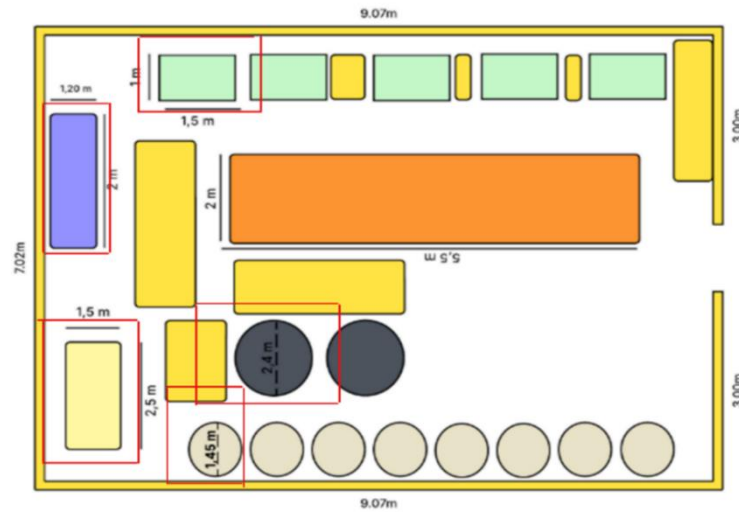
De la aplicación del método de Guerchet se concluye que la bodega requiere aproximadamente 21m<sup>2</sup> de espacio organizado para operar de manera eficiente y segura con los tinacos de 2 700 litros, los 2 tinacos de 10 000 litros, las 5 mesas de embotellado, la sopladora de botellas, la purificadora de agua y los pallets de producto terminado. La asignación de dimensiones y factores refleja no solo la huella física de cada equipo, sino también los espacios necesarios para operación, mantenimiento, circulación de personal y materiales, así como para cumplir con las condiciones de seguridad y ergonomía. Esta estimación evidencia que el espacio actual es insuficiente y desordenado, lo que puede generar riesgos de accidentes, contaminación y pérdida

de eficiencia. Por lo tanto, la tabla proporciona una base cuantitativa sólida para rediseñar el layout de la bodega, optimizar el uso del área disponible.

En conclusión, el espacio disponible en el galpón es insuficiente en su estado actual, no por una falta real de superficie, sino por el desorden generalizado y la ausencia de una distribución física definida, lo que genera saturación en puntos críticos. Las zonas más congestionadas corresponden al área cercana al almacenamiento de producto terminado, el sector donde se acumulan las bolsas de botellas provenientes de la sopladora, y los pasillos, que suelen llenarse con cajas y materiales que obstruyen la circulación. A pesar de esta saturación, no existen limitaciones físicas estructurales que impidan un rediseño efectivo; por el contrario, con una nueva distribución del lay-out, delimitación de áreas, clasificación de zonas y aplicación de criterios de orden y flujo, es completamente viable reorganizar el espacio, recuperar la operatividad y garantizar un uso eficiente y seguro del galpón.



**Figura 4-9**







*Lay out con Método de Guerchet*



PLANO DE LAYOUT CON EL METODO DE GUERCHET – GALPÓN DE EMBOTELLADO	
Nombre del Proyecto	Galpón de Embotellado – Bodega El Paicheño
Ubicación	Tarija – Bolivia
Fecha	27/06/2025
Dibujado por	Manuel Angel Flores Escalante

Nota. En la figura se muestra el lay out del galpón de embotellado y la aplicación del método de Guerchet

REFERENCIAS DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS	
 Tinaco madre de 10.000 litros	 Purificadora de agua

 Tinaco intermedio de 2700 litros	 Área de almacenamiento de producto terminado
 Sopladora de botellas de plástico	 Grupos de embotellado de singani granadita
 Acumulación de botellas y cajas vacías	 Área requerida (m <sup>2</sup> )

#### 4.2 Identificación del proceso de embotellado

En la bodega El Paicheño, el proceso primario de preparación del singani inicia con la recepción del producto base. El singani es transportado desde el área de destilación mediante tinacos de gran capacidad, cargados en camiones, los cuales llegan hasta el galpón central de producción, donde se desarrollan las etapas de preparación final y embotellado.

Una vez recibido, el singani es trasvasado mediante bombas hacia un tinaco de almacenamiento principal de 10.000 litros, al que internamente se le denomina “tinaco con singani madre”. Este recipiente constituye el punto de partida del proceso, ya que, en él, el singani recibido es sometido a una primera etapa de control y preparación, asegurando que el producto mantenga las características físico-químicas necesarias para su estandarización.

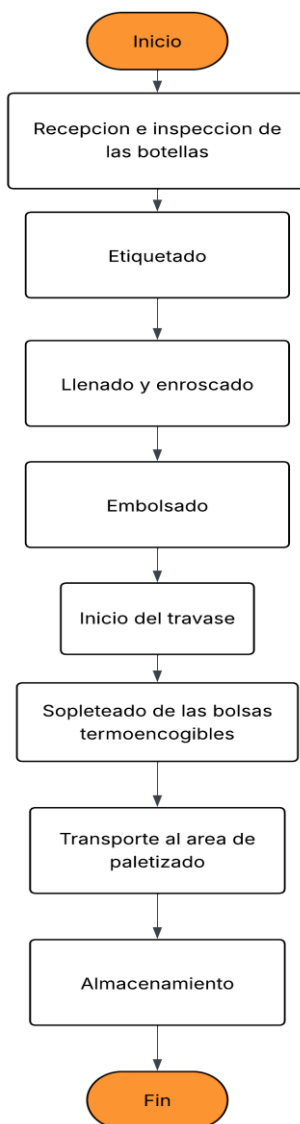
Posteriormente, y también a través de un sistema de bombeo, el producto del tinaco con singani madre se distribuye hacia tinacos secundarios de menor capacidad. En estos recipientes se realiza la formulación final, donde se incorporan los insumos necesarios para alcanzar el perfil definitivo del singani que será destinado al mercado. Entre dichos insumos se encuentran agua, alcohol y aditivos específicos, cuya incorporación se lleva a cabo en proporciones previamente establecidas. Esta etapa tiene como objetivo

estandarizar el producto y garantizar su uniformidad antes de pasar al proceso de envasado.

Finalmente, una vez concluida la fase de preparación, el singani ya ajustado queda listo para su transferencia al área de embotellado, desde donde se continúa con el proceso de envasado primario, etiquetado y empaquetado para su distribución.

**Figura 4-10**

*Flujograma del proceso de embotellado*



Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

Un aspecto crítico del proceso identificado es el riesgo de contaminación cruzada y la falta de control exacto en el trasvase del producto. Actualmente, el singani que llega al tinaco madre de 10.000 litros es distribuido hacia tinacos secundarios mediante bombas, pero no se cuenta con un sistema estandarizado de limpieza, desinfección ni verificación del estado de las mangueras, válvulas y equipos de bombeo, lo que incrementa la posibilidad de que residuos de lotes anteriores, impurezas o incluso partículas metálicas provenientes del desgaste de los equipos contaminen el producto en proceso. A esto se suma la ausencia de registros precisos sobre las cantidades trasvasadas: no existe un control volumétrico exacto que permita determinar cuántos litros ingresan realmente a cada tinaco ni si existen pérdidas durante la transferencia. Dichas pérdidas o mermas no cuantificadas pueden deberse a fugas en conexiones, espuma generada en el llenado, lo que además de afectar el rendimiento económico genera incertidumbre en la trazabilidad del singani y en la uniformidad de la calidad final.

#### **4.2.1 Balance de Masa del Proceso**

Para el presente estudio se decidió realizar el balance de masa únicamente en la etapa de trasvases, debido a que es en esta fase donde se identifican las mayores pérdidas y desperdicios de singani, lo que permite cuantificar de forma precisa el impacto de estas mermas sobre el rendimiento del proceso. En contraste, no fue posible aplicar con la misma rigurosidad un balance de masa en el área de embotellado manual, ya que esta operación depende de aproximadamente veinte operarios que ejecutan la actividad con variaciones significativas en sus métodos, ritmos y niveles de destreza. A ello se suma la frecuente ausencia de algunos trabajadores en determinados días, lo que modifica constantemente la estructura de carga de trabajo y dificulta la obtención de datos representativos. Además, las limitaciones de acceso al área de producción y la imposibilidad de realizar múltiples jornadas de medición continua impiden registrar con exactitud las mermas reales asociadas al embotellado manual. Por estas razones, el

balance de masa se enfocó en la etapa de trasvases, donde las condiciones operativas permiten una medición fiable y técnicamente válida.

El flujo de materia prima en el área de embotellado inicia en el galpón de destilación, donde el singani es almacenado en tinacos de gran capacidad. A partir de este punto, se desarrolla una serie de transferencias sucesivas hasta llegar al envasado final.

#### **a) Traslado desde el galpón de destilación al tinaco de transporte**

El singani almacenado en los tinacos principales del galpón de destilación se transfiere mediante bomba a un tinaco vacío, montado en un camión cisterna para su transporte.

Durante esta operación, se estima una pérdida de aproximadamente 15 litros debido al bombeo.

#### **Transporte hacia el galpón de preparación final**

- El camión recorre aproximadamente tres cuadras que son una distancia de 480 metros hasta llegar al área de preparación y embotellado.
- A su arribo, el contenido del tinaco de transporte se descarga mediante una bomba hacia un tinaco madre con capacidad de 10.000 litros, donde se concentra el singani para su homogenización y control de parámetros de calidad.

En esta segunda transferencia se produce nuevamente una pérdida de 15 litros

#### **Preparación y homogenización en el tinaco madre**

- En este tinaco madre, se realizan ajustes y controles de características físico-químicas específicas del singani (graduación alcohólica, acidez, entre otros).
- Posteriormente, el singani es distribuido a tinacos de menor capacidad para facilitar su manejo en la etapa final.
- Cada transferencia de bombeo a los tinacos secundarios genera una pérdida adicional de 15 litros.

#### **b) Alimentación a los grupos de embotellado para el fraccionamiento**

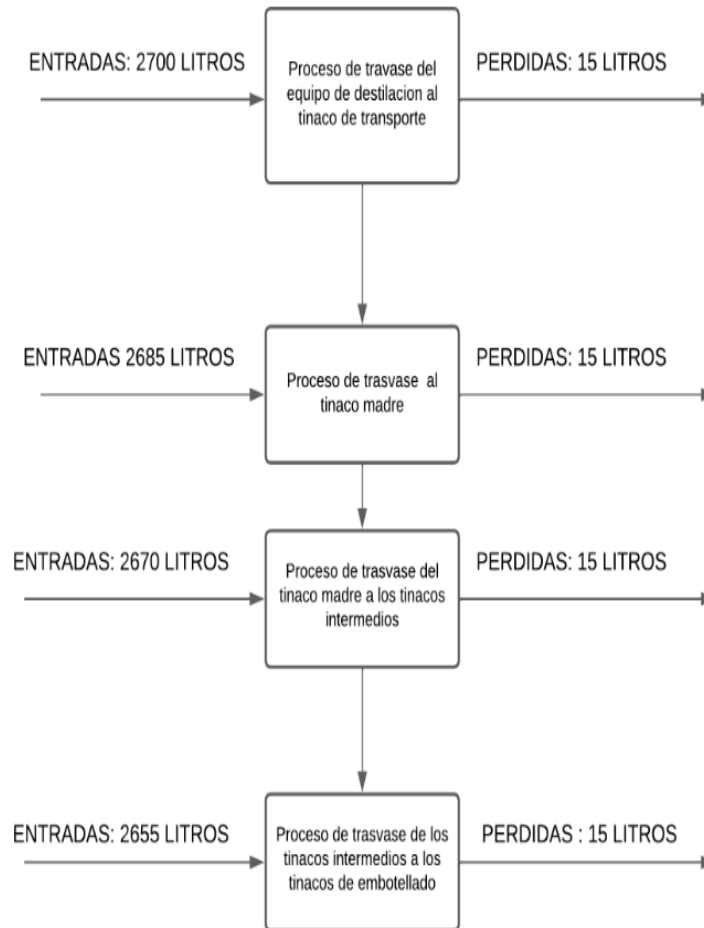
- Desde los tinacos secundarios, mediante bombeo, el producto se dirige hacia los tinacos instalados en los grupos de embotellado.
- En esta etapa también se generan pérdidas de aproximadamente 15 litros por transferencia.

### **Embotellado manual**

- Finalmente, el singani es envasado de forma manual en botellas, conformando paquetes para su comercialización.
- En este punto no se cuenta con un registro sistematizado de pérdidas durante el llenado manual, pero se estima que existe un derrame no controlado adicional.

### Resumen de perdidas por transferencia

- Galpón de destilación → Tinaco de transporte: -15 L
- Tinaco de transporte → Tinaco madre (10.000 L): -15 L
- Tinaco madre → Tinacos secundarios: -15 L
- Tinacos secundarios → Tinacos de embotellado: -15

**Figura 4-11***Gráfico de Balance de masa*

Nota. En esta figura se muestra el balance de masa de los trasvases de singani

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

Como parte del diagnóstico técnico, se realizó un balance de masa del proceso de trasvase del singani, identificando esta etapa como la principal fuente de pérdidas antes del embotellado. A partir de las mediciones efectuadas en los tinacos de 2700 litros, se determinó que actualmente se pierden 60 litros por ciclo, lo que representa una merma


del 2,22% respecto al volumen total procesado. Esta cifra expresada tanto en litros como en porcentaje se establece explícitamente como un indicador clave de desempeño (KPI) del diagnóstico, ya que evidencia la magnitud real del desperdicio existente en la manipulación del producto. La identificación clara de este valor permite no solo dimensionar el impacto económico y operativo de la pérdida, sino también contar con una línea base cuantitativa para evaluar la efectividad de las mejoras que se propondrán para solucionar esto.

#### **4.2.2 Análisis de la producción**






















##### **a) Cursogramas analíticos**

###### **Tabla 4-2**


*Cursogramas de los procesos actuales*

		CURSOGRAMA ANALITICO PROCESO DE TRASVASE DE SINGANI DEL EUIPO DE DESTILACION AL TINACO DE TRANSPORTE								
CURSOGRAMA N°1		Resumen								
DESCRIPCION		Actividad			Actual					
<b>Objeto:</b> Analizar las actividades y tiempos de ejecución del operario en el proceso de trasvase de singani, desde el área de destilación hasta la carga en tinacos de transporte, con destino al galpón de embotellado en presentación granadita. <b>Proceso:</b> Proceso de traslado del singani base <b>Lugar:</b> Bodega EL PAICHEÑO <b>Cantidad:</b> 2700 litros (10.800 bot de 250 ml) <b>Presentación:</b> 250 ml <b>Método:</b> Actual		Operación	●			10				
		Inspección	■			1				
		Trasporte	➔			0				
		Espera	■			2				
		Almacenamiento	▼			0				
		<b>Distancia total: 41,14 metros</b>			<b>Tiempo total: 30,43 minutos</b>					
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES	
				●	■	➔	■	▼		
1	Conectar manguera de salida al tinaco de origen y de entrada al camión.	6,80	2,43	●						Revisar que no haya fugas en las uniones.
2	Verificar conexiones y ajuste de abrazaderas.	-----	1	●						Asegurar firmeza para evitar derrames.
3	Cebiar la bomba llenando la manguera de succión con singani.	-----	5	●						Realizar con cuidado para no desperdiciar producto.
4	Encender la bomba y comprobar succión.	1,80	1	●						Confirmar funcionamiento antes de trasvase continuo.
5	Abrir válvula de salida del tinaco fijo.	5	0,10	●						Abrir de manera gradual para estabilizar el flujo.
6	Supervisar flujo de singani durante el trasvase.	-----	5						●	Mantener vigilancia constante para prevenir rebases.
7	Inclinar tinaco cuando está casi vacío.	0,5	5	●						Riesgo ergonómico; hacerlo entre dos operarios.
8	Completar vaciado con apoyo de la bomba.	2,64	2						●	Verificar que no queden residuos en el tinaco.
9	Cerrar válvulas de origen y destino.	6,80	1	●						Evitar ingreso de aire o contaminante
10	Apagar la bomba.	1,80	1	●						Confirmar parada total antes de desconexión.
11	Desconectar y purgar mangueras.	6,80	1	●						Purga evita acumulación de líquidos residuales.
12	Tapar y sellar tinacos llenos.	-----	1	●						Garantizar hermeticidad para transporte seguro.
13	Guardar bomba y mangueras en su lugar.	9	5	●						Mantener en sitio limpio y protegido del suelo.
<b>TOTAL</b>		<b>41,14 metros</b>	<b>30,43 minutos</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		

El análisis del trasvase al tinaco del camión evidenció que la operación depende en gran medida de la correcta conexión de mangueras, la supervisión constante y la manipulación manual en las etapas finales de vaciado. Aunque el proceso cumple su objetivo, presenta riesgos de pérdidas por fugas, se han cuantificado en 15 litros de pérdida, contaminación por contacto inadecuado y esfuerzo físico adicional al inclinar los tinacos, lo que señala la necesidad de optimizar las condiciones de seguridad y mecanización.

		CURSOGRAMA ANALITICO DE TRASVASE DEL TINACO DE TRANSPORTE AL TINACO MADRE							
CURSOGRAMA N°2		Resumen							
DESCRIPCION		Actividad			Actual				
Objeto: Analizar las actividades y tiempos del operario en el traslado de singani base, desde el área de destilación hasta el galpón de embotellado en presentación "granadita".		Operación 			7				
		Inspección 			1				
Proceso: Proceso de abastecimiento de singani base al área de embotellado		Trasporte 			2				
Lugar: Bodega EL PAICHEÑO		Espera 			0				
Cantidad: 2700 litros		Almacenamiento 			0				
Método: Actual		Distancia total: 511,67 metros			Tiempo total: 32,2 minutos				
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
									
1	Transportar tinaco en camión hasta el galpón de preparación.	480	4,20						Verificar que el tinaco esté bien asegurado durante el traslado.
2	Estacionar camión en el área de recepción.	4	1						Alinear correctamente para facilitar conexión de mangueras.
3	Conectar manguera de la bomba entre tinaco del camión y tinaco madre	7	5						Revisar uniones para evitar fugas.
4	Cebar bomba con singani en la manguera de succión.	2	5						Realizar con cuidado para no desperdiciar producto.
5	Encender bomba e iniciar trasvase.	5	1						Confirmar presión y funcionamiento normal.
6	Supervisar flujo y controlar fugas.	-----	5						Mantener vigilancia constante durante el trasvase.
7	Inclinar tinaco cuando el nivel es bajo para aprovechar remanente.	0,5	4						Riesgo ergonómico, hacerlo entre dos operarios.
8	Apagar bomba al finalizar el trasvase.	2,64	1						Asegurar detención total antes de desconectar.
9	Desconectar manguera y limpiar conexiones.	7	5						Evitar residuos líquidos y contaminación.
10	Retirar camión con tinaco vacío.	4	1						Confirmar que el área quede despejada y limpia.
<b>TOTAL</b>		<b>511,67 metros</b>	<b>32,2 minutos</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

El estudio del traslado del camión y el trasvase al tinaco madre mostró que el proceso combina transporte, posicionamiento y bombeo, lo cual genera tiempos improductivos durante la espera y la manipulación manual. Si bien se asegura el movimiento del singani base hasta el área de preparación, las tareas críticas como cebado, supervisión y desconexión de mangueras requieren mayor estandarización y control para reducir riesgos de contaminación y pérdidas de producto.

		CURSOGRAMA ANALITICO DE PREPARACION FINAL DEL SINGANI Y TRASVASE A LOS TINACOS DE EMBOTELLADO							
DESCRIPCION		CURSOGRAMA N°3		Resumen					
Objeto: Analizar las actividades y tiempos del operario en la preparación final y trasvase de singani en el área de embotellado en presentación granadita.				Actividad					Actual
Proceso: Proceso de preparación final de singani y trasvase				Operación	●				11
Lugar: Bodega EL PAICHEÑO				Inspección	■				1
Cantidad: 2700 litros				Trasporte	→				1
Método: Actual				Espera	▭				1
				Almacenamiento	▼				0
				Distancia total: 17.6 metros				Tiempo total: 5.30 horas	
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				●	■	→	▭	▼	
1	Verificar nivel y estado del tinaco madre (2.700 L).	-----	1						Comprobar que esté limpio y sin residuos.
2	Añadir insumos y realizar preparación final (ajuste de graduación, mezcla o correcciones).	-----	15						Medir con precisión para evitar desviaciones en la calidad.
3	Homogeneizar producto en el tinaco madre.	-----	180						Mantener agitación suficiente para lograr mezcla uniforme.
4	Conectar manguera de la bomba entre tinaco madre y tinaco intermedio (2.700 L)	1,80	2						Revisar uniones para evitar fugas.
5	Cebear bomba con singani en la manguera de succión.	3	5						Evitar derrames al llenar la manguera.
6	Encender bomba e iniciar trasvase.	1,5	1						Confirmar presión y funcionamiento correcto.
7	Supervisar llenado del tinaco intermedio y evitar rebalse.	-----	5						Mantener vigilancia constante del nivel.
8	Realizar ajustes finales en el tinaco intermedio (grado, color, aroma).	1	20						Verificar parámetros de acuerdo a especificaciones de calidad.
9	Preparar línea de filtrado (colocar filtros, revisar sellos y conexiones).	2,5	6						Asegurar hermeticidad y limpieza de los filtros.
10	Bompear singani desde el tinaco intermedio hacia sistema de filtrado.	1,80	60						Confirmar que el flujo sea continuo y estable.
11	Trasvasar singani filtrado a tinacos de embotellado.	-----	30						Evitar contaminación cruzada durante el llenado.
12	Supervisar llenado de tinacos de embotellado y cerrar flujo.	-----	-----						Cerrar válvula a tiempo para evitar rebaleses.
13	Desconectar, limpiar y guardar mangueras.	6	5						Guardar colgadas y protegidas del suelo.
<b>TOTAL</b>		<b>17,6 metros</b>	<b>330 minutos</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

El análisis de la preparación final del singani reflejó que es una etapa clave para ajustar grado alcohólico, aroma y homogeneidad, pero también una de las más sensibles en cuanto a control de calidad. Las actividades de mezcla, corrección y filtrado dependen de la adecuada manipulación del operario y del correcto funcionamiento de equipos, lo que resalta la importancia de aplicar procedimientos estandarizados y registros de control que garanticen uniformidad en cada lote.

EL PAICHEÑO BODEGAS		CURSOGRAMA ANALITICO DEL EMBOTELLADO DE SINGANI							
CURSOGRAMA N°4		Resumen					Actual		
DESCRIPCION		Actividad							
Objeto: Analizar la secuencia de actividades y desplazamientos del operador en el proceso de embotellado de singani en presentación granadita.		Operación		●			9		
		Inspección		■			2		
Proceso: Proceso de embotellado de singani en presentación granadita.		Trasporte		→			3		
Lugar: Bodega EL PAICHEÑO		Espera		▶			1		
Cantidad: 12 unidades de 250ml		Almacenamiento		▼			1		
Método: Actual		Distancia total: 29.89 metros			Tiempo total: 7.94 minutos				
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				●	■	→	▶	▼	
1	Recepcionar y trasladar botellas plásticas vacías al área de inspección.	5,12	1,04	●					Verificar integridad del embalaje y evitar caídas durante el transporte.
2	Realizar inspección visual de las botellas.	-----	0,358	●					Separar botellas con defectos o contaminadas; garantizar solo botellas aptas.
3	Colocar etiqueta en cada botella vacía.	-----	0,496	●					Usar bandejas limpias para evitar contaminación.
4	Trasladar botellas etiquetadas al área de llenado.	2	0,333	●					Revisar que la etiqueta esté bien alineada y sin burbujas.
5	Llenar manualmente las botellas desde la pileta conectada al tinaco intermedio.	-----	0,766	●					Controlar caudal para evitar derrames o pérdidas de producto.
6	Verificar el nivel de llenado en cada botella.	-----	2,283	●					Mantener uniformidad para cumplir estándares de presentación.
7	Enroscar manualmente la tapa de cada botella.	-----	0,166	●					Asegurar cierre hermético para evitar fugas.
8	Colocar botellas llenas en bandejas para transporte interno.	2,64	0,56	●					Evitar sobrecarga de bandejas que dificulte el traslado.
9	Transportar las bandejas con botellas al área de embolsado.	1,73	0,40	●					Manipular con cuidado para prevenir caídas o quiebres.
10	Introducir botellas en bolsas termo encogibles.	-----	0,692	●					Mantener distancia adecuada para evitar quemaduras o deformaciones.
11	Aplicar calor con soplete para encoger las bolsas	1,80	0,166	●					Prevenir daños en el empaque y riesgo de quemaduras.
12	Esperar enfriamiento de las bolsas antes de manipular.	-----	0,227	●					Prevenir daños en el empaque y riesgo de quemaduras.
13	Transportar paquetes al área de paletizado.	4,5	0,25	●					Asegurar que los paquetes estén bien sellados antes del traslado.
14	Apilar paquetes sobre pallets de manera ordenada y segura.	-----	0,20	●					Mantener estabilidad del pallet y evitar sobre altura.
15	Trasladar pallets al área de almacenamiento temporal de producto terminado.	-----	-----	●					Registrar ubicación y lote para trazabilidad.
<b>TOTAL</b>		<b>17,79 metros</b>	<b>7,94 minutos</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

El embotellado mostró ser un proceso intensivo en mano de obra, con múltiples operaciones manuales como llenado, tapado, etiquetado y empaquetado. Si bien asegura la presentación final del producto, se identifican riesgos de variabilidad en la calidad del llenado, demoras por manipulación manual y posibles fallas de higiene si no se cumplen las BPM. Esto señala la necesidad de mejorar la ergonomía, estandarizar controles y avanzar hacia la mecanización parcial del proceso. Cada lote de 12 botellas tiene un tiempo total de embotellado de 7,94 minutos, lo que equivale a 0,66 minutos por botella.

#### **4.2.3 Indicadores KPIS**

A continuación, se presentan los indicadores clave de desempeño (KPIs) definidos para evaluar las principales áreas del proceso de embotellado. Estos indicadores permiten medir de forma objetiva el nivel de eficiencia, control y cumplimiento de los objetivos planteados en la bodega.

Tabla 4-5

## Indicadores KPIS

KPI	Objetivo	Formula	Unidad
Eficiencia en el uso de capacidad de producción	Evaluar si la bodega está utilizando de manera óptima su capacidad instalada.	$\% \text{ de utilización de capacidad instalada} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Capacidad instalada diaria}} \times 100$ $\% \text{ de utilización de capacidad instalada} = \frac{225 \text{ litros}}{13500 \text{ litros}} \times 100$	1.66%
Reducción de Pérdidas por Transferencia	Controlar las pérdidas durante las transferencias de singani entre tinacos y durante el proceso de embotellado	$\text{Volumen de pérdidas durante las transferencias} = \frac{\text{Volumen perdido durante trasvase}}{\text{Volumen total procesado}} \times 100$ $\text{Volumen de pérdidas durante las transferencias} = \frac{60}{2700} \times 100$	2,22%
Tiempo de Ciclo de Embotellado	Medir la eficiencia del proceso de embotellado manual.	$\text{Botellas por hora} = \frac{60 \text{ minutos}}{\text{Tiempo por ciclo (minutos)}} \times \text{Numero de botellas por ciclo}$ $\text{Botellas por hora} = \frac{60 \text{ minutos}}{7,94 \text{ minutos}} \times 12 \text{ botellas}$	7,55 paquetes/hora
Productividad por Operario	Aumentar la productividad de los operarios en el área de embotellado y otros procesos críticos.	$\text{Producción por operario por día} = \frac{\text{Total de botellas embotelladas}}{\text{Número de operarios} \times \text{Horas trabajadas}}$ $\text{Producción por operario por día} = \frac{725,76}{3 \times 8}$	241,92 botellas por operario por día

#### 4.2.4 Interpretaciones de la tabla de KPIS

- **Eficiencia en el uso de capacidad de producción**

Durante la pasantía se realizó un registro continuo de la producción diaria como parte del control de inventarios. A partir de estos datos y ante la limitada disponibilidad de información formal proporcionada por la empresa fue posible determinar que cada grupo de trabajo embotella, en promedio, 45 litros de singani por día. Este valor se obtuvo tomando como referencia la cantidad de paquetes de 12 unidades producidos por jornada laboral.

Considerando que la capacidad disponible por grupo corresponde a un tinaco completo de 2700 litros, se estima que la capacidad instalada diaria por unidad de trabajo es de 2700 litros. Sin embargo, al embotellarse únicamente 45 litros por día, la capacidad utilizada asciende solo a 1,66 %.

Este indicador evidencia un nivel extremadamente bajo de aprovechamiento de la capacidad instalada.

- **Reducción de Pérdidas por Transferencia**

A partir del balance de masa elaborado, se determinó que el volumen promedio de pérdidas generadas durante los trasvases es de 60 litros por día. Considerando que el volumen procesado diario corresponde a los 2.700 litros del tinaco, se obtiene que las pérdidas asociadas a las operaciones de transferencia representan un 2,22% del volumen total procesado.

Este indicador permite medir la eficiencia de los procesos de trasvase y cuantificar el impacto económico y operativo de dichas pérdidas, facilitando la toma de decisiones orientadas a la mejora del rendimiento en el área de embotellado.

- **Tiempo de Ciclo de Embotellado**

Este indicador permite evaluar la eficiencia del proceso de embotellado manual. Para su cálculo, se determina la cantidad de botellas embotelladas por hora en función del tiempo de ciclo obtenido del cursograma analítico. El tiempo requerido para completar un paquete de 12 unidades es de 7,94 minutos. Por lo tanto, al dividir los 60 minutos disponibles en una hora entre el tiempo de ciclo (7,94 min) y multiplicar el resultado por las 12 unidades del paquete, se obtiene la productividad horaria del proceso de embotellado que es de 7,55 paquetes/hora. Este KPI permite identificar cuellos de botella, medir el rendimiento operativo y establecer metas de mejora en la línea de embotellado.

- **Productividad por Operario**

Este indicador permite medir el rendimiento individual de los operarios encargados del llenado de botellas, proporcionando una visión directa de la eficiencia del recurso humano en el proceso de embotellado. Para su cálculo, se utiliza la cantidad total de botellas envasadas por día y se divide entre el número de operarios que realizan exclusivamente la actividad de llenado, considerando las horas efectivamente trabajadas.

A partir de los datos obtenidos durante la pasantía, se determina que cada operario alcanza una productividad de 241,92 botellas por día, valor que sirve como referencia para identificar oportunidades de mejora, equilibrar cargas de trabajo y establecer estándares operativos en la línea de embotellado

### **4.3 Identificación del Embotellado como Cuello de Botella Crítico del Proceso Productivo**

Tras el análisis desarrollado en el diagnóstico del presente capítulo, se determinó que el principal problema que enfrenta la bodega es la baja capacidad de embotellado frente a la creciente demanda del singani Granadita, cuyo posicionamiento en el mercado boliviano se expande cada año. Aunque la bodega cuenta con suficiente capacidad de producción de singani, el proceso de embotellado no logra transformar dicho volumen en producto terminado al ritmo requerido, generando acumulación en tanques, retrasos en entregas y limitaciones para atender la demanda.

Esta conclusión se fundamenta en el uso integrado de herramientas de Ingeniería Industrial estudio de tiempos y movimientos, diagrama de recorridos, cursogramas analíticos y diagrama de flujo del embotellado las cuales evidenciaron tiempos de ciclo elevados, desplazamientos innecesarios y gran variabilidad operativa entre grupos de trabajo. Los KPI obtenidos refuerzan este diagnóstico: solo se utiliza el 1,66% de la capacidad diaria disponible de cada grupo, las pérdidas por trasvases alcanzan 2,22%, la velocidad real del proceso es insuficiente (tiempo de ciclo de 7,94 min), y la productividad por operario es limitada (241,92 botellas/día). En conjunto, estos resultados demuestran que el embotellado constituye el cuello de botella crítico del proceso productivo y justifica la necesidad de intervenir esta etapa para mejorar el flujo global de la bodega.

Los cuatro KPI desarrollados en este capítulo de diagnóstico constituyen la línea base del desempeño actual del proceso de embotellado y serán utilizados posteriormente en el capítulo de propuesta para evaluar de manera objetiva el impacto de las mejoras planteadas

#### 4.4 Resumen de la situación actual de la bodega el "PAICHEÑO"

A continuación, se presenta una tabla con resumen de la situación actual

**Tabla 4-6**

*Resumen de la situación actual*

Indicador	Explicación
Porcentaje de pérdidas en trasvases	El porcentaje de perdidas en los trasvases es del 2,22%.
Capacidad real y utilizada de los tinacos	La capacidad real es de 13.500 litros y la capacidad utilizada de los tinacos es de un 1.66%.
Productividad actual (paquetes/hora, botellas/operario)	La productividad actual por operario es 20,16 paquetes por día / 241,92 botellas por día,
Principales hallazgos del diagnóstico de Guerchet	Los principales hallazgos del diagnóstico de Guerchet son que el espacio disponible en el galpón es insuficiente en su estado actual, no por una falta real de superficie, sino por el desorden generalizado y la ausencia de una distribución física definida, lo que genera saturación en puntos críticos

Nota. En la tabla se muestra un resumen de la situación actual de la bodega el "PAICHEÑO"

**CAPITULO V**

**PROPUESTA**

## **5.-Propuesta**

### **5.1 Propuesta para reducir las pérdidas en los trasvases**

La propuesta para reducir las pérdidas en los trasvases de singani consiste en la incorporación de una bomba de lóbulos rotativos sanitaria junto con mangueras de interior liso recubiertas en PTFE grado alimenticio, configurando un sistema cerrado de transferencia. La bomba de lóbulos, al operar bajo el principio de desplazamiento positivo, permite extraer prácticamente todo el líquido del tinaco sin dejar volúmenes retenidos y facilita la limpieza sin acumulación de residuos. Las mangueras smooth-bore, por su parte, disminuyen significativamente la adherencia del producto en las paredes internas y permiten recuperar el líquido remanente mediante una purga final, mejorando así la eficiencia del proceso.

Actualmente, según el balance de masa realizado en el diagnóstico, las pérdidas ascienden a 60 litros por cada ciclo de cuatro trasvases, lo que representa un 2,22% del volumen procesado, equivalente a aproximadamente 870 Bs, considerando un valor estimado de 14,5 Bs por litro. Con la implementación del sistema propuesto, las pérdidas estimadas disminuirían a alrededor de 5 litros por ciclo (0,22%), equivalente a 72,5 Bs, lo que implica una reducción del 95% en desperdicio durante el trasvase.

Respecto al valor calculado después de la mejora, es importante aclarar que esta medición fue realizada de manera teórica, ya que la bodega aún no cuenta con las mangueras ni la bomba.

Desde el punto de vista económico, la inversión inicial estimada asciende a 12.000 Bs por la bomba y 800 Bs por 10 metros de manguera certificada, dando un total de 12.800 Bs. Considerando el ahorro estimado de 797,5 Bs por ciclo, la inversión podría recuperarse en aproximadamente 11 ciclos de trasvase, demostrando la viabilidad técnica, operativa y económica de la solución.

En síntesis, esta propuesta no solo reduce significativamente las pérdidas actuales, sino que también optimiza el uso del producto, mejora la eficiencia del proceso, y aumenta la sostenibilidad productiva y económica de la bodega.

**Tabla 5-1****Comparación de las pérdidas en los trasvases**

Escenario	Pérdida aproximada por trasvase (L)
Situación actual	15.0 L
Con solución propuesta	1.0– 2.0 L

Nota. En esta tabla se muestra la comparación de las pérdidas en los trasvases con la situación actual y con la situación propuesta

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

**5.2 Propuesta para mejorar el embotellado****5.2.1 Embotellado automático (Monoblock)**

La propuesta para solucionar las limitaciones actuales en el área de embotellado consiste en la incorporación de una embotelladora automática monoblock, diseñada específicamente para bebidas alcohólicas como el singani. Actualmente, el proceso de envasado se realiza de manera manual: los operarios extraen el producto desde un tinaco de 2.700 litros conectado a una pileta, llenando cada botella de forma individual, a lo que se suma que el etiquetado y el enroscado también se realizan manualmente. Este método no solo es lento, sino que presenta riesgos de errores en el llenado y genera cuellos de botella en la producción, especialmente cuando la bodega enfrenta picos de demanda.

La embotelladora automática monoblock integra en un solo equipo las funciones principales: llenado y tapado con una capacidad de procesamiento promedio de 800-3000 botellas por hora, dependiendo del formato del envase. Entre sus características

más relevantes se encuentran: sistema de llenado por gravedad o presión ligera, que asegura precisión en el volumen envasado; mecanismos de tapado automático compatibles con tapas roscadas estándar. Adicionalmente, su diseño compacto en acero inoxidable facilita la limpieza, cumple con estándares sanitarios y se adapta a espacios reducidos, como el área de embotellado actual de la bodega.

La implementación de este equipo resolvería el problema central de lentitud en el proceso, ya que el envasado manual, incluso con turnos extendidos, no logra satisfacer la demanda en temporadas altas. Con la embotelladora automática, la bodega podría incrementar significativamente su capacidad de producción diaria, reducir la dependencia del trabajo manual intensivo y garantizar uniformidad en la calidad del producto terminado. Asimismo, al disminuir los tiempos de operación y los riesgos de error humano, se optimiza la eficiencia de la línea, se mejora la trazabilidad y se fortalece la competitividad de la bodega frente a otras marcas con procesos más mecanizados.

En términos económicos, la inversión en una embotelladora automática resulta rentable a mediano plazo, ya que permite responder a la creciente demanda sin necesidad de incrementar de manera proporcional la mano de obra ni extender los turnos de trabajo. De esta manera, la propuesta no solo representa una mejora técnica, sino también una estrategia clave para asegurar la sostenibilidad y el crecimiento de la bodega en el mercado.

### **5.2.2 Comparación entre el método manual y la embotelladora automática (monoblock)**

En la situación actual, el envasado manual requiere 7,94 minutos para completar un paquete de 12 botellas de 250ml ( $0,6617 \text{ min} \approx 39,7 \text{ s}$  por botella). Esto equivale a  $\approx 7,56$  paquetes/hora o  $\approx 90,7$  botellas/hora por la operación manual tal como está organizada. La embotelladora automática monoblock propuesta opera de forma continua e integrada (llenado y tapado). Los tiempos resultantes por botella y por paquete de 12 unidades.

**Tabla 5-2**

*Comparación de la capacidad de embotellado del método actual con el método propuesto*

Equipo / Método	Botellas por hora (bph)	Tiempo por botella (segundos)	Tiempo por 12 unidades (paquete)	Paquetes por hora
Manual (actual)	90,7	0,66 min (39,7 s)	7,94 min	7,56
Monoblock	800	0,07 min (4,5 s)	0,90 min	66,67

Nota. En el cuadro se realiza una comparación el embotellado entre el método actual y el método propuesto con 800 botellas por hora.

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

El método manual tarda 7,94 minutos por paquete de 12 unidades. Si bien la embotelladora monoblock seleccionada posee una capacidad nominal de entre 1000 a 3000 botellas/hora, su operación será ajustada progresivamente de acuerdo con la capacidad del personal y la programación de producción. Esta elección permite una adaptación gradual del proceso, evitando la subutilización futura del equipo ante el incremento de la demanda. La máquina cuenta con controles de velocidad y flujo que permiten operar desde el 20% hasta el 100% de su capacidad nominal sin comprometer la eficiencia ni la calidad del llenado.

En términos de botellas/hora, una mesa de trabajo en promedio con 3 trabajadores en la situación actual produce  $\approx 91$  botellas/h, mientras que la máquina produce 1000-3000 botellas/h. Para igualar la salida de una máquina que en un inicio podría comenzar con 800 bph con el método manual se necesitarían aproximadamente 38 operarios

trabajando con la eficiencia actual lo que demuestra el ahorro de mano de obra y espacio de trabajo.

**Impacto productivo por jornada (turno de 8 horas):**

- ❖ Método manual:  $\approx 90,7 \text{ botellas/h} \times 8 \text{ h} \approx 726 \text{ botellas/día}$ .
- ❖ Monoblock 800 bph:  $800 \times 8 = 6400 \text{ botellas/día}$

**5.2.3 Ventajas de usar la embotelladora Monoblock**

- **Aumento masivo de capacidad y respuesta a picos de demanda.**

La embotelladora monoblock multiplica la capacidad productiva sin necesidad de crear turnos adicionales ni contratar un número proporcional de operarios. Esto permite atender pedidos grandes y reducir tiempos de entrega, factor crítico cuando la demanda supera la capacidad manual.

- **Integración de operaciones**

Al automatizar en una las operaciones se eliminan cuellos de botella que actualmente se generan al encadenar tareas manuales independientes. Esto reduce tiempos muertos y errores de coordinación entre estaciones.

- **Mayor consistencia y calidad**

El equipo asegura volúmenes de llenado uniformes, torque controlado en el enroscado disminuyendo rechazos por sobre llenado, tapado inadecuado. La mejora en calidad reduce retrabajos y pérdidas de producto.

- **Reducción de mano de obra directa por unidad producida.**

Con la máquina se requiere personal para operación, supervisión y mantenimiento, pero no una fila de operarios llenando y tapando botella por botella esto baja costos operativos por unidad y libera recursos para tareas de control de calidad y logística.

- **Mejor trazabilidad y control.**

Las embotelladoras monoblock modernas permiten integrar sensores y contadores que registran producción por lote, facilitando registros para calidad, trazabilidad y mejor planificación de inventarios.

- **Rentabilidad a mediano plazo.**

Aunque la inversión inicial es significativa frente al costo actual del trabajo manual, el efecto multiplicador en la producción y la reducción de errores y retrabajos generan un retorno económico claro. Además, la máquina permite escalar la producción sin incurrir en costos laborales proporcionales.

#### **5.2.4 Embotellado Semiautomático**

Se propone instalar una línea semiautomática compuesta por:

- 1) Estación de alimentación/llenado semiautomática (dosificadora volumétrica o por pistón),
- 2) Tapadora semiautomática (torque controlado para tapas roscadas)
- 3) Etiquetadora semiautomática (aplicador de etiquetas con mesa rotativa o abrazadera), junto con conveyors y mesas de apoyo. Esta solución aumenta la velocidad y consistencia respecto al proceso manual, mantiene control de calidad.

#### **Componentes principales y función**

- Dosificador volumétrico/pistón semiautomático: llena con precisión por ciclo; operario coloca botellas en la estación y la máquina dosifica automáticamente el volumen.
- Tapadora semiautomática con control de torque: cierra tapas estándar de rosca de forma rápida y uniforme; protege contra fugas.
- Etiquetadora semiautomática: aplica etiqueta frontal (y contraetiqueta si se requiere); puede ser de aplicación por fricción o por rollo.
- Cinta transportadora modular corta: mueve lotes entre estaciones y actúa como buffer.

- Mesa de inspección y rechazo: estación donde se separan unidades no conformes.
- Estación de empaquetado manual asistido: mesa ergonómica o semiautomática para armado de packs de 12.

### **Capacidad estimada y rendimiento**

- Rango práctico: 300–600 botellas/hora según modelo del dosificador y ritmo de operadores.
- Referencia: con 1 dosificador de pistón bien ajustado + 1 tapadora semiautomática + 1 etiquetadora semiautomática y 3 operadores, una línea puede alcanzar ~500 bph ( $\approx 42$  paquetes de 12 unidades).

### **Por qué conviene frente al método manual**

- **Mayor velocidad y consistencia:** reduce tiempo por botella respecto al llenado manual y homogeneiza volúmenes.
- **Menor variabilidad y menos rechazos** por sobre llenado y tapas mal puestas.
- **Flexibilidad:** fácil adaptación a distintos formatos (250–750 mL) con ajustes mecánicos.
- **Mejor higiene y control:** equipos compatibles con prácticas CIP parciales y mangueras sanitarias.

### **5.2.5 Comparación entre la alternativa de embotellado semiautomático y la embotelladora monoblock.**

En la evaluación de alternativas de mejora del proceso de embotellado, se consideraron dos opciones: la implementación de un sistema semiautomático y la instalación de una embotelladora monoblock totalmente automatizada. Ambas opciones buscan optimizar el proceso actual, reducir tiempos improductivos y mejorar la calidad final del

producto, pero difieren en nivel de automatización, inversión inicial y beneficios a largo plazo.

**Tabla 5-3**

*Tabla comparativa entre el embotellado semiautomático y la embotelladora monoblock*

<b>Criterio</b>	<b>Embotellado Semiautomático</b>	<b>Embotelladora Monoblock</b>
Nivel de automatización	Parcial: algunas operaciones siguen siendo manuales (colocación de botellas, tapado o etiquetado).	Completa: integra llenado, tapado en un solo equipo.
Inversión inicial	Moderada, menor inversión inicial.	Alta, requiere una inversión considerable.
Capacidad de producción	300 a 600 botellas por hora	800 botellas por hora o más
Cantidad de operarios	4 a 5 operarios	2 operarios
Tiempos de embotellado	Aproximadamente 5,5 minutos por ciclo.	3,8 minutos por ciclo
Distancia recorrida por operarios	14 a 16 metros.	10,6 metros.

Mantenimiento	Simple y de bajo costo	Técnico especializado, mayor costo.
Control de calidad	Depende de la atención del operario.	Más uniforme y preciso.
Flexibilidad operativa	Mayor facilidad para ajustes y formatos pequeños.	Ideal para producción continua y lotes grandes.
Vida útil esperada	8 a 10 años.	12 a 15 años.

Nota. En la tabla se muestra una tabla comparativa entre el embotellado semiautomático y la embotelladora monoblock

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

### 5.2.6 Alternativa elegida para la implementación

La alternativa seleccionada para implementar es la embotelladora monoblock, por ser la opción que mejor responde a los requerimientos actuales y futuros del proceso de embotellado, no solo por su capacidad, sino también por criterios técnicos, operativos y económicos. Aunque la alternativa semiautomática representa una inversión inicial más baja y podría resultar útil a corto plazo, se descarta porque implica mayores costos operativos en el tiempo debido a la necesidad de mayor mano de obra, mayor manipulación del producto, tiempos de ciclo más prolongados y una mayor probabilidad de errores humanos, además de no garantizar una estandarización total del proceso. Por otro lado, opciones como sistemas manuales o equipos independientes

(llenadora aislada, cerradora independiente, etc.) también se descartan porque, si bien tienen inversiones iniciales aún menores, generan mayor fragmentación del flujo de trabajo, requieren más operarios, aumentan el espacio utilizado, elevan la posibilidad de contaminación cruzada y no contribuyen a mejorar la eficiencia operativa ni reducir mermas. En contraste, la embotelladora monoblock integra en un solo equipo las operaciones de llenado, taponado y en algunos casos etiquetado, lo que reduce significativamente los tiempos muertos, los costos de operación y la dependencia de personal, al mismo tiempo que mejora la higiene, el control volumétrico del llenado y la trazabilidad del proceso. Asimismo, su facilidad de uso, menor frecuencia de mantenimiento operativo rutinario y capacidad de acompañar el crecimiento futuro de la producción sin requerir nuevas inversiones relevantes, la convierten en la alternativa técnica y económicamente más viable para la bodega en términos de sostenibilidad, rendimiento y profesionalización del proceso.

### **5.3 Propuesta para mejorar el proceso de ensachetado de paquetes de 12 unidades.**

Actualmente, el proceso de ensachetado o empaque termo encogible en la bodega se realiza de manera completamente manual. Los operarios deben colocar las 12 unidades de botellas dentro de la bolsa plástica termo encogible, para luego aplicar calor con un soplete a gas hasta que el plástico se contraiga. Este método no solo es lento y demandante físicamente, sino que también presenta riesgos de seguridad, falta de uniformidad en el empaque y altos tiempos de ciclo por paquete.

Para solucionar estas limitaciones, se propone la incorporación de una selladora y túnel termo encogible semiautomático, diseñado para empaques de botellas y productos líquidos. Este sistema combina dos equipos principales:

- **Selladora en “L” semiautomática:** Permite introducir manualmente el paquete de 12 botellas dentro del film termo encogible, sellando los bordes mediante una resistencia eléctrica.

- **Túnel de calor termo encogible:** El paquete sellado pasa automáticamente a través de un túnel con circulación de aire caliente, que encoge el plástico de manera uniforme y controlada, eliminando el uso de sopletes manuales y mejorando la presentación final.

Entre las principales ventajas de esta propuesta se destacan:

- **Reducción de tiempo por paquete:** El tiempo promedio de ensachado disminuiría de 6,17 minutos manuales a 3,5 minutos con el sistema semiautomático.
- **Mayor uniformidad y presentación del producto:** El termoencogido se realiza de forma homogénea, garantizando un empaque más firme y estético.
- **Seguridad y ergonomía:** Se elimina el riesgo asociado al uso de sopletes a gas y la exposición directa al calor, mejorando las condiciones laborales.
- **Facilidad de operación:** El equipo requiere solo un operario y un breve entrenamiento para su uso adecuado.

El costo aproximado de este sistema en el mercado internacional es de 2.500 a 3.000 USD, incluyendo tanto la selladora como el túnel termo encogible. Esta inversión es moderada y recuperable en el corto plazo, gracias al incremento en la velocidad de empaque, la reducción de rechazos por defectos de sellado y la mejora en la presentación del producto final.

En conclusión, la implementación del sistema de ensachado semiautomático permitirá optimizar los tiempos de producción, mejorar la seguridad operativa y elevar la calidad del empaque, fortaleciendo la eficiencia y competitividad del proceso de embotellado en la bodega.

### **Capacidad estimada**

- **Selladora en “L” semiautomática**

- Capacidad práctica: 700 paquetes/h (dependiendo del operario y modelo).
- **Túnel termo encogible**
  - Capacidad práctica de paso: 700 paquetes/h según longitud del túnel, potencia y configuración (velocidad de cinta).

**Tabla 5-4**

*Tabla comparativa Selladora “L” semiautomática vs Túnel termo encogible*

<b>Criterio</b>	<b>Selladora en “L” semiautomática</b>	<b>Túnel termo encogible</b>
Función principal	Sellado y corte del film (prepara el paquete)	Encogido uniforme del film alrededor del paquete
Capacidad típica	700 paquetes/h	700 paquetes/h
Operación	Requiere carga manual (colocar paquete y accionar)	Entrada automática por cinta; menos intervención
Personal requerido	1 operario por máquina (alimentación y control)	1 operario supervisa
Espacio (huella)	Compacto ( $\approx$ 1–2 m <sup>2</sup> )	Requiere más espacio (desde 4–8 m <sup>2</sup> según longitud)

Mantenimiento	Básico (cambios de resistencias, limpieza)	Medio (ventilador, control de temperatura, cinta)
Impacto en seguridad laboral	Complementaria a la máquina de llenado si el operario es eficiente	Sustituye completamente uso de soplete; mejora seguridad notablemente

Nota. En esta tabla se muestran la Tabla comparativa Selladora “L” semiautomática vs Túnel termo encogible

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

### **Recomendación**

Se recomienda implementar de manera conjunta la selladora en “L” semiautomática y el túnel termo encogible, ya que esta combinación representa una solución moderna, segura y eficiente frente al método actual que utiliza soplete con garrafa de gas, el cual implica riesgos significativos de incendio, quemaduras, fugas y exposición a gases tóxicos, además de generar una terminación irregular y poco profesional en el empaque.

La selección final de la ensachadora en L semiautomática junto con el túnel de calor no se basó únicamente en la capacidad productiva, sino en un conjunto de criterios técnicos, operativos y económicos que permiten garantizar sostenibilidad y eficiencia en el proceso de empaque. Entre los factores considerados estuvieron la seguridad operativa ya que esta alternativa reduce el contacto manual con el producto y la

manipulación del material de empaque, la calidad del acabado final, dado que el uso combinado del sellado en L y el termocontraído asegura empaques uniformes, resistentes y con mejor presentación comercial, y los costos asociados tanto al consumo energético como a los consumibles, que en esta opción resultan menores frente a alternativas totalmente manuales o a máquinas industriales de mayor capacidad. Además, se evaluaron la facilidad de operación y mantenimiento, la accesibilidad de repuestos, la curva de aprendizaje del operario, la compatibilidad con los materiales de empaque disponibles en el mercado local y la relación costo-beneficio. De esta manera, la elección de esta alternativa no solo responde a mejorar la productividad, sino también a optimizar la calidad del producto final, reducir errores, asegurar un manejo más seguro y mantener la flexibilidad operativa sin incurrir en inversiones sobredimensionadas o en equipos cuya capacidad exceda las necesidades reales de la bodega.

### **5.3.1 Reorganización dentro de los espacios existentes mediante un análisis cualitativo (ponderación por puntos)**

La bodega enfrenta actualmente un problema de aprovechamiento ineficiente del espacio en el área de embotellado. En la situación actual, las botellas plásticas producidas por la sopladora son almacenadas en bolsas y colocadas de manera desordenada en diferentes zonas del galpón, ocupando áreas de tránsito y generando obstrucciones que dificultan el desplazamiento del personal y el flujo de materiales. De igual manera, la acumulación de cajas vacías, pallets y otros elementos no indispensables dentro del área de trabajo contribuye al desorden general y reduce significativamente el espacio operativo disponible.

La aplicación de una redistribución interna permitiría resolver gran parte de estos inconvenientes sin necesidad de recurrir a un cambio de instalaciones, lo que resultaría mucho más económico y eficiente. Mediante un análisis cualitativo basado en ponderación por puntos, se puede evaluar cada área del galpón según criterios como: facilidad de acceso, cercanía a los puntos de operación, seguridad, orden y aprovechamiento del espacio. Esta metodología permite determinar de forma objetiva

qué zonas deben ser reorganizadas, reubicadas o liberadas para optimizar el flujo de trabajo.

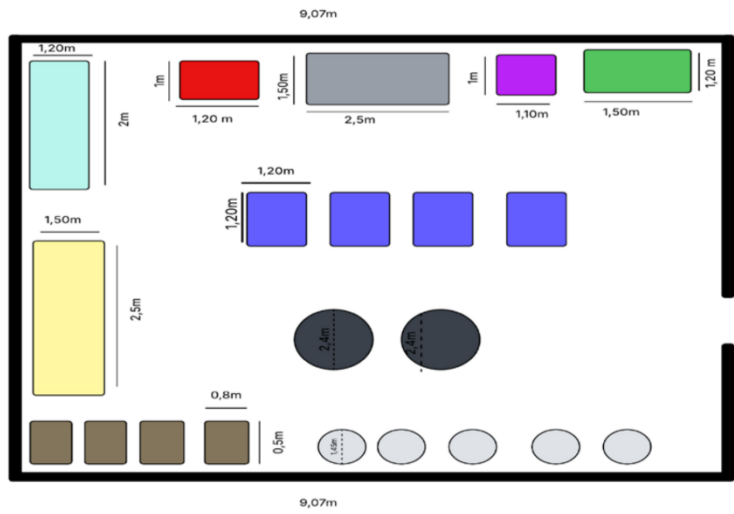
Con la incorporación de la embotelladora automática, se reducirá el número de operarios que deben permanecer dentro del galpón, generando automáticamente una mejora en la circulación interna y liberando espacio útil. Asimismo, la eliminación de los cinco grupos de embotellado manual, que actualmente operan de forma dispersa y sin un orden definido, permitirá unificar las operaciones en una sola línea más compacta y eficiente.

La propuesta de reorganización incluye la asignación de un área específica para el almacenamiento de botellas producidas, que podrá contar con estanterías o estructuras modulares en un rincón del galpón, facilitando el orden y el control visual del inventario. Del mismo modo, se propone retirar del área de embotellado todos aquellos elementos que no sean indispensables para la operación diaria, trasladándolos a un espacio auxiliar de almacenamiento.











En conjunto, esta redistribución permitirá mejorar la seguridad y el orden del área de trabajo, optimizar los tiempos de desplazamiento, reducir los riesgos de accidentes y aumentar la eficiencia operativa general. Además, evitará que los problemas actuales se trasladen a instalaciones nuevas en caso de una futura ampliación, asegurando una organización sostenible y eficiente a largo plazo.

### **Figura 5-1**

*Lay out propuesto*



PLANO DE LAYOUT - GALPÓN DE EMBOTELLADO	
Nombre del Proyecto	Galpón de Embotellado - Bodega El Paicheño
Ubicación	Tarija - Bolivia
Fecha	27/06/2025
Dibujado por	Manuel Angel Flores Escalante

<b>REFERENCIAS DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS</b>	
 Tinaco madre de 10.000 litros	 Selladora
 Tinaco intermedio de 2700 litros	 Área de almacenamiento de producto terminado
 Sopladora de botellas de plástico	 Etiquetadora automática
 Purificadora de agua	 Embotelladora monoblock
 Túnel de calor	 Repisas de varios niveles para almacenar las botellas de plástico produce la sopladora de botellas de plástico

**Cuadro 5-5**

*Evaluación cualitativa por ponderación de las áreas del galpón de embotellado*

**Se califica del 1 al 5:**

✚ 1= Muy deficiente

✚ 2=Deficiente

✚ 3=Regular

✚ 4=Buena

✚ 5=Excelente

Criterio de evaluación	Peso (%)	Situación actual (1-5)	Situación propuesta (1-5)	Puntaje ponderado actual	Puntaje ponderado propuesto
Orden y limpieza	25%	2	5	0.50	1.25
Accesibilidad y circulación	25%	2	4	0.50	1.00
Aprovechamiento del espacio	20%	2	5	0.40	1.00
Seguridad laboral	15%	3	4	0.45	0.60
Flujo de materiales	15%	2	5	0.30	0.60
Total, ponderado	100%	-	-	2.15/5.00	4.60 / 5.00

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia


Los resultados del análisis cualitativo evidencian una mejora significativa tras la reorganización propuesta, pasando de una calificación ponderada de 2.15 a 4.60 sobre 5. Esto demuestra que la redistribución de los espacios internos, junto con la implementación de estanterías modulares y la reducción del número de operarios en el

área de embotellado, incrementa notablemente el orden, la accesibilidad y la eficiencia del uso del espacio, fortaleciendo el desempeño operativo de la planta.

### **5.3.2 Cursogramas analíticos y Estudios Técnicos**

A continuación, se presentan los cursogramas analíticos y estudios técnicos correspondientes a los procesos clave del área de embotellado y trasvase de singani en la Bodega El Paicheño. Estos cursogramas y estudios técnicos permiten identificar de manera detallada cada una de las actividades, sus tiempos, distancias recorridas y observaciones relevantes, con el fin de analizar la eficiencia operativa y proponer mejoras en la organización, secuencia y aprovechamiento de los recursos dentro del proceso productivo

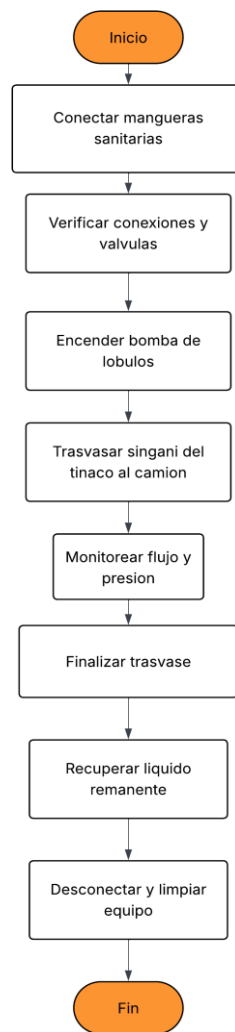
### **5.3.3 Estudio Técnico-Trasvase al tinaco en el camión**





















		CURSOGRAMA ANALITICO PROCESO DE TRASVASE DE SINGANI DEL EQUIPO DE DESTILACION AL TINACO DE TRANSPORTE							
CURSOGRAMA N°1		Resumen							
DESCRIPCION		Actividad			Actual				
<b>Objeto:</b> Analizar las actividades y tiempos de ejecución del operario en el proceso de trasvase de singani, desde el área de destilación hasta la carga en tinacos de transporte, con destino al galpón de embotellado en presentación granadita.		Operación			8				
		Inspección			2				
<b>Proceso:</b> Proceso de traslado del singani base		Trasporte			0				
<b>Lugar:</b> Bodega EL PAICHENO		Espera			0				
<b>Cantidad:</b> 2700 litros (10.800 bot de 250 ml)		<b>Presentación:</b> 250 ml		Almacenamiento			0		
<b>Método:</b> Actual		<b>Distancia total:</b> 41,14 metros			<b>Tiempo total:</b> 30,43 minutos				
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				●	■	→	▢	▼	
1	Verificar limpieza del área y del tinaco receptor	6,80	3	●					Asegura higiene del proceso y evita contaminación.
2	Colocar mangueras grado alimenticio entre salida del	-----	2	●					Las conexiones deben ser herméticas para evitar pérdidas.
3	Conectar la bomba de lóbulos a la línea de salida del destilador	-----	1,5	●					Se recomienda bomba de 1 HP con caudal ajustable.
4	Verificar presión y caudal antes de iniciar el trasvase	1,80	1	●					Evita sobrepresión y turbulencias que afecten el producto.
5	Iniciar el trasvase hacia el tinaco de transporte	5	8	●					El flujo constante reduce pérdidas y exposición del singani.
6	Supervisar el nivel de llenado en el tinaco receptor	-----	1,5	●					Control visual para evitar sobrellenado.
7	Detener la bomba al alcanzar el nivel deseado	0,5	0,5	●					Evita derrames y sobrepresión.
8	Desconectar y purgar mangueras y bomba.	2,64	3	●					Mantiene la línea libre de residuos de alcohol.
9	Cerrar herméticamente el tinaco y registrar el volumen trasvasado	6,80	1	●					Control documental del lote.
10	Guardar bomba y mangueras en su lugar.	9	5	●					Mantener en sitio limpio y protegido del suelo.
<b>TOTAL</b>		<b>41,14 metros</b>	<b>26,5 minutos</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Con la implementación de la bomba de lóbulos y las mangueras sanitarias, el tiempo total del proceso de trasvase se redujo de 30,43 minutos a 26,5 minutos, mejorando la eficiencia operativa y disminuyendo las pérdidas por derrames. Esta optimización permite un flujo de trabajo más continuo y seguro en la transferencia del singani desde el equipo de destilación hacia el tinaco de transporte.

### Figura 5-2

*Diagrama de flujo-Proceso de trasvase al tinaco en el camión*

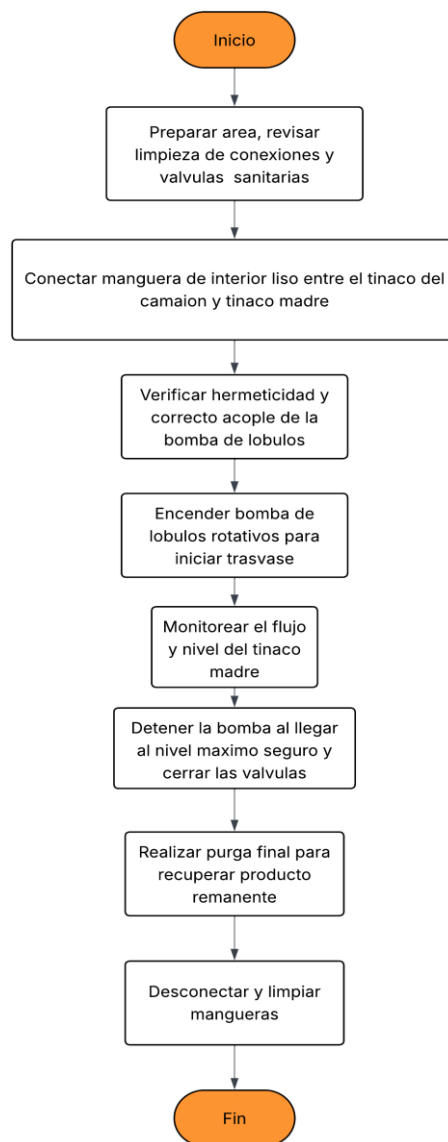


























		CURSOGRAMA ANALITICO DE TRASVASE DEL TINACO DE TRANSPORTE AL TINACO MADRE							
CURSOGRAMA N°2		Resumen							
DESCRIPCION		Actividad			Actual				
Objeto: Analizar las actividades y tiempos del operario en el traslado de singani base, desde el área de destilación hasta el galpón de embotellado en presentación "granadita".		Operación		8					
Proceso: Proceso de abastecimiento de singani base al área de embotellado		Inspección		1					
Lugar: Bodega EL PAICHEÑO		Trasporte		0					
Cantidad: 2700 litros (10.800 bot de 250 ml)		Espera		0					
Presentación: 250 ml		Almacenamiento		0					
Método: Propuesto		Distancia total: 41,14 metros			Tiempo total: 30,43 minutos				
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
									
1	Transportar tinaco en camión hasta el galpón de preparación.	480	4,20						Verificar que el tinaco esté bien asegurado durante el traslado.
2	Estacionar camión en el área de recepción.	4	2,5						Alinear correctamente para facilitar conexión de mangueras.
3	Conectar las mangueras sanitarias entre el tinaco del camión y el tinaco madre	7	1						Se asegura conexión hermética con abrazaderas sanitarias.
4	Verificar hermeticidad y abrir válvulas de paso	2	0,5						Evita fugas o entrada de aire al sistema.
5	Realizar el trasvase de singani	5	8						Controla el caudal inicial del trasvase.
6	Monitorear presión y caudal durante el proceso	-----	1						
7	Finalizar trasvase y cerrar válvulas	0,5	0,5						Verificación continua para evitar sobrepresión o cavitación.
8	Desconectar y limpiar bomba y mangueras	7	8						La bomba permite extracción casi total del producto.
9	Retirar camión con tinaco vacío	4	1						Se enjuaga con agua y se deja secar al air
<b>TOTAL</b>		<b>509,5 metros</b>	<b>26,5 minutos</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

La incorporación de la bomba de lóbulos rotativos y mangueras sanitarias permitió optimizar el proceso de trasvase del tinaco de transporte al tinaco madre, reduciendo el tiempo total de 32,2 minutos a 26,5 minutos. Esta mejora representa una disminución del 18% en el tiempo operativo, además de minimizar pérdidas de producto y facilitar la limpieza, incrementando la eficiencia y la seguridad del proceso

**Figura 5-3**

*Diagrama de flujo-Proceso de trasvase al tinaco madre*

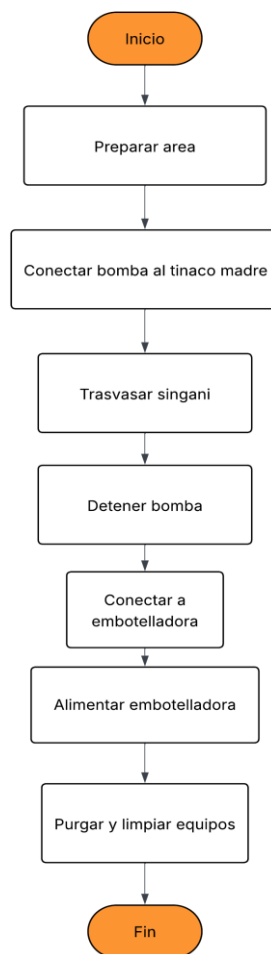


		CURSOGRAMA ANALITICO DE PREPARACION FINAL DEL SINGANI Y TRASVASE A LOS TINACOS DE EMBOTELLADO								
CURSOGRAMA N°3		Resumen								
DESCRIPCION		Actividad		Actual						
Objeto: Analizar las actividades y tiempos del operario en la preparación final y trasvase de singani en el área de embotellado en presentación granadita.		Operación		10						
		Inspección		3						
Proceso: Proceso de traslado del singani base		Trasporte		0						
Lugar: Bodega EL PAICHEÑO		Espera		0						
Cantidad: 2700 litros (10.800 bot de 250 ml)	Presentación: 250 ml	Almacenamiento		0						
Método: Propuesto		Distancia total: 41,14 metros		Tiempo total: 30,43 minutos						
N°	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES	
										
1	Verificar nivel y estado del tinaco madre (2.700 L).	-----	1							Revisar que no haya fugas en las uniones.
2	Añadir insumos y realizar preparación final (ajuste de graduación, mezcla o correcciones).	-----	15							Asegurar firmeza para evitar derrames.
3	Homogeneizar producto en el tinaco madre.	-----	180							Realizar con cuidado para no desperdiciar producto.
4	Conectar manguera de la bomba de lóbulos entre tinaco madre y tinaco intermedio (2.700 L).	1,80	2							Confirmar funcionamiento antes de trasvase continuo.
5	Cebiar bomba con singani en la manguera de succión	3	5							Abrir de manera gradual para estabilizar el flujo.
6	Encender bomba e iniciar trasvase hacia el tinaco intermedio.	1,5	1							Mantener vigilancia constante para prevenir rebalses.
7	Supervisar llenado del tinaco intermedio y evitar rebalse.	-----	5							Riesgo ergonómico; hacerlo entre dos operarios.
8	Realizar ajustes finales en el tinaco intermedio (grado, color, aroma).	1	20							Verificar que no queden residuos en el tinaco.
9	Preparar línea de filtrado (colocar filtros, revisar sellos y conexiones)	2,5	6							Evitar ingreso de aire o contaminante
10	Bombear singani desde el tinaco intermedio hacia sistema de filtrado.	1,80	60							Mantener en sitio limpio y protegido del suelo.
11	Trasvasar singani filtrado a tinacos de embotellado	-----	30							Se transfiere directamente sin contaminación cruzada.
12	Supervisar llenado de tinacos de embotellado y cerrar flujo.	-----	-----							Cierre manual una vez alcanzado el volumen deseado.
13	Desconectar, limpiar y guardar mangueras.	6	5							Guardar colgadas y protegidas del suelo.
<b>TOTAL</b>		<b>17,6 metros</b>	<b>330 minutos</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		


Con la incorporación de la bomba de lóbulos rotativos y mangueras sanitarias, el proceso de preparación y trasvase del singani se vuelve más eficiente y limpio, reduciendo pérdidas por goteo y tiempos muertos. Además, mejora la homogeneidad del producto y la seguridad sanitaria del proceso.

**Figura 5-4**

*Diagrama de flujo-Proceso de trasvase a los tinacos intermedios y a la embotelladora monoblock*



Nota. En la figura se muestra el Diagrama de flujo-Proceso de trasvase a los tinacos intermedios y a la embotelladora monoblock

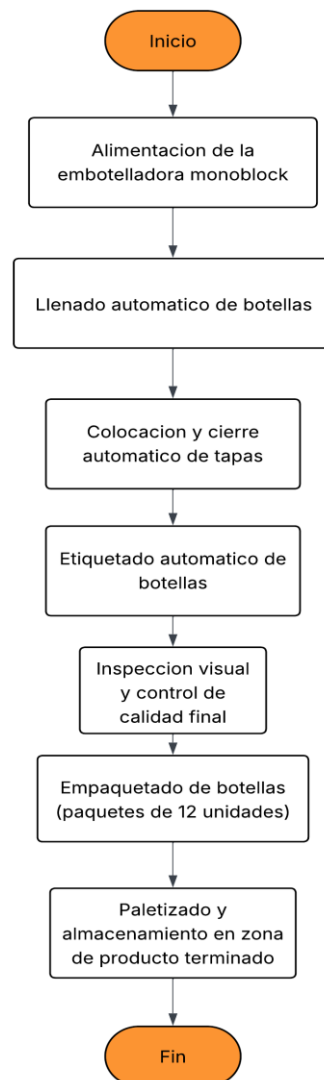
		CURSOGRAMA ANALITICO DE PREPARACION FINAL DEL SINGANI Y TRASVASE A LOS TINACOS DE EMBOTELLADO							
DESCRIPCION		Resumen							
		Actividad	Actual						
Objeto: Analizar la secuencia de actividades y desplazamientos del operador en el proceso de embotellado de singani en presentación granadita con el uso de la etiquetadora automática, embotelladora monoblock, la selladora en "L" Semiautomática y el Túnel de calor		Operación	●	11					
Proceso: Proceso de embotellado de singani en presentación granadita.		Inspección	■	2					
Lugar: Bodega EL PAICHEÑO		Trasporte	→	1					
Cantidad: 2700 litros (10.800 bot de 250 ml)		Espera	■	4					
Presentación: 250 ml		Almacenamiento	▼	0					
Método: Propuesto		Distancia total: 41,14 metros			Tiempo total: 30,43 minutos				
Nº	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				●	■	→	■	▼	
1	Colocación de las botellas en la banda de alimentación de la etiquetadora.	-----	0,5	●					El operario repone botellas para mantener el flujo continuo del proceso.
2	Traslado de las botellas etiquetadas	1,5	0,4		●				Operación manual.
3	Reposición de botellas vacías en alimentador	-----	0,6	●					El operario repone botellas para mantener el flujo continuo del proceso
4	Alimentación automática	-----	0,04					●	El sistema posiciona las botellas sin intervención manual, reduciendo tiempos y errores.
5	Llenado	-----	0,6					●	Se controla el volumen con precisión, evitando derrames o formación de
								●	espuma.
6	Colocación y cierre de tapa	-----	0,1					●	El sistema asegura un cierre uniforme; se verifica torque y sellado.
7	Inspección visual	-----	0,2					●	Se revisa la calidad final y se retiran botellas defectuosas.
8	Colocar las 12 botellas sobre la mesa de ensachetado	2,64	0,8	●					Evitar sobrecarga de bandejas que dificulte el traslado.
9	Deslizar el conjunto hacia la zona de sellado en "L"	0,5	0,3	●					Manipular con cuidado para prevenir caídas o quiebres.
10	Posicionar film termo encogible y ajustar selladora en "L"	-----	0,9	●					Mantener distancia adecuada para evitar quemaduras o deformaciones.
11	Accionar selladora y cortar el film	1,80	0,166	●					Prevenir daños en el empaque y riesgo de quemaduras
12	Transferir paquete sellado hacia el túnel termo encogible	-----	0,227	●					Prevenir daños en el empaque y riesgo de quemaduras
13	Paso del paquete por el túnel de calor	-----	0,3					●	Asegurar que la temperatura y velocidad del túnel permitan una contracción uniforme del plástico sin deformaciones.
14	Retirar el paquete del túnel y colocarlo en la mesa de enfriado	0,8	0,4	●					Comprobar que el film quede bien adherido y sin arrugas para garantizar una presentación de calidad.
15	Verificar sellado y contracción uniforme del plástico	-----	0,3					●	Comprobar que el film quede bien adherido y sin arrugas para
								●	garantizar una presentación de calidad.
16	Transportar paquetes al área de paletizado.	4,5	0,25	●					Asegurar que los paquetes estén bien sellados antes del traslado.
17	Apilar paquetes sobre pallets de manera ordenada y segura.	-----	0,20	●					Mantener estabilidad del pallet y evitar sobre altura.
18	Trasladar pallets al área de almacenamiento temporal de producto terminado.	-----	-----	●					Registrar ubicación y lote para trazabilidad.
<b>TOTAL</b>		<b>12,17 metros</b>	<b>5,9 minutos</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	

La incorporación de la embotelladora monoblock, la selladora en “L” semiautomática y el túnel de calor termo encogible representa un avance significativo en la modernización del proceso de embotellado y ensachado del *Singani Granadita*. Con la automatización parcial de las etapas críticas, el tiempo total requerido para obtener un paquete de 12 unidades se redujo de 7,94 a 5,9 minutos, mientras que la distancia recorrida por el operario disminuyó de 17,79 a 12,17 metros, reflejando una mejora notable en la eficiencia operativa.

Asimismo, la sustitución del soplete manual a gas por un sistema de sellado y termo encogido automatizado eliminó los riesgos asociados al calor directo y al manejo de garrafas en espacios reducidos. Esto no solo aumenta la seguridad laboral, sino que también mejora las condiciones ergonómicas y la productividad del personal, garantizando un flujo de trabajo más constante, ordenado y controlado. En conjunto, estas mejoras consolidan un proceso más eficiente, seguro y profesional, alineado con las exigencias de una operación industrial moderna.

**Figura 5-5**

*Diagrama de flujo-Proceso de embotellado con embotelladora monoblock*



Nota. En la figura se muestra el Diagrama de flujo-Proceso de embotellado con embotelladora monoblock

### **5.3.4 Interpretación de los cursogramas analíticos**

Los nuevos tiempos registrados en los cursogramas analíticos del capítulo de propuesta fueron obtenidos en base a la información técnica proporcionada por los fabricantes de los equipos seleccionados, complementada con estimaciones realizadas considerando las condiciones reales de operación de la bodega. Estos valores representan un escenario operativo esperado una vez implementados los equipos y sirven como referencia inicial para proyectar mejoras en capacidad, productividad y eficiencia del proceso. Si bien aún no han sido validados en planta debido a que la maquinaria no ha sido adquirida, los tiempos estimados son coherentes con el rendimiento estándar de este tipo de tecnología y permitirán comparar posteriormente los resultados reales frente a los proyectados.

- **Interpretación del Estudio Técnico-Trasvase al tinaco en el camión**

La implementación de la bomba de lóbulos junto con mangueras sanitarias no solo redujo el tiempo total del trasvase de 30,43 minutos a 26,5 minutos, sino que también generó mejoras técnicas relevantes dentro del proceso. En primer lugar, se evidencia una reducción significativa de movimientos improductivos, ya que los operarios dejan de realizar acciones repetitivas como levantar mangueras pesadas, ajustar conexiones manualmente o manipular recipientes auxiliares para recuperar producto derramado. Además, la utilización de estos equipos disminuye el esfuerzo físico requerido, al eliminar actividades que antes dependían de fuerza manual, como sifoneos, inclinación de contenedores o empuje constante para mantener el flujo del producto. Finalmente, el proceso se vuelve más ordenado y predecible, favoreciendo una mayor coordinación entre operarios, ya que el flujo del singani queda automatizado y estable, permitiendo que cada trabajador enfoque sus tareas con menor variabilidad y menos interrupciones. En conjunto, estas mejoras fortalecen la ergonomía, la eficiencia y la estandarización del proceso de trasvase.

- **Interpretación Estudio Técnico-Trasvase al tinaco en el camión**

La incorporación de la bomba de lóbulos rotativos junto con mangueras sanitarias optimizó el proceso de trasvase del tinaco de transporte al tinaco madre, reduciendo el tiempo total de 32,2 minutos a 26,5 minutos, lo que representa una disminución del 18% en el tiempo operativo. Este resultado refleja una reducción significativa de movimientos innecesarios, ya que los operarios dejan de manipular conexiones manuales, recipientes auxiliares y métodos improvisados para asegurar el flujo del producto. Asimismo, se observa una disminución en el esfuerzo físico, dado que el flujo ahora es continuo y controlado por el equipo, eliminando acciones repetitivas que antes requerían fuerza o postura incómoda. Finalmente, el proceso se vuelve más estandarizado y lineal, lo que mejora la coordinación entre operarios y reduce la variabilidad operacional; esto, junto con la facilidad de limpieza y la disminución de pérdidas, contribuye a un proceso más eficiente, seguro y alineado con buenas prácticas de producción.

- **Estudio técnico del trasvase a los tinacos intermedios y a la embotelladora monoblock**

Con la incorporación de la bomba de lóbulos rotativos y las mangueras sanitarias en el proceso de trasvase desde el tinaco madre hacia los tinacos intermedios y finalmente a la embotelladora monoblock, el flujo de trabajo se vuelve más eficiente y continuo. La automatización parcial del movimiento del producto elimina tareas innecesarias como manipular recipientes auxiliares o repetir ajustes manuales, lo que se traduce en una reducción clara de movimientos improductivos. Al mismo tiempo, la operación requiere menor intervención física, disminuyendo el esfuerzo asociado al levantamiento, inclinación o control manual del flujo, mejorando así la ergonomía del proceso. Además, al estandarizar el flujo y consolidar un punto único de control, se facilita la coordinación entre operarios, lo que reduce variaciones y retrabajos. Como resultado, el trasvase se vuelve más rápido, higiénico y estable, minimizando pérdidas

por goteo y tiempos muertos, mejorando la homogeneidad del producto y reforzando las condiciones sanitarias requeridas para el embotellado industrial.

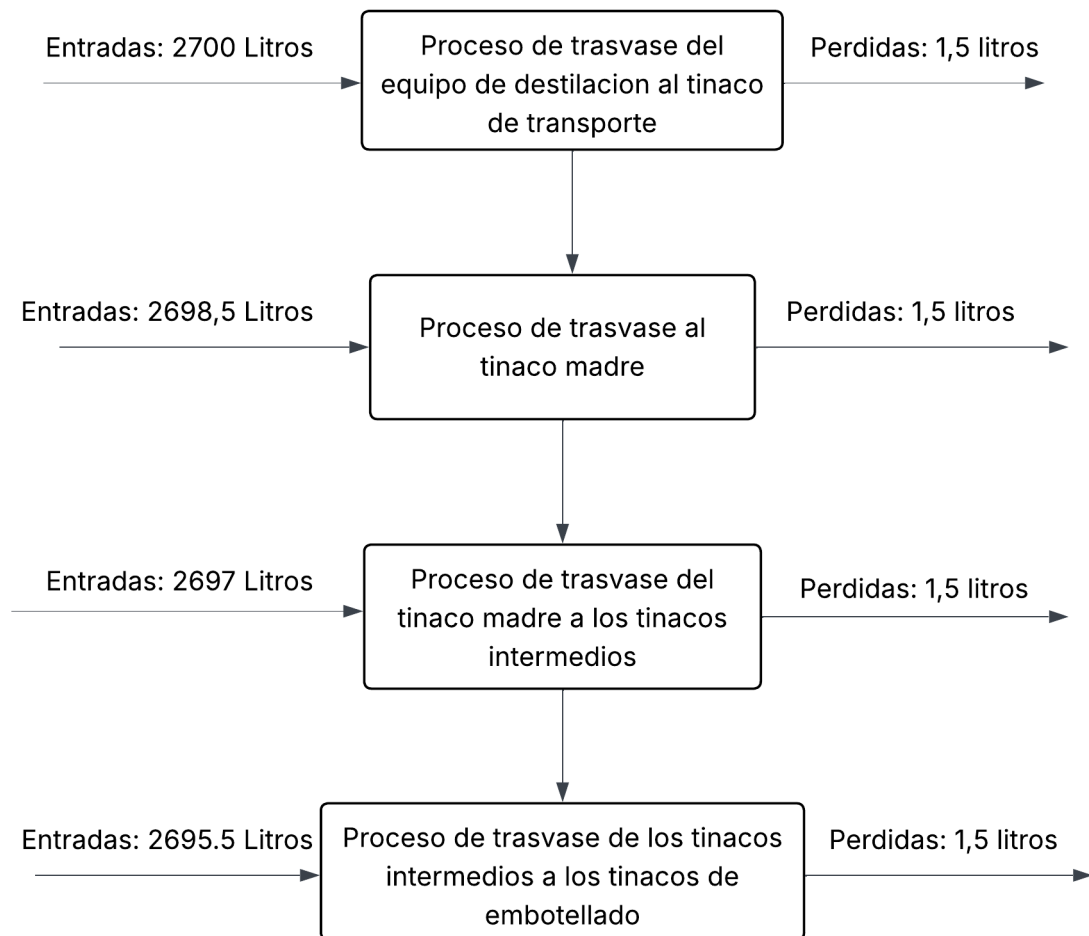
- **Interpretación Estudio Técnico-Trasvase Fraccionamiento**

La incorporación de la embotelladora monoblock, la selladora en “L” semiautomática y el túnel de calor termoencogible constituye un avance significativo en la modernización del proceso de embotellado y ensachado del Singani Granadita. Con esta automatización parcial, el tiempo total requerido para producir un paquete de 12 unidades se reduce de **7,94 a 5,9 minutos**, mientras que la distancia recorrida por el operario disminuye de **17,79 a 12,17 metros**, evidenciando una **reducción directa de movimientos improductivos** y una mayor eficiencia operativa. Paralelamente, el reemplazo del soplete manual por sistemas automáticos de sellado y termoencogido elimina la necesidad de manipular herramientas pesadas y fuentes de calor directo, reduciendo significativamente el **esfuerzo físico y riesgo operacional** asociado al proceso.

Además, las nuevas máquinas establecen un flujo de trabajo estandarizado y continuo, mejorando la **coordinación entre operarios** al eliminar variaciones propias del embotellado manual y permitiendo un ritmo constante y controlado de producción. Como resultado, el proceso se vuelve más seguro, ergonómico y profesional, fortaleciendo la trazabilidad y asegurando un acabado uniforme en el empaque final. En conjunto, estas mejoras no solo incrementan la productividad, sino que alinean el proceso con las exigencias industriales modernas, garantizando escalabilidad y sostenibilidad frente al crecimiento de la demanda.

### 5.3.5 Mejora de tiempos y pérdidas en el trasvase

**Figura 5-6 Balance de masa**



Nota. En la figura se muestra el balance de masa

Fuente: Bodega el Paicheño

Elaboración: Propia

La incorporación de la bomba de lóbulos rotativos sanitaria junto con las mangueras de interior liso en PTFE de grado alimenticio representa una mejora significativa en el proceso de trasvase de singani. Con el sistema actual, cada operación puede implicar pérdidas de hasta 15 litros por trasvase, debido a la retención del líquido en las tuberías, derrames y residuos en los tinacos.

Con la solución propuesta, las pérdidas se reducen a entre 1 y 2 litros por trasvase, ya que la bomba permite una extracción casi total del producto y las mangueras minimizan la adhesión interna del singani. Además, el proceso se vuelve más rápido y uniforme, al eliminar la necesidad de manipulación manual y depender de un sistema cerrado y presurizado.

En conjunto, esta mejora reduce en más del 90% las pérdidas por trasvase, optimiza el uso del producto y disminuye el tiempo total de operación, garantizando un flujo continuo y eficiente entre los tinacos de transporte y los de almacenamiento.

## **5.4 Indicadores KPIS**

### **Tabla 5-6**

*Indicadores KPIS*

KPI	Objetivo	Formula	Unidad
Eficiencia en el uso de capacidad de producción	Evaluar si la bodega está utilizando de manera óptima su capacidad instalada.	$\% \text{ de utilización de capacidad instalada} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Capacidad instalada diaria}} \times 100$ $\% \text{ de utilización de capacidad instalada} = \frac{1600 \text{ litros}}{4000} \times 100$	40 %
Reducción de Pérdidas por Transferencia	Controlar las pérdidas durante las transferencias de singani entre tinacos y durante el proceso de embotellado	$\text{Volumen de pérdidas durante las transferencias} = \frac{\text{Volumen perdido durante trasvase}}{\text{Volumen total procesado}} \times 100$ $\text{Volumen de pérdidas durante las transferencias} = \frac{6}{2700} \times 100$	0,22%
Tiempo de Ciclo de cada paquete de 12 unidades	Medir la eficiencia del proceso de embotellado.	$\text{Tiempo total de embotellado por botella} = \frac{\text{Tiempo total de embotellado}}{\text{Número de botellas embotelladas}}$ $\text{Tiempo total de embotellado por botella} = \frac{60 \text{ minutos}}{5,4 \text{ minutos}} \times 12$	11 paquetes/hora
Productividad por Operario	Aumentar la productividad de los operarios en el área de embotellado y otros procesos críticos.	$\text{Producción por operario por día} = \frac{\text{Total de botellas embotelladas}}{\text{Número de operarios} \times \text{Horas trabajadas}}$ $\text{Producción por operario por día} = \frac{1066,56}{3 \times 8}$	356 botellas operario por día

Nota. En la figura se muestran los indicadores KPIS

- **Interpretación Eficiencia en el uso de capacidad de producción**

La comparación entre los indicadores obtenidos en el diagnóstico del Capítulo IV y los resultados alcanzados tras la implementación del rediseño evidencian una mejora sustancial en el desempeño operativo de la línea de embotellado. En la etapa inicial del análisis, se determinó que cada grupo de trabajo embotellaba en promedio 45 litros por día, utilizando únicamente el 1,66 % de la capacidad instalada disponible (2700 L por grupo). Este valor reflejaba un uso extremadamente limitado de los recursos, asociado a tiempos improductivos, actividades manuales repetitivas y falta de estandarización del proceso. Luego de la propuesta, dicho indicador aumentó hasta un 40 % de utilización, lo que representa una mejora aproximada del 2210 % respecto al valor inicial. Este incremento demuestra que la incorporación de equipos automatizados, la reorganización del flujo de trabajo y la reducción de desplazamientos y tareas manuales no solo incrementan la productividad, sino que también optimizan significativamente la capacidad operativa disponible, alineando el proceso con los requerimientos actuales y futuros de la demanda del Singani Granadita.

- **Interpretación Reducción de Pérdidas por Transferencia**

En relación con el indicador de pérdidas por transferencia, la comparación entre el diagnóstico inicial y los resultados tras la implementación de las mejoras evidencia una optimización significativa del proceso. Durante la fase de diagnóstico se identificaron pérdidas promedio de **60 litros por día**, equivalentes al **2,22 % del volumen procesado** (2700 L), valor que reflejaba ineficiencias operativas asociadas al uso de conexiones improvisadas, recipientes abiertos y métodos manuales de trasvase. Luego de incorporar la bomba de lóbulos rotativos y mangueras sanitarias grado alimenticio, las pérdidas se redujeron hasta un **0,22 %**, lo que representa una mejora aproximada del **90 %** respecto al indicador original. Esta disminución no solo implica una recuperación económica del producto que antes se desperdiciaba, sino que también fortalece el control sanitario, reduce riesgos de contaminación cruzada y contribuye a un proceso más estable, seguro y eficiente en términos productivos.

- **Interpretación Tiempo de ciclo por paquete de 12 unidades**

Respecto al indicador de tiempo de ciclo por paquete de 12 unidades, la comparación entre el diagnóstico inicial y el escenario posterior al rediseño de la línea evidencia una mejora sustancial en la eficiencia operativa del proceso de embotellado. En la etapa diagnóstica, el tiempo requerido para completar un paquete de 12 botellas era de 7,94 minutos, lo que equivalía a una productividad de 7,55 paquetes por hora, reflejando limitaciones en la coordinación entre operarios, tiempos muertos y movimientos improductivos. Tras la implementación de la embotelladora monoblock, la selladora en “L” y el túnel de calor, la productividad se incrementó a 11 paquetes por hora, lo que representa un aumento del 45,7 % respecto al indicador original. Esta mejora demuestra una reducción significativa en el tiempo de ciclo, una optimización del flujo de trabajo y un mayor aprovechamiento del tiempo operativo, consolidando un proceso más sistemático, rápido y alineado con las necesidades de una demanda creciente.

- **Interpretación Productividad por Operario**

Con la implementación de la embotelladora monoblock, la productividad por operario mejora notablemente, pasando de un promedio de 242 a 356 botellas diarias, lo que representa un incremento aproximado del 47%. Este cambio refleja una operación más ágil y eficiente, con menor esfuerzo físico y mejor distribución del trabajo, además de una reducción en el tiempo requerido para completar cada paquete, lo que facilita la estandarización del proceso y contribuye a una producción más continua y controlada.

**CAPITULO VI**  
**PRESUPUESTO**

## **6.-Presupuesto**

El presente capítulo tiene como finalidad evaluar técnica y económicamente el conjunto de maquinaria propuesto para el proceso de embotellado de singani, determinando cuál alternativa representa la mejor opción para la Bodega El Paicheño según su escala productiva, estructura de costos y condiciones actuales de operación.

Se aplica una matriz de ponderación por criterios, metodología empleada en ingeniería industrial para justificar la selección de equipamiento cuando existen varias alternativas viables. Esta evaluación permite comparar, de manera objetiva, tres configuraciones completas de línea de embotellado, considerando capacidad productiva, automatización, ergonomía, control sanitario, compatibilidad con la infraestructura existente y costo relativo.

El análisis se concentra en criterios técnicos y operativos reales de este tipo de maquinaria, basados en especificaciones típicas de fabricantes.

El resultado final identifica la alternativa más conveniente y justifica de manera técnica su selección, aportando evidencia objetiva para su incorporación en el capítulo de presupuesto.

Es importante señalar que la inversión presentada en este capítulo corresponde exclusivamente a la adquisición de la maquinaria propuesta y a su instalación e implementación dentro de la línea de embotellado.

### **6.1 Alternativas evaluadas**

Para la evaluación se definieron tres alternativas de líneas completas de embotellado:

- Opción A – Línea Mixta Automatizada:

Incluye: embotelladora monoblock, etiquetadora, ensachado tipo L y túnel de calor. Nivel de automatización: medio-alto ( $\approx 70\%$ ). Capacidad típica: 800–3000 botellas/hora

- Opción B – Línea Semiautomática Completa:

Incluye equipos independientes que requieren alta intervención manual: Llenadoras de gravedad, tapadora manual, etiquetado manual y empaque manual con pistola de calor Nivel de automatización: bajo ( $\approx 25\%$ ). Capacidad típica: 250–500 botellas/hora

- Opción C – Línea Totalmente Automática (estilo Krones/Kosme):

Incluye monoblocks rotativos de alta velocidad, etiquetado automático de alta precisión y túneles de empaque industriales. Nivel de automatización: muy alto ( $\approx 95\%$ ). Capacidad típica: 4.000–12.000 botellas/hora

## 6.2 Criterios de evaluación

1. Capacidad productiva
2. Calidad y uniformidad de llenado/etiquetado
3. Nivel de automatización del conjunto
4. Ergonomía y reducción de esfuerzo físico
5. Inocuidad y control sanitario
6. Compatibilidad con el espacio y layout de la bodega
7. Costo relativo del conjunto

A cada criterio se asignó un peso según su importancia en la decisión.

**Tabla 6-1**

*Matriz de ponderación técnica (método de selección por puntos)*

<b>Criterio</b>	<b>Peso (%)</b>	<b>Opción A: Línea Mixta</b>	<b>Opción B: Línea Semiautomática Completa</b>	<b>Opción C: Línea Totalmente Automática</b>
<b>Capacidad productiva</b>	25%	4 (800–3000 bot/h)	2 (250–500 bot/h)	5 (4000–12000 bot/h)

<b>Calidad y uniformidad</b>	2 0 %	4 (llenado y etiquetado o consistentes)	2 (alta variabilidad por ser manual)	5 (control automatizado de precisión)
<b>Automatización del conjunto</b>	2 0 %	4 (automatización del 70% del flujo)	1 (dependencia fuerte del operario)	5 (automatización >95%)
<b>Ergonomía / Reducción de esfuerzo</b>	1 0 %	4 (baja carga física)	1 (movimientos repetitivos intensos)	5 (mínima intervención humana)
<b>Inocuidad y control sanitario</b>	1 0 %	4 (sistema cerrado del monoblock reduce exposición del producto)	2 (mayor exposición del producto)	5 (sistemas cerrados completos en toda la línea)
<b>Compatibilidad con la bodega</b>	1 0 %	5 (se adapta al layout propuesto y al espacio)	3 (requiere reorganizar operarios)	2 (requiere ampliación de infraestructura)

		disponibl e)		
<b>Costo relativo del conjunto</b>	5 %	4 (costo moderado , accesible para la bodega)	5 (costo bajo)	1 (costo muy alto)
<b>PUNTAJ E TOTAL</b>		<b>4.30</b>	<b>2.05</b>	<b>4.40</b>

Nota. En la tabla se observa una Matriz de ponderación técnica (método de selección por puntos) para la selección de la mejor opción de la maquinaria.

### 6.3 Análisis técnico comparativo

#### Opción B – Descartada por baja eficiencia operativa

La línea semiautomática presenta:

- alta dependencia de operarios
- baja capacidad instalada
- elevada variabilidad del producto
- riesgo ergonómico por tareas repetitivas
- limitaciones para cumplir demanda futura

Es la opción más económica, pero técnicamente insuficiente para las necesidades actuales y de mediano plazo de la bodega.

#### Opción C – Descartada por sobredimensionamiento

La línea completamente automática es tecnológicamente superior, pero:

- supera ampliamente la demanda actual
- requiere ampliación física e inversión muy elevada
- genera costos de operación y mantenimiento altos
- representa riesgos financieros innecesarios

Es una solución apropiada para bodegas con producciones industriales y demanda consolidada, no para una operación en crecimiento como la de El Paicheño.

### **Opción A – Selección óptima para la bodega**

La opción A equilibra:

- capacidad suficiente para cubrir demanda en crecimiento que tiene la bodega
- automatización que elimina cuellos de botella clave
- mejora ergonómica notable
- uniformidad en el llenado, tapado y etiquetado
- inocuidad garantizada por el sistema cerrado del monoblock
- compatibilidad total con espacio, energía y flujo existente
- inversión moderada y recuperable en corto plazo

Aunque la opción C obtiene 4.40 puntos (ligeramente superior a A en términos absolutos), su sobredimensionamiento y costo excesivo la descartan automáticamente. Por lo tanto, la Opción A es la mejor alternativa realista, viable y sostenible para la bodega, lo cual justifica su incorporación.

La comparación objetiva mediante ponderación por criterios demuestra que la Opción A, compuesta por una embotelladora monoblock, una etiquetadora automática, una ensachetadora tipo L y un túnel de calor, es la alternativa óptima para la modernización del área de embotellado.

Esta selección se fundamenta en criterios técnicos reales empleados en ingeniería industrial para adquisición de equipos: capacidad instalada, continuidad del flujo, ergonomía,

inocuidad, compatibilidad con el layout y costo relativo. La opción A logra el equilibrio adecuado entre rendimiento operativo, nivel de automatización y costo-beneficio, adaptándose perfectamente a la escala de producción de la bodega y permitiendo un incremento inmediato en productividad sin requerir infraestructura adicional.

La evaluación también evidencia que la opción B sacrifica eficiencia y calidad debido a su dependencia operativa y baja capacidad, mientras que la opción C es tecnológicamente superior pero financieramente inviable y sobredimensionada para la bodega. En consecuencia, la selección del conjunto de maquinaria de la Opción A se encuentra plenamente justificada y constituye una decisión técnicamente sólida, económicamente razonable para la Bodega El Paicheño.

**Tabla 6-2**

*Maquinaria necesaria para el rediseño de línea*

<b>Maquinaria</b>	<b>Especificaciones Técnicas</b>
<p><b>Etiquetadora automática para botellas</b></p>	<p><b>Características:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidad de etiquetado:</b> 2100 botellas/hora</li> <li>• <b>Potencia:</b> 1,3KW</li> <li>• <b>Numero de modelo:</b> DH-200A</li> <li>• <b>Precio en Bolivia:</b> 50.100 USD</li> </ul>

<p><b>Embotelladora automática monoblock</b></p>	<p><b>Características:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidad de embotellado:</b> 1000 botellas/hora</li> <li>• <b>Potencia:</b>6 KW</li> <li>• <b>Numero de modelo:</b> DH-200A</li> <li>• <b>Precio en Bolivia:</b>76.860 USD</li> </ul>
<p><b>Máquina automática de envoltura retráctil de barra L y túnel Técnicas sellador</b></p>	<p><b>Características:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidad:</b> 140 PCS/min</li> <li>• <b>Potencia Selladora:</b> 2,5KW</li> <li>• <b>Potencia Túnel de calor:</b> 9KW</li> <li>• <b>Número de Modelo:</b> DQL-5545</li> <li>• <b>Precio en Bolivia:</b> 32000 USD</li> </ul>

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

**Tabla 6-3**

*Presupuesto necesario para el rediseño de línea*

<b>Maquinaria</b>	<b>Cantidad Necesaria (Unidades)</b>	<b>Costo unitario (USD)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
<p><b>Etiquetadora automática para botellas</b></p>	<p>1</p>	<p>50.100 Bs</p>	<p>50.100 Bs</p>

<b>Embotelladora automática monoblock</b>	1	76.860 Bs	76.860 Bs
<b>Máquina automática de envoltura retráctil de barra L y túnel termorretráctil sellador</b>	1	32.000 Bs	32.000 Bs
<b>TOTAL</b>		158.960 Bs	158.960 Bs

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

El presupuesto elaborado determina que la inversión requerida para la adquisición de la maquinaria necesaria en el rediseño de la línea de embotellado asciende a 158.986 Bs. Este monto representa una inversión estratégica orientada a mejorar la eficiencia operativa, optimizar el tiempo de embotellado y garantizar una mayor capacidad productiva. La magnitud de la inversión se considera coherente con los beneficios esperados, permitiendo a la bodega fortalecer su competitividad y asegurar la sostenibilidad de sus procesos en el mediano plazo.

#### **6.4 Comparación de costos laborales actuales vs inversión en maquinaria**

Actualmente, el proceso de embotellado en la Bodega El Paicheño se realiza de forma manual y con una alta dependencia de mano de obra. En total, 20 trabajadores intervienen de manera directa en las actividades de llenado, tapado, etiquetado y empaquetado, percibiendo cada uno un salario mínimo de aproximadamente 2.000 Bs mensuales.

Este esquema de trabajo genera un costo fijo mensual significativo y limita la eficiencia del proceso, debido a la variabilidad del rendimiento humano, la posibilidad de errores y la baja velocidad de producción.

Con la implementación del rediseño de la línea de embotellado mediante la incorporación de una embotelladora monoblock y equipos complementarios cuyo costo total asciende a 158.896 Bs, se logrará una reducción sustancial de los requerimientos de personal, manteniendo la calidad del producto y aumentando la productividad.

**Tabla 6-4**

*Comparación económica entre el sistema actual y el sistema propuesto*

<b>Concepto</b>	<b>Sistema actual (manual)</b>	<b>Sistema propuesto (automatizado)</b>
Número de operarios	20 personas	6 personas (para supervisión, carga y control)
Sueldo mensual por persona (Bs)	2000 Bs	2750 Bs
Costo total mensual en sueldos (Bs)	40.000 Bs	16.500
Costo total anual (Bs)	480.000	198.000
Ahorro anual estimado (Bs)	-	282.000

**Fuente:** Bodega el Paicheño

**Elaboración:** Propia

El costo total anual en sueldos del sistema actual asciende a 480.000 Bs, monto que se repite año tras año sin generar mejoras estructurales en la productividad.

Por otro lado, el nuevo sistema automatizado requiere una inversión única de 158.960 Bs y reduce la necesidad de mano de obra directa en aproximadamente 70%.

Si se considera el ahorro anual en sueldos de 282.000 Bs la inversión en maquinaria se recuperaría en aproximadamente 6,7 meses de operación, lo que evidencia una alta rentabilidad y conveniencia económica del proyecto.

Además del ahorro económico, la automatización aporta beneficios adicionales como:

- Reducción de errores humanos y pérdidas por manipulación.
- Mayor uniformidad en el llenado y etiquetado.
- Disminución de tiempos improductivos.
- Mejor control de la calidad y trazabilidad.
- Menor rotación y dependencia de personal temporal.

La comparación demuestra que el costo de continuar con el sistema manual supera ampliamente el monto de inversión en maquinaria. La implementación del nuevo sistema no solo reduce los gastos operativos de forma permanente, sino que también mejora la productividad y competitividad de la bodega, justificando plenamente la inversión de 158.960 Bs en el rediseño de la línea de embotellado.

**6.5 Situación actual (proceso manual)**

En la situación actual, el proceso de embotellado requiere 20 trabajadores con un salario promedio mensual de 2.000 Bs cada uno.

Costo mensual total= 20 trabajadores x 2.000 Bs = 40.000 Bs

Costo anual total= 40.000 Bs/ mes x 12 meses = 480.000 Bs

**6.6 Situación propuesta (proceso con embotelladora monoblock)**

Con la implementación del nuevo sistema automatizado, se estima que únicamente serán necesarios 6 operarios para tareas de supervisión, alimentación de botellas vacías y control de calidad.

Costo mensual total= 6 trabajadores x 2.750 Bs = 16.500 Bs

Costo anual total= 16.750 Bs/ mes x 12 meses = 198.000 Bs

- **Ahorro anual generado**

Ahorro anual= 480.000-198.000 = 282.000 Bs/ año

- **Inversión total en maquinaria**

El costo total de la maquinaria necesaria para el rediseño de la línea asciende a:

Inversión Total= 158.960 Bs

### 6.7 Cálculo del Payback

Para evaluar la conveniencia económica de la inversión en maquinaria, se aplicó el método del Payback Simple, el cual permite determinar el tiempo necesario para recuperar el capital invertido mediante los ahorros generados por la mejora en la eficiencia operativa. Este indicador es ampliamente utilizado en proyectos industriales donde la inversión está directamente asociada a la reducción de costos recurrentes, como mano de obra, tiempos improductivos y pérdidas operativas.

En este caso, la inversión total en maquinaria asciende a Bs. 158.960, valor que incluye la embotelladora monoblock, etiquetadora automática, ensachetadora y túnel termoencogible tipo “L”. Esta inversión genera una reducción significativa en costos de operación, especialmente en el rubro de salarios, debido a la automatización parcial de actividades previamente manuales.

El cálculo del Payback se realizó aplicando la siguiente relación:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversion}}{\text{Ahorro Anual}}$$

$$\text{Payback} = \frac{158.960}{282.000} = 0,70 \text{ años}$$

El resultado indica que la inversión se recuperará en **0,56 años**, equivalente a aproximadamente **6,7 meses**, lo cual representa un período de retorno extremadamente favorable dentro del contexto industrial. Este valor confirma que la adquisición de la maquinaria no solo es técnicamente adecuada a las necesidades operativas, sino también financieramente justificable, ya que el flujo de ahorro generado permite recuperar el capital en un tiempo corto y comenzar a capturar beneficios netos en menos de un año.

### **6.8 Síntesis económica**

Finalmente, como parte del análisis económico del proyecto, se elaboró una síntesis financiera que permite visualizar de manera clara la relación entre la inversión requerida y los beneficios esperados tras la implementación de la nueva maquinaria. La inversión total estimada asciende a **158.960 Bs**, correspondiente a la adquisición e instalación del equipo seleccionado (embotelladora monoblock, etiquetadora automática, ensachadora y túnel termoencogible). Una vez implementada la automatización parcial del proceso, se proyecta un **beneficio anual equivalente a Bs 282.000**, derivado principalmente de la reducción en costos de mano de obra y mejora en la eficiencia operativa.

Con estos valores, se calculó el indicador de recuperación de la inversión mediante el método **Payback**, obteniéndose un tiempo estimado de retorno de **0,56 años**, equivalente aproximadamente a **6,7 meses**. Este resultado demuestra que la inversión propuesta presenta un período de recuperación sumamente corto dentro del contexto industrial, lo que evidencia su viabilidad económica y su impacto positivo en la sostenibilidad financiera de la operación. A partir de este punto, los beneficios económicos generados se traducen en ganancias netas para la empresa, lo que respalda la decisión de inversión desde una perspectiva técnica, operativa y financiera.

**CAPITULO VII**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 7.1 Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió analizar, diagnosticar y proponer mejoras al proceso de embotellado de Singani Granadita en la Bodega El Paicheño, con el propósito de incrementar la productividad, optimizar el uso de recursos, reducir pérdidas y mejorar las condiciones operativas del personal

Las conclusiones principales sobre este proyecto son las siguiente:

- Se llegó a la conclusión de que se identificaron claramente los cuellos de botella en el proceso actual, incluyendo tiempos improductivos, desplazamientos innecesarios, métodos manuales y falta de estandarización, así como que la capacidad utilizada es apenas del 1,66% de la capacidad instalada, evidenciando la necesidad de una reorganización integral del proceso.
- Se llegó a la conclusión de que la redistribución del layout y el rediseño del flujo operativo mejoraron la eficiencia productiva, reduciendo desplazamientos innecesarios, facilitando un flujo de trabajo más ergonómico y optimizando el uso del espacio, asegurando secuencias de trabajo más lógicas y disminuyendo la dependencia crítica de operarios específicos.
- Se llegó a la conclusión de que la incorporación de la embotelladora monoblock, etiquetadora automática, ensachadora y túnel termoencogible incrementó la producción de 7,55 a 11 paquetes por hora (45,7% de mejora), redujo el tiempo de ciclo por paquete de 7,94 a 5,4 minutos y aumentó la productividad por operario en un 47%, evidenciando mejoras significativas en ergonomía y reducción del esfuerzo físico.
- Se llegó a la conclusión de que la estandarización de los procedimientos y la capacitación del personal son fundamentales para mejorar la eficiencia operativa, minimizar errores y reducir la dependencia de operarios clave.
- Se llegó a la conclusión de que la inversión necesaria para la modernización del proceso es económicamente viable, con un periodo de recuperación estimado de 0,56 años, y que la reducción de pérdidas y la mejora de eficiencia proyectan un ahorro anual significativo, consolidando la rentabilidad de la propuesta.

## 7.2 Recomendaciones

- Según la conclusión, se recomienda priorizar la eliminación de los cuellos de botella identificados y reorganizar integralmente el proceso actual para optimizar la utilización de la capacidad instalada y reducir tiempos improductivos.
- Según la conclusión, se recomienda implementar de manera permanente la redistribución del layout propuesto, asegurando un flujo de trabajo lógico, eficiente y ergonómico, con zonas de trabajo definidas para cada actividad.
- Según la conclusión, se recomienda adoptar el equipamiento propuesto y capacitar al personal en su uso para garantizar un incremento sostenido en productividad, eficiencia y seguridad laboral.
- Según la conclusión, se recomienda desarrollar manuales de procedimientos y programas de capacitación periódicos, asegurando que todos los operarios conozcan y apliquen correctamente las instrucciones estandarizadas.
- Según la conclusión, se recomienda realizar un seguimiento financiero continuo de la implementación de las mejoras, evaluando costos reales frente a los proyectados y asegurando la rentabilidad sostenida de la inversión.

La implementación ordenada y secuencial de estas mejoras permitirá modernizar el proceso de manera controlada, maximizando el rendimiento, asegurando la seguridad laboral y consolidando un proceso industrializado, eficiente y rentable.