

**Identificación de las principales deficiencias en la línea de producción estéril del laboratorio LHA, para la optimización de sus procesos.**

Elaborado por:

Gerson Giovanni Lamus Vergara

Jonnathan Rincón Siculaba

Wendy Carolina Diaz Escalanta

Universidad Ean

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Pregrado

Bogotá

25/05/2025

## Contenido

Antecedentes del problema.....	5
Descripción del problema.....	8
Pregunta de investigación.....	10
Objetivos.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	11
Conveniencia de la Investigación.....	11
Marco Teórico.....	12
Marco institucional.....	20
1. Descripción de la organización y sector económico.....	20
2. Normatividad aplicable.....	21
Diseño de la Metodología.....	22
Definición del enfoque de la investigación y justificación.....	22
Diseño de la investigación y su alcance.....	22
Características de la población, técnica de muestreo y tamaño de muestra.....	22
Instrumentos de recolección de información.....	23
1. Guía de observación estructurada:.....	23
Formato de toma de tiempos:.....	23
2. Entrevista complementaria:.....	23
Técnicas para el análisis de datos.....	26
Definición de variables.....	27
Eficiencia Operativa del Operario.....	27
Identificación de Cuellos de Botella.....	28
Movimientos Ineficientes.....	28
Disponibilidad y Utilización de Recursos (máquinas y herramientas).....	29
Percepción del Operario sobre el Proceso de Empaque.....	29

Resultados e interpretaciones.....	30
Movimientos Therbligs .....	39
Análisis de Movimientos Therbligs .....	40
Tiempos y movimientos .....	40
Indicadores PAMCO .....	40
Diagrama de Pareto.....	41
Diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto) .....	41
Recomendaciones .....	42
Resultados:.....	43
Conclusiones: .....	48
Referencias.....	52

## Tablas e Ilustraciones

Tabla 1 Movimientos therbligs eficientes y en ineficientes (Salazar López, 2019).....	9
Tabla 2 Características de la Metodología SMED (Estrada, 2019).....	14
Tabla 3 Indicadores clave de la herramienta PAMCO (Meléndez, 2022).....	15
Tabla 4 Diagrama de therbligs (Mariátegui & Tapia, 2018). .....	16
Tabla 5 Observación estructurada therbligs (Mariátegui & Tapia, 2018). .....	23
Tabla 6 Formato toma de tiempos (Estrada Nieto, 2019). .....	23
Tabla 7 Indicadores PAMCO (Meléndez Cisneros, 2022). .....	27
Tabla 8 Resultado observación Estructurada Therbligs .....	39
Tabla 9 Análisis de movimientos Therbligs .....	40
Tabla 10 Resultado observación tiempos y movimientos .....	40

Tabla 11 Resultado observación PAMCO .....	41
Tabla 12 Resultado observación PARETO .....	41
Tabla 13 Recomendaciones.....	42

## Ilustraciones

Ilustración 1 Trayectoria LHA (LHA, Guía de talento humano - TLH-POE-158-002, 2024).....	5
Ilustración 2 Experiencia del Personal en Empaquetado – LHA.....	30
Ilustración 3 Distribuciones de turnos Habituales del Personal – LHA.....	31
Ilustración 4 Percepción sobre la Claridad de las Instrucciones Laborales – Laboratorio LHA ..	31
Ilustración 5 Tareas Más Repetitivas o que Consumen Más Tiempo – LHA .....	32
Ilustración 6 Identificación de Retrasos en el Proceso de Empaque – LHA – Laboratorio LHA ..	33
Ilustración 7 Frecuencia de Paros en el Proceso por Falta de Materiales – LHA.....	34
Ilustración 8 Percepción de Eficiencia en los Movimientos Diarios – LHA.....	34
Ilustración 9 Disponibilidad de Herramientas para el Trabajo Eficiente – LHA .....	35
Ilustración 10 Comodidad con la Disposición Física del Área de Trabajo – LHA.....	35
Ilustración 11 Percepción sobre Automatización de Tareas – LHA .....	36
Ilustración 12 Tareas que podrían ser automatizadas o mejoradas con tecnología – LHA.....	36
Ilustración 13 Mejoras sugeridas en el proceso de empaquetado – LHA .....	37
Ilustración 14 Capacitación reciente en técnicas de mejora – LHA .....	38
Ilustración 15 Percepción de cambios en la mejora de procesos – LHA .....	38

## Planteamiento del Problema

### Antecedentes del problema

El Laboratorio Homeopático Alemán - LHA fue fundado en el año 1994, en estos 30 años se ha dedicado a la producción y distribución de medicamentos homeopáticos en dos líneas: Humana y Veterinaria. En la línea humana cuenta con 300 referencias aproximadamente de medicamentos y en la línea animal con 54 referencias aproximadamente.

En la figura 1 se evidencia la línea de tiempo de los eventos más importantes del Laboratorio Homeopático Alemán.



Ilustración 1 Trayectoria LHA (LHA, Guía de talento humano - TLH-POE-158-002, 2024).

Es importante resaltar que el Laboratorio LHA cuenta con el certificado en las buenas prácticas de manufactura (BPM), las Buenas Prácticas de Manufactura son medidas establecidas para asegurar la calidad de los productos y el manejo de los riesgos inherentes a la fabricación que no pueden ser detectados únicamente con el control de calidad, siguiendo pautas que permiten dispensar, fabricar, envasar, acondicionar, analizar, almacenar y distribuir los medicamentos homeopáticos de manera uniforme y controlada, constituyéndose en un elemento fundamental

para la seguridad del producto y del consumidor del mismo (Ministerio de la Protección Social, 2007); cumpliendo con la gestión de calidad y pruebas según lo establecido en el informe 32 de la OMS. Cualquier mejora en los tiempos y procesos de producción y empaque, deben cumplir con estos estándares "De tal manera -concluyo Fernández- la industria farmacéutica veterinaria colombiana cuenta con las BPM como herramienta para ofrecer productos de alta calidad y competir, como ya lo hacen la gran mayoría de laboratorios, en los mercados externos" (NoticiasFinancieras, 2008).

En el caso de estudio realizado por la investigación de Samaniego (2021) se describió una empresa farmacéutica que cuenta con su planta de producción, desarrollando un programa optimo aplicando la programación lineal y la planeación agregada complementada por la teoría de las restricciones, permitiendo obtener soluciones en las cuales se evidencia la mejora de los resultados, que puede alcanzar el proceso productivo de soluciones parentales, identificando para el efecto que la actividad de llenado de las soluciones presenta las mayores dificultades en tiempos de demora dentro de la línea productiva, y determinando que la capacidad no utilizada de dicha actividad se ubica en el 25% (Samaniego, 2021).

En la investigación realizada por Ortega Holguin, M.E (2022), la problemática de una empresa farmacéutica de la línea de líquidos estériles (inyectables), tuvieron una reducción de eficiencia operacional entre el periodo del 2019 y 2020 del 0.8%, siendo una de las causas el tiempo de inoperatividad de las maquinas, por fallas del equipo, calibración entre otras. Mediante la metodología PAMCO se midió la eficiencia, calculando 8 indicadores de rendimiento de maquina (2 indicadores de eficiencia y 6 de desempeño) y basándose en los resultados, plantearon estrategias de mejora. Adicional, mediante la herramienta de Pareto, se concluyó la primera causa que afectaba la operatividad y eficiencia de las máquinas, era la falta del plan de producción, con más del 45% del tiempo máximo disponible.

En el artículo de (Herrera, Herrera & Hernández, 2021) sobre la identificación de los factores críticos que afecta la cadena logística en los procesos de recepción y despacho de contenedores en una empresa naviera, mediante la aplicación de las herramientas operativas y de seguimiento de la metodología Lean Manufacturing que permitió la visualización de la estructura funcional de los procesos de recepción-despacho de contenedores de la empresa; y cada una de las etapas o fases operativas de cada uno de los procesos. A su vez permitió identificar los desperdicios o cuellos de botellas que orientarán las futuras acciones de optimización. (Herrera, Herrera & Hernández, 2021).

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. En un estudio realizado por Aberdeen Group entre 300 empresas implantadoras estadounidenses se pudo observar reducciones del 20% al 50% en los aspectos importantes de la fabricación. (Hernández Matías, & Vizán Idoipe, 2013).

Plan & Machine Control (PAMCO) es una herramienta que permite evaluar la eficiencia operacional de una maquina basándose en los tiempos de trabajo facilitando a las empresas

contabilizar sus tareas y compararse con otras entidades y maquinarias con características similares. (Acebo, Quezada, Rodríguez, Méndez, & Quijano, 2018).

## **Descripción del problema.**

La Laboratorio Homeopático Alemán – LHA presenta una problemática son un laboratorio farmacéutico colombiano certificado en BPMMH, comprometido con el diseño, desarrollo, producción y comercialización de medicamentos antihomotóxicos y antizootóxicos, fabricados en Colombia, que ayudan a mejorar la calidad de vida humana y animal, asegurando el cuidado del medio ambiente. (LHA, 2024)

En su planta de producción, especialmente en los procesos asociados al empaque de medicamentos en la línea de estériles, presentando demora y cuellos de botella.

La alta dirección del laboratorio ha manifestado la necesidad de un diagnóstico sobre la productividad en la planta de producción y empaque de los medicamentos de ambas líneas (Humano, Veterinaria), con el fin de contar con mejoras que optimicen los tiempos de las áreas antes mencionadas, orientados a la mejora en producción y aumento de elaboración de productos finales.

Esta percepción de debilidades puede provenir de una nula estandarización de métodos, tiempos eficientes e ineficientes no identificados, procedimientos manuales no automatizados o reprocesos no eliminados, monitoreo inexistente o no integrados con tecnologías de la información y comunicación.

Si hay una persistencia en el aumento de los tiempos, podrá generar crecimiento en los costos operativos, reducción en la cantidad de medicamentos distribuidos a los proveedores y cliente final. Una posible solución del problema podría ser la reducción de movimientos repetitivos o innecesarios, estos pueden ser identificados mediante técnicas como el estudio de micro

movimientos, tiene como objetivo dividir la actividad humana en movimientos o grupos de movimientos llamados *therbligs*. Así como se observa en a Tabla 1. (Salazar López, 2019).

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

Tabla 1 Movimientos *therbligs* eficientes y en ineficientes (Salazar López, 2019).

También, Lean Manufacturing es hoy en día una herramienta para el mejoramiento competitivo hacia el posicionamiento de una organización dentro del mercado, para aumentar la rentabilidad. Dicha estrategia mencionada busca generar un grado de valor a los productos o servicios, eliminando cualquier desperdicio generado, donde se disminuyen las ineficiencias de los procesos operativos para bajar costos (Yadav, Luthra, Huisingh, Mangla, & Liu, 2020).

Esta iniciativa se enmarca en el ámbito de emprendimiento y gestión empresarial, alineándose con el Grupo de Gestión de la Investigación y la Transferencia (ámbito Pymes G3).

Existen diversos estudios que han abordado la optimización de los procesos en múltiples industrias como: la farmacéutica, alimentaria, construcción, entre otras. Como ejemplo, en la optimización de los procesos de la industria alimentaria a través del uso de la metodología Lean Manufacturing en sus procesos de producción, logrando descubrir que adoptar este enfoque no solo enfrenta desafíos de eficiencia y productividad de manera efectiva, sino que también marca un camino hacia la sostenibilidad y la innovación (Baquero, Rojas, & Sánchez, 2024).

El sector de medicamentos homeopáticos en los últimos años ha presentado un crecimiento exponencial del 25% comparado con los años anteriores a la pandemia (La República, 2020), en

parte por la concientización de las personas en usar productos más naturales y sin tantos químicos. Se espera que el mercado de la homeopatía alcance los 18.069,91 millones de dólares estadounidenses en 2030, frente a los 6.016,14 millones de dólares estadounidenses en 2022. Se estima que el mercado crecerá a una CAGR del 14,7 % entre 2022 y 2030. (The Insight Partners, 2022).

Al Cierre del año 2023 el LHA produjo 4.138.835 unidades de medicamentos (entre línea Humana y Veterinaria). Para el 2024, fue de 4.581.535 unidades. Si bien, hubo un crecimiento importante, con la alta demanda, se debe mejorar los tiempos de producción de medicamentos, mediante un análisis y metodología que garantice una mayor eficiencia y reducción de los tiempos en la sección estériles. Es necesario un análisis, con el fin de identificar los factores internos, externos y de la maquinaria, así como los movimientos innecesarios. Permitiendo una propuesta que brinde una mejor productividad y crecimiento en la cantidad de unidades generadas por mes, sin afectar la calidad del producto.

### **Pregunta de investigación.**

¿Cuáles son los problemas de producción del Laboratorio Homeopático Alemán – LHA que afectan la efectividad operativa?

### **Objetivos**

#### **Objetivo general.**

Realizar un diagnóstico en la planta de producción del laboratorio LHA con el fin de identificar las oportunidades de mejora en los procesos de empaquetado, mediante la aplicación de metodologías como Lean Manufacturing y/o PAMCO, adaptadas a las necesidades de dichos procesos.

## Objetivos específicos.

- Analizar los procesos de empaquetado, para identificar las oportunidades de mejora.
- Identificar y seleccionar la metodología y/o herramienta de mejora que mejor se adapte a los sistemas de empaquetado de la línea estéril.
- Recolectar y analizar datos a través de entrevistas y toma de tiempos en los procesos.
- Proponer un conjunto de buenas prácticas, basadas en la metodología y/o herramienta de mejora seleccionada, para optimizar los procesos de empaquetado, de acuerdo con el diagnóstico realizado.

## Conveniencia de la Investigación

Este proyecto es de gran importancia para el Laboratorio – LHA, ya que busca conocer el tiempo actual de los operarios de empaquetado línea estériles, con el fin de mejorar la eficiencia en estos procesos, permitiendo la disminución de tiempo y costos operativos relacionados con aumento en horas de trabajo o mano de obra. Con el fin de cumplir las metas propuestas por día o por mes y aumentar la capacidad ante la demanda del mercado.

Desde una vista objetiva, mediante el uso de modelos o herramientas de estudio de movimiento o mejora de productividad, permitirá analizar y clasificar las acciones de cada proceso que pueden servir como modelo para otras áreas del laboratorio u organización similares estén enfrentando retos similares.

Metodológicamente, la contribución será contar con herramientas de diagnóstico que permitirán la mejora continua de los procesos y data para la toma de decisiones por parte de la alta gerencia de la organización.

## Marco Teórico

### Industria farmacéutica

La industria farmacéutica cuenta con recurso humano calificado y departamentos de investigación que permiten mejorar los medicamentos actuales como nuevos productos brindando mayor tranquilidad a los usuarios finales. Por tal razón, buscan incursionar en nuevas tecnologías, materias primas, buscando siempre satisfacer las necesidades de las personas que usan los medicamentos, sin dejar a un lado la calidad de los productos, apoyados en las buenas prácticas de manufactura de calidad (BPM).

El sector farmacéutico es vigilado por INVIMA, quien es el encargado de ejecutar las políticas formuladas por el Gobierno en materia de inspección, vigilancia y control sanitario, basado en la gestión del riesgo de los productos de su competencia, entre los cuales están los medicamentos y productos biológicos, con el fin de proteger y promover la salud pública a través de la articulación sectorial e intersectorial y contribuir a la mejora continua del estatus sanitario. (INVIMA, 2024).

Según datos de La República, la inversión destinada para fines farmacéuticos asciende al 21% del gasto total de salud en los hogares. Adicional se espera un crecimiento hasta de \$25 billones en 2025. Según la ANDI, 600 medicamentos y 668 procedimientos, que representan 93,5% de cobertura en el Plan de Beneficios en Salud con cargo a la UPC7. Adicional en el 2022 fue registrado una tasa de crecimiento de 7% en exportaciones. Entre los productos exportados, 93% fueron medicamentos. (La República, 2023).

Como toda industria tiene varios desafíos, entre los más importantes es mantener la calidad de los productos, así como la disminución en los efectos secundarios al consumir algún medicamento. Está es una de las principales razones por la cual la industria farmacéutica de medicamentos homeopáticos ha tenido un crecimiento en los últimos años, debido a este

crecimiento trabajan constantemente en la optimización de los procesos enfocados en la productividad de los operarios, manteniendo la calidad de los productos.

## Metodología Lean Manufacturing

La aplicación de la metodología Lean Manufacturing en el diagnóstico de problemas de producción y empaquetado en la industria permite mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y aumentar la calidad del producto final. Para abordar problemas como la sobreproducción, los tiempos de espera, los procesos ineficientes, el inventario excesivo y los movimientos innecesarios, esta metodología emplea diversas herramientas de diagnóstico y mejora, entre ellas el mapa de flujo de valor, SMED (Single Minute Exchange of Die), Kanban y 5S. (Htun, Maw & Khaing, 2019).

### Single Minute Exchange of Die (SMED)

El Single Minute Exchange of Die (SMED) es una metodología desarrollada por Shigeo Shingo con el propósito de reducir drásticamente los tiempos de cambio en los procesos productivos, maximizando el aprovechamiento de los equipos y mejorando la eficiencia operativa (Estrada, 2019). Esta metodología es parte fundamental del Lean Manufacturing, ya que permite una mayor flexibilidad en la producción y una reducción del tamaño de los lotes, mejorando el flujo de trabajo.

La implementación de esta metodología se fundamenta en tres principales componentes, como se observa en la tabla 2:

1. Separación de operaciones internas y externas.	2. Conversión de operaciones internas en externas.	3. Perfeccionamiento y estandarización de las operaciones.
---	--	--

Las operaciones internas requieren un análisis de la maquina detenida.	Se identifica aquellas tareas internas que se pueden realizarse sin necesidad de detener la máquina y se trasladan a operaciones externas.	Se mejora y estandarizan las actividades internas y externas mediante la implementación de procedimiento optimizados y seguimiento constante (Estrada, 2019).
Las operaciones externas pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento.		

Tabla 2 Características de la Metodología SMED (Estrada, 2019).

Características de la Metodología SMED (Estrada, 2019).

Aunque esta metodología está fundamentada en Lean Manufacturing, ofrece múltiples beneficios, entre ellos la reducción del tiempo de cambio de referencia, el aumento de la flexibilidad y productividad, y la optimización de recursos mediante la reducción de costos.

Otra herramienta que está fundamentada en la mejora de proceso de Lean manufacturing, es la PAMCO, Usada generalmente en la eficiencia de una máquina de producción relación la cantidad del producto conforme fabricado sobre la máxima cantidad del producto sin interrupción del procedo de producción (Meléndez, 2022).

A continuación, en la tabla 3, se pueden observar los indicadores claves de PAMCO.

<b>Utilización efectiva (EU)</b>	<b>Utilización de la producción (PU).</b>	<b>Eficiencia de la producción (EP)</b>	<b>Utilización operativa (OU)</b>	<b>Utilización disponible (AU)</b>
Indicador del total utilizado.	Indicador del tiempo total de la producción.	Indicador de Eficiencia de la producción.	Índice de eficiencia del tiempo total.	Indicador del tiempo disponible utilizado.

$EU = \frac{ET}{TT} \times 100\%$	$PU = \frac{PT}{TT} \times 100\%$	$EP = \frac{ET}{PT} \times 100\%$	$OU = \frac{OT}{TT} \times 100\%$	$AU = \frac{OT}{AT} \times 100\%$
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 3 Indicadores clave de la herramienta PAMCO (Meléndez, 2022).





Una de las bondades de esta metodología según el autor de esta tesis, es la de que los resultados se pueden comparar con otras empresas, para así determinar la toma de decisiones.

### Estudio de tiempos y movimientos:

El estudio de movimiento therbligs, busca conocer y evaluar los movimientos repetitivos en las líneas de producción optimizando los tiempos y flujos de trabajo con la reducción en los tiempos de las tareas efectuadas y/o eliminación de uno o varios movimientos que afecten la productividad (Mariátegui & Tapia ,2018).

Una de las conclusiones de un estudio de revisión sobre “Cual es el impacto de la Metodología therbligs en el estudio de tiempos y movimientos para la manufactura industrial en Latinoamérica”, resalto casos de las empresas que obtuvieron resultados significativos de mejora de su producción que en promedio ronda el 31.5%, Para el caso de las investigaciones cuyos objetos de estudio (Empresas o entidades) sí cuentan con estudios previos de tiempos y movimientos, la mejora obtenida en su producción es la más baja (aprox. 10.05% de mejora), para aquellas que contaban con un control empírico la mejora obtenida en la producción es de (aprox. 10.75%). (Mariátegui & Tapia, 2018).

En la tabla 4, están los 17 movimientos o grupos de movimiento therbligs considerados por Frank y Lilian Gilbert.

Therblig	Color	Symbol/Icon	Therblig	Color	Symbol/Icon
Search	Black		Use	Purple	
Find	Gray		Disassemble	Violet, Light	


Select	Light Gray		Inspect	Burnt Orange	
Grasp	Lake Red		Pre-Position	Sky Blue	
*Hold	Gold Ochre		Release Load	Carmine Red	
Transport Loaded	Green		Unavoidable Delay	Yellow Ochre	
Transport Empty	Olive Green		Avoidable Delay	Lemon Yellow	
Position	Blue		Plan	Brown	
Assemble	Violet, Heavy		Rest for overcoming fatigue	Orange	

Tabla 4 Diagrama de therbligs (Mariátegui & Tapia, 2018).

\*Sostener, apareció por primera vez en el libro de Mogensen y luego en el del Dr. Barnes.

Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, semimentales o mentales, objetivos y de retraso. Idealmente, un centro de trabajo debe contener sólo therbligs físicos y objetivos.

- Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.
- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y precolocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

(Salazar López, 2019).

A continuación, se define los movimientos Therbligs

## 1. **Buscar:** Localizar un objeto (Ineficiente)

2. **Seleccionar:** Escoger una pieza dentro de su estación de trabajo (Ineficiente)
  3. **Tomar:** Acción de rodear algún objeto con la mano para usarla en alguna operación (Eficiente)
  4. **Alcanzar:** Estirar el brazo y estar en condiciones de interactuar con el objeto (Eficiente)
  5. **Mover:** Tomar y cambiar de posición un objeto (Eficiente)
  6. **Sostener:** Mantener algún objeto en cierta posición (Ineficiente)
  7. **Soltar:** Acción de dejar caer algún objeto (Ineficiente)
  8. **Colocar en posición:** Posicionar el objeto (Eficiente)
  9. **Pre-colocar en posición:** Poner el objeto en posición para ser usado. (Eficiente)
  10. **Inspeccionar:** Cerciorarse de cómo trabaja la operación. (Ineficiente)
  11. **Ensamblar:** Unir uno o más objetos (Eficiente)
  12. **Desensamblar:** Separar uno más o más objetos (eficiente)
  13. **Usar:** Trabajar con algún objeto (Eficiente)
  14. **Demora inevitable:** Interrupción que el operario no puede evitar (Ineficiente)
  15. **Demora evitable:** Es la demora de la que es responsable el operario (Ineficiente)
  16. **Planear:** Es el problema mental cuando el operario se detiene para determinar los pasos a seguir. (Ineficiente)
  17. **Descanso:** Hacer alto en el trabajo (Ineficiente).
- (Mariátegui & Tapia, 2018).

En la investigación del trabajo de grado realizado por Ortega Holguin (2022), sobre la problemática de una empresa farmacéutica de la línea de líquidos estériles (inyectables), correspondiente al periodo 2019 y 2020, con el fin de identificar casusas y recomendar mejoras en la planta de producción. Mediante la recolección de datos con enfoque cuantitativo e investigación descriptiva, pudo obtener información relevante apoyada con herramientas como;

PAMCO, cálculos de eficiencia operacional, diagrama de PARETO, análisis causa y efecto. Identificando los cuellos de botella, y como primera causa la inoperatividad de las máquinas por no contar con un plan producción, teniendo una puntuación de más del 45%, seguido de los fines de semana sin producción. Entre sus recomendaciones y plan de optimización esta la capacitación constante, implementación de sistemas computacionales, implementar herramientas de reducción de tiempos, que permitan recolectar información en tiempo real y automatizar procesos, planes de mantenimiento, nuevos productos, campañas de marketing, entre otros.

Aunque el trabajo abarco varios temas en el desarrollo en la población de muestra, recolección de información y análisis de los datos. En nuestro punto de vista las recomendaciones fueron genéricas y se concentraron más en los tiempos muertos por falta de planeación que, si es un punto muy importante para mejorar, pero no se indicó si las actividades realizadas por los operadores eran eficientes o se deberían realizar unos ajustes en los diferentes movimientos o modificar la línea de producción con el fin de optimizar los tiempos.

En el caso de estudio realizado por la investigación de Samaniego (2021), presenta un enfoque metodológico para optimizar la producción en una farmacéutica específicamente en el área de soluciones parentales (sueros). Desarrolló un programa mediante cálculos matemáticos como; función objetivo, restricción de la capacidad de llenado, restricción de demanda, restricción de disponibilidad de envases para llenado, restricción capacidad de preparación de la solución parental, restricción de capacidad de preparación de lote terminado, restricción de fuerza trabajo, restricción de niveles de producción. Es interesante saber que existen modelos matemáticos para calcular restricciones en plantas de producción que pueden ser útiles para un mejor entendimiento, que no solo se puede basar en los movimientos realizados por un operario, sino que se deben tener en cuenta las restricciones.

## Defectos de calidad en productos farmacéuticos

Pereda Rodríguez, Alfonso Orta, Jiménez López, & Ortega Larrea, (2023). Realizaron un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo de los DC notificados al Centro para el Control Estatal de la Calidad de los Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED) durante el período comprendido del 1 de enero de 2009 al 31 de diciembre de 2021, con alcance nacional. Este artículo revisó los defectos más notificados en productos farmacéuticos, destacando cambios en características organolépticas y mezclas, con énfasis en formas farmacéuticas estériles. Se utilizó el odds ratio para evaluar la asociación entre la presencia de riesgo para la salud y cada uno de los defectos de calidad. El universo del estudio estuvo compuesto por 787 notificaciones de DC. Para la descripción de los DC se estudiaron las variables: – Tipo de DC. Variable cualitativa nominal politómica. Se incluyeron las categorías de cambios en las características organolépticas, contaminación microbiana, baja dureza o consistencia, compactación de polvos, mezclas y otros. – Forma farmacéutica. Variable cualitativa nominal politómica. Para facilitar su manejo e interpretación se agrupó por categorías en formas sólidas orales, formas líquidas no estériles, productos estériles y semisólidos. – Origen del medicamento. Variable cualitativa nominal dicotómica. Se incluyeron las categorías de producto nacional y producto importado. – Procedencia del reporte. Variable cualitativa nominal politómica. Se incluyeron las categorías de fabricante, droguería, farmacia comunitaria, hospital y paciente. – Riesgo para la salud. Variable cualitativa nominal dicotómica. Se incluyeron las categorías sí y no. – Clase de riesgo para la salud. Variable cualitativa ordinal. Se incluyeron las categorías de clase I, clase II y clase III. Se utilizaron como fuentes de información la base de datos de notificaciones de la sección de vigilancia poscomercialización del CECMED y los expedientes de las investigaciones de las quejas. La base de datos contiene los campos de nombre, fortaleza y forma farmacéutica del producto involucrado, fabricante y situación notificada relativa al tipo de DC. La información registrada se consideró confiable, dada la calidad de la

notificación y el acceso restringido para el ingreso y manejo de los datos. En los expedientes de investigación se consultó la procedencia del reporte y el análisis de riesgo realizado. Se emplearon herramientas de la estadística descriptiva como frecuencia y porcentaje que sirvieron para representar los diferentes DC y sus características. Se estudió la posible asociación entre los DC y la presencia de riesgo para la salud, para lo cual se utilizó el odds ratio (OR) como herramienta de la estadística inferencial ampliamente utilizada para expresar los resultados en estudios retrospectivos y transversales. Este estimador también se conoce como razón de probabilidades o razón de productos cruzados o razón de momios y no es más que el cociente entre la probabilidad de que ocurra un evento determinado y la probabilidad de que no ocurra ese evento.

Para la estimación del OR se utilizó el paquete estadístico, del programa EPIDAT (software libre) versión 3.1, y se hallaron los intervalos de confianza (IC) del 95 %, en el cual un valor de  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativo. El valor nulo para el OR fue 1, por lo que una OR = 1 implicó que no existió asociación entre las dos categorías comparadas. Si  $OR < 1$  se interpretó como que el evento fue menos frecuente en la variable de interés que si en la categoría de referencia el evento ocurriera por azar. En la medida que OR superó la unidad ( $OR > 1$ ), la fortaleza en la asociación de las dos variables estudiadas se manifestó y debe ocupar un valor relativamente centrado en el IC, ya que valores alejados de IC disminuyen la verosimilitud de la relación entre las variables estudiadas.

## Marco institucional

### 1. Descripción de la organización y sector económico.

El Laboratorio Homeopático Alemán (LHA) es una empresa colombiana dedicada a la producción de medicamentos homeopáticos para uso humano y animal. Fundada en 1994

por el Dr. Luis Antonio Muñoz con código CIUU 2100 (Fabricación de medicamentos homeopáticos) (Laboratorio LHA, 2024).

En el 2008 obtuvo la certificación BPM y en el 2012 fue catalogada como la primera planta estéril en Colombia. Para el año 2013 obtuvo por parte de INVIMA la certificación BPM – MH (Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Medicamentos Homeopáticos.) (Laboratorio LHA, 2024).

Las Buenas Prácticas de Manufactura son medidas establecidas para asegurar la calidad de los productos y el manejo de los riesgos inherentes a la fabricación que no pueden ser detectados únicamente con el control de calidad, siguiendo pautas que permiten dispensar, fabricar, envasar acondicionar, analizar, almacenar y distribuir los medicamentos homeopáticos de manera uniforme y controlada, constituyéndose en un elemento fundamental para la seguridad del producto y del consumidor del mismo (Ministerio de la protección social, 2007).

## **2. Normatividad aplicable.**

La regulación de la industria farmacéutica en Colombia está a cargo del Ministerio de Salud y Protección Social, así como del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). La Resolución 4594 de 2007 establece los requisitos necesarios para la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Manufactura de Medicamentos Homeopáticos (BPMMH) en la producción de medicamentos homeopáticos, garantizando así la calidad y seguridad de estos productos (Ministerio de la Protección Social, 2007).

## **Diseño de la Metodología**

### **Definición del enfoque de la investigación y justificación**

El enfoque de la investigación será cuantitativo, teniendo en cuenta que se buscará medir de manera objetiva la eficiencia operativa de los operarios en el proceso de empaque, e identificar los cuellos de botella, proponiendo mejoras mediante el uso de metodologías como Lean Manufacturing, PAMCO, estudio de tiempos y movimientos. Este enfoque permite analizar datos numéricos como tiempos de producción, frecuencia de movimientos y eficiencia de máquinas para realizar comparaciones, identificar patrones y evaluar el impacto de las intervenciones propuestas (Mariátegui & Tapia, 2018), (Meléndez Cisneros, 2022).

### **Diseño de la investigación y su alcance**

El diseño adoptado será no experimental, de tipo descriptivo y transversal, ya que se realizará una recolección de datos en momentos específicos para diagnosticar el estado actual de la línea de producción estéril. El alcance será descriptivo-diagnóstico, permitiendo analizar las costumbres y acciones predominantes de los operarios en las distintas actividades del proceso productivo y proponer mejoras con base en evidencia empírica sin manipular las variables de estudio (Ortega Holguin, 2022), (Estrada Nieto, 2019).

### **Características de la población, técnica de muestreo y tamaño de muestra**

La población del estudio está conformada por los 10 operarios que integran el equipo de empaque en la planta estéril de LHA. Debido a que se trata de un grupo reducido, se optará por un muestreo censal, lo que significa que todos los integrantes serán incluidos en el análisis. Esta decisión permitirá obtener una visión integral y detallada del estado actual de la línea de producción.

## Instrumentos de recolección de información

Se usarán los siguientes instrumentos de recolección de información:

1. **Guía de observación estructurada:** La guía estará diseñada con base en los movimientos therbligs, será utilizada la estructura de la Tabla 5 para registrar las secuencias y frecuencia de las actividades ejecutadas por los operarios durante el proceso de empaquetado.

Elemento Observado	Descripción del Movimiento	Tipo de Movimiento (Therblig)	Clasificación (Eficiente/Ineficiente)	Frecuencia (n° veces)	Observaciones
Operario 1		Buscar	Eficiente		
Operario 1		Mirar	Ineficiente		
Operario 2		Seleccionar	Eficiente		
...	...	...	...	...	...

Tabla 5 Observación estructurada therbligs (Mariátegui & Tapia, 2018).

**Formato de toma de tiempos:** Basado en técnicas de estudio de tiempos y movimientos, permitirá cronometrar y analizar la duración de tareas críticas, incluyendo paros por mantenimiento, cambios de lote y limpieza. Será utilizada la Tabla 6 para registrar los tiempos de las tareas de cada operario.

Tarea	Inicio (hh:mm:ss)	Fin (hh:mm:ss)	Duración (segundos)	Operario	Observaciones
Traslado envases					
Alistamiento de cajas o empaque					
Armado de caja					
Empaquetado					
...	...	...	...	...	...

Tabla 6 Formato toma de tiempos (Estrada Nieto, 2019).

2. **Entrevista complementaria:** para complementar los datos cuantitativos con percepciones de los operarios sobre los procesos actuales.

La entrevista puede ser revisada en el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/forms/d/1sHgSLC0tCI0jJTL9CfpQzrGNVW3N5uHemA8nxFjG9zc/preview>

¿Cuántos años lleva trabajando en el área de empaquetado? \*

1 año

2 años

3 años

4 años o más

Otros:

¿Qué turno de trabajo realiza habitualmente? \*

Mañana

Tarde

Rotativo

opción 1 y 2

¿Considera que las instrucciones para su labor están claramente definidas? \*

Si

No

¿Cuáles tareas considera más repetitivas o que consumen más tiempo?

¿En qué parte del proceso se presentan más retrasos?

¿Con qué frecuencia se detiene el proceso por falta de materiales? \*

Nunca

Raramente

Frecuentemente

Siempre

¿Qué tanto considera que sus movimientos diarios son eficientes? \*

Muy eficientes

Eficientes

Poco eficientes

Ineficientes

¿Cuenta con las herramientas necesarias para realizar su trabajo de manera eficiente? \*

Si

No

Algunas veces

¿Qué tan cómodo se siente con la disposición física de su área de trabajo? \*

Muy cómodo

Cómodo

Incómodo

Muy incómodo

¿Existen tareas que considera que podrían ser automatizadas o mejoradas con tecnología? \*

Si

No

Si en la pregunta anterior su respuesta fue "Si" indique cuáles\*

¿Qué mejoras sugeriría en el proceso de empaquetado para aumentar la productividad? \*

¿Ha recibido capacitación reciente sobre técnicas de mejora o eficiencia en su trabajo? \*

Si

No

¿Considera que su opinión es tomada en cuenta al momento de realizar cambios en el proceso? \*

Siempre

A veces

Nunca

## Técnicas para el análisis de datos

Los datos recolectados serán analizados utilizando:

- **Estadística descriptiva** para calcular medias, frecuencias y porcentajes de tiempos de operación y ocurrencia de movimientos ineficientes (Pereda Rodríguez et al., 2023).
- **Indicadores PAMCO** para medir la eficiencia operativa de las máquinas en términos de utilización, disponibilidad y productividad (Meléndez Cisneros, 2022).

Indicador	Fórmula	Unidad	Descripción
Utilización efectiva (EU)	$\frac{\text{Tiempo efectivo de producción}}{\text{Tiempo total disponible}}$	%	Porcentaje de tiempo en que la máquina estuvo operando realmente
Utilización de producción (PU)	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción máxima}}$	%	Relación entre producción alcanzada y capacidad teórica
Eficiencia de producción (EP)	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Tiempo operativo}}$	Unid/min	Velocidad efectiva de producción

Utilización operativa (OU)	Tiempo operativo / Tiempo disponible total	%	Proporción del tiempo en que la máquina estuvo funcionando
Disponibilidad operativa (AU)	Tiempo sin fallos / Tiempo disponible total	%	Porcentaje del tiempo en que la máquina estuvo libre de fallos o mantenimientos

Tabla 7 Indicadores PAMCO (Meléndez Cisneros, 2022).

- **Diagrama de Pareto y análisis causa-efecto** para identificar los principales factores que afectan la productividad y priorizar acciones de mejora (Ortega Holguin, 2022).
- **Análisis de movimientos Therbligs**, clasificando entre eficientes e ineficientes para proponer rediseños en los procesos (Mariátegui & Tapia, 2018).

## Definición de variables

### Eficiencia Operativa del Operario

**Definición conceptual:** La eficiencia operativa del operario se refiere a la capacidad del trabajador para realizar sus tareas con el menor desperdicio de tiempo y esfuerzo posible, utilizando de forma óptima los recursos disponibles, siguiendo los principios del Lean Manufacturing y el estudio de tiempos y movimientos. (Meléndez Cisneros, 2022; Mariátegui & Tapia, 2018).

**Definición operacional:** Se medirá mediante:

- El análisis de tiempos de ejecución de tareas críticas (Tabla 6).
- La clasificación de movimientos Therbligs en eficientes e ineficientes (Tabla 5).
- La frecuencia de movimientos innecesarios o improductivos.
- La percepción del operario sobre la eficiencia de sus movimientos (encuesta).
- Indicadores PAMCO como la eficiencia de producción (EP).

## Identificación de Cuellos de Botella

**Definición conceptual:** Los cuellos de botella son aquellos puntos del proceso de producción donde se produce una acumulación o retraso que limita el flujo continuo y eficiente del trabajo, afectando la productividad general. (Ortega Holguín, 2022).

**Definición operacional:** Se identificarán mediante:

- Tiempos elevados en tareas específicas según el formato de toma de tiempos.
- Observaciones frecuentes de detenciones o demoras en actividades (Tabla 5).
- Respuestas en la entrevista respecto a partes del proceso donde ocurren más retrasos.
- Análisis de Pareto y causa-efecto para priorizar causas frecuentes de demora.

## Movimientos Ineficientes

**Definición conceptual:** Movimientos ineficientes son aquellos desplazamientos, acciones o gestos innecesarios que no agregan valor al proceso productivo y que pueden ser eliminados o mejorados. (Mariátegui & Tapia, 2018).

**Definición operacional:** Se detectarán mediante:

- Guía de observación estructurada (Tabla 5) con clasificación Therbligs.
- Cálculo de frecuencia de movimientos clasificados como ineficientes.
- Opiniones de los operarios sobre las tareas más repetitivas o que consumen más tiempo.
- Análisis causa-efecto vinculado a estos movimientos.

## Disponibilidad y Utilización de Recursos (máquinas y herramientas)

**Definición conceptual:** Hace referencia a la proporción de tiempo que los equipos y herramientas están disponibles, funcionando correctamente y siendo utilizados de manera efectiva en el proceso productivo. (Meléndez Cisneros, 2022).

**Definición operacional:** Se medirá mediante los indicadores PAMCO:

- Utilización efectiva (EU)
- Disponibilidad operativa (AU)
- Utilización operativa (OU)
- Utilización de producción (PU)

Además, se complementará con:

- Percepción del operario sobre si cuenta con las herramientas necesarias.
- Observaciones registradas en las tablas de tiempos y movimientos.

## Percepción del Operario sobre el Proceso de Empaque

**Definición conceptual:** Hace referencia a la opinión y experiencia subjetiva de los operarios en relación con la organización del trabajo, herramientas disponibles, claridad de instrucciones, condiciones del entorno y participación en la mejora de procesos.

**Definición operacional:** Será evaluada a través de la entrevista complementaria, utilizando escalas de frecuencia y satisfacción en preguntas como:

- Claridad de instrucciones.
- Comodidad del área de trabajo.
- Participación en decisiones de mejora.
- Disponibilidad de herramientas.

- Opinión sobre eficiencia de sus movimientos.

## Resultados e interpretaciones.

¿Cuántos años lleva trabajando en el área de empaquetado?

10 respuestas

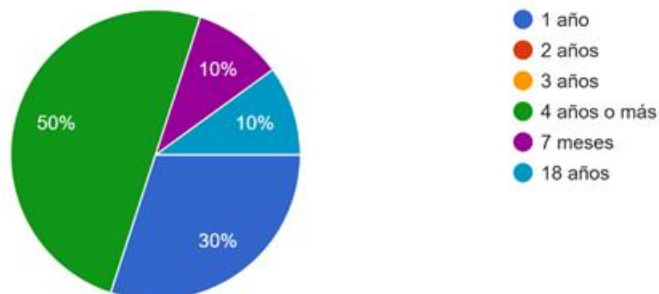
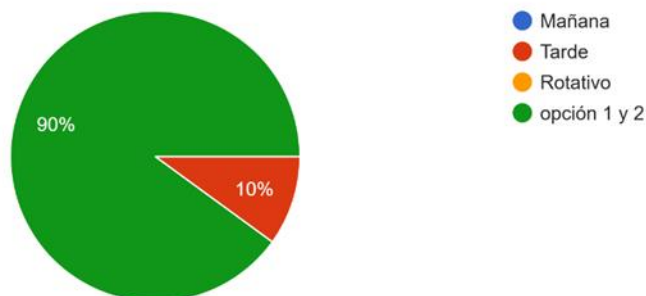


Ilustración 2 Experiencia del Personal en Empaquetado – LHA

Como se observa en la Ilustración 2, la encuesta aplicada al área de empaque muestra que el 50% del personal tiene 4 años o más de experiencia, el 30% lleva 1 año, y el 20% restante corresponde a trabajadores con 7 meses y 18 años de antigüedad. Esta diversidad de experiencia laboral facilita la identificación de ineficiencias desde distintas perspectivas: los empleados con mayor antigüedad pueden señalar prácticas arraigadas que ya no aportan valor, mientras que los más nuevos detectan dificultades en la curva de aprendizaje y adaptación a los procesos. Este contexto favorece la adopción de metodologías de mejora como Lean Manufacturing, ya que el equipo cuenta con la experiencia necesaria para asimilar conceptos de optimización y estandarización. Además, la variedad en la antigüedad permite recolectar información contrastante y enriquecedora para el diagnóstico, lo que fortalece la propuesta de buenas prácticas enfocadas tanto en la transferencia de conocimiento como en la capacitación continua, asegurando la sostenibilidad de las mejoras en el área de empaque.

¿Qué turno de trabajo realiza habitualmente?

10 respuestas

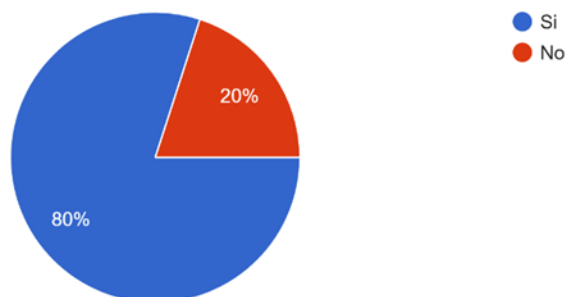


*Ilustración 3 Distribuciones de turnos Habituales del Personal – LHA*

Según se aprecia en la Ilustración 3, el 90% del personal del área de empaque realiza turnos combinados de mañana y tarde, mientras que solo el 10% trabaja únicamente en la tarde. Esta alta flexibilidad horaria facilita la implementación de cambios y capacitaciones, apoyando los objetivos de optimización y mejora continua en los procesos del laboratorio.

¿Considera que las instrucciones para su labor están claramente definidas?

10 respuestas



*Ilustración 4 Percepción sobre la Claridad de las Instrucciones Laborales – Laboratorio LHA*

De acuerdo con los resultados mostrados en la **Ilustración 4**, el 80% del personal considera que las instrucciones para su labor están claramente definidas, mientras que el 20% opina lo contrario. Este resultado indica que, aunque la mayoría percibe claridad en los procedimientos,

aún existe una oportunidad de mejora en la estandarización y comunicación de las instrucciones. Esto se alinea con los objetivos específicos del proyecto, ya que resalta la necesidad de analizar y optimizar los procesos de empaquetado, así como de proponer buenas prácticas que garanticen la comprensión y correcta ejecución de las tareas por parte de todo el equipo.

¿Cuáles tareas considera más repetitivas o que consumen más tiempo?

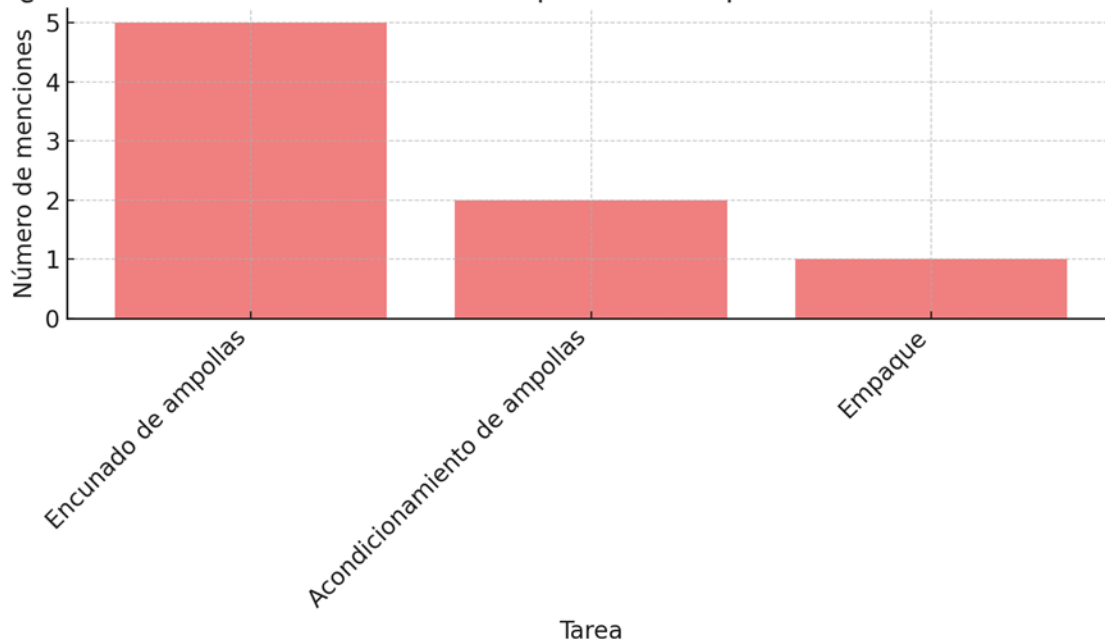


Ilustración 5 Tareas Más Repetitivas o que Consumen Más Tiempo – LHA

De acuerdo con los resultados mostrados en la Ilustración 5, la mayoría del personal del área de empaque identifica el encunado de ampollas como la tarea más repetitiva y demandante en términos de tiempo, con un total de cinco menciones. Le sigue el acondicionamiento de ampollas, señalado en dos respuestas, y finalmente el empaque, con una sola mención.

Estos resultados indican que el encunado representa un punto crítico dentro del flujo operativo, tanto por su frecuencia como por el tiempo que consume. Esta percepción del equipo coincide con los resultados de otras preguntas de la encuesta, como aquellas relacionadas con los retrasos del proceso.

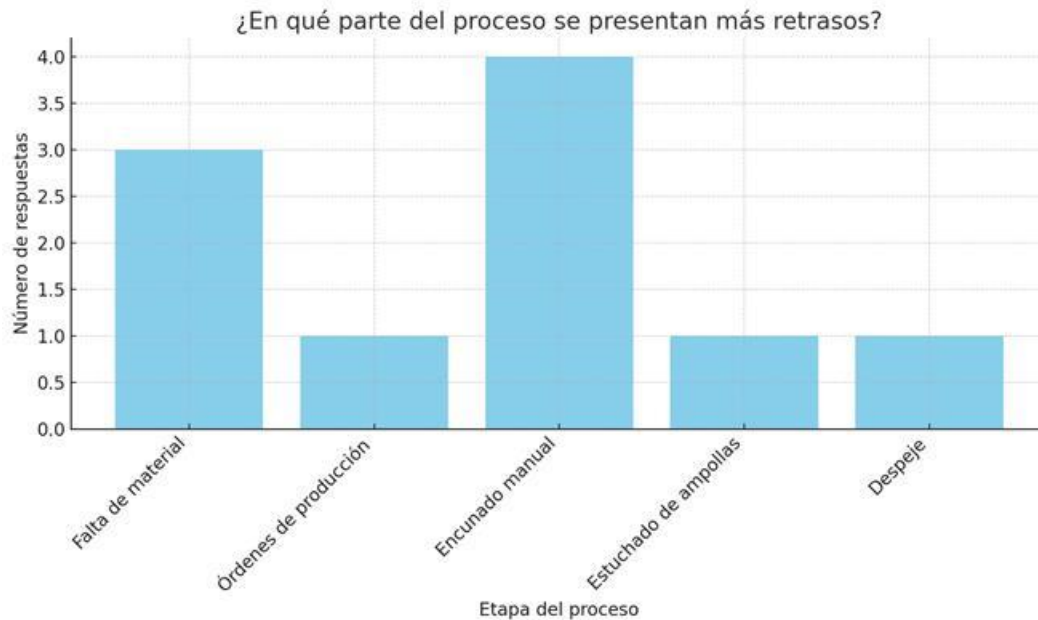


Ilustración 6 Identificación de Retrasos en el Proceso de Empaque – LHA – Laboratorio LHA

Del gráfico anterior, muestra que la mayoría de los retrasos señalados por el personal se concentran en dos áreas críticas:

Encunado manual (4 menciones)

Falta de material (3 menciones)

Otras áreas como órdenes de producción, estuchado de ampollas y despeje recibieron una mención cada una, lo que sugiere que si bien hay múltiples puntos donde se identifican retrasos, estos dos primeros representan los principales cuellos de botella en el proceso.

¿Con qué frecuencia se detiene el proceso por falta de materiales?

10 respuestas

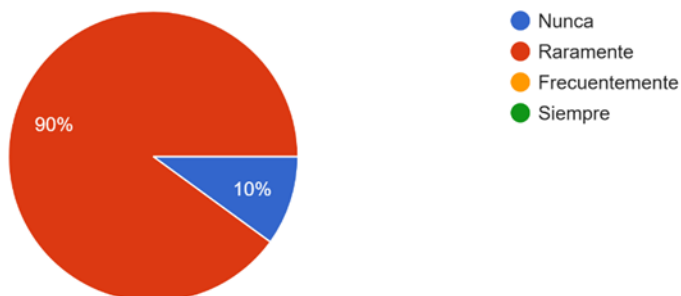


Ilustración 7 Frecuencia de Paros en el Proceso por Falta de Materiales – LHA

De acuerdo con la Ilustración 7, el 90% del personal indicó que el proceso se detiene raramente por falta de materiales, mientras que el 10% afirmó que nunca ocurre. Aunque las interrupciones no son frecuentes, su existencia sugiere la necesidad de mejorar la coordinación en el suministro de materiales para evitar impactos en la continuidad del proceso.

¿Qué tanto considera que sus movimientos diarios son eficientes?

10 respuestas

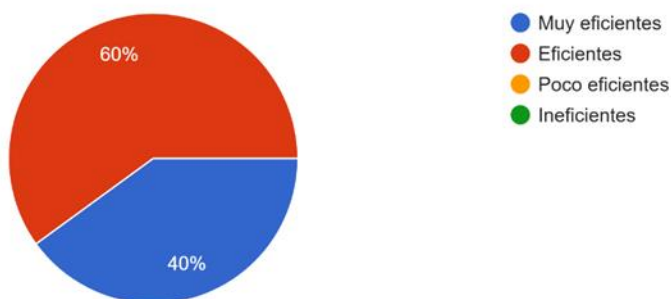


Ilustración 8 Percepción de Eficiencia en los Movimientos Diarios – LHA

De la anterior Ilustración 8, se observa que el 60% del personal considera que sus movimientos diarios son eficientes, mientras que el 40% los percibe como muy eficientes. Esta valoración

positiva indica una buena organización del espacio y tareas, aunque aún hay margen para optimizar procesos mediante mejoras ergonómicas o reordenamiento de estaciones de trabajo.

¿Cuenta con las herramientas necesarias para realizar su trabajo de manera eficiente?

10 respuestas

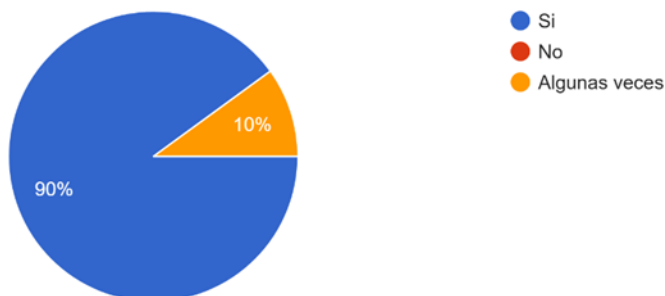


Ilustración 9 Disponibilidad de Herramientas para el Trabajo Eficiente – LHA

Con respecto a la Ilustración 9, el 90% del personal afirma contar con las herramientas necesarias para realizar su trabajo de manera eficiente, mientras que el 10% indica que solo las tiene algunas veces. Estos resultados reflejan una dotación adecuada, aunque se recomienda revisar casos específicos para garantizar que todos los puestos estén completamente equipados.

¿Qué tan cómodo se siente con la disposición física de su área de trabajo?

10 respuestas

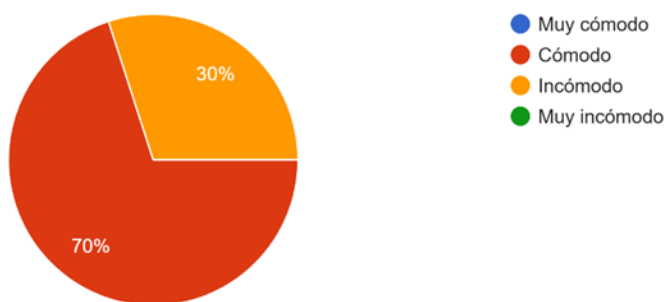


Ilustración 10 Comodidad con la Disposición Física del Área de Trabajo – LHA

Continuando con la Ilustración 10, el 70% del personal se siente cómodo con la disposición física de su área de trabajo, mientras que el 30% reporta sentirse incómodo. Aunque la mayoría percibe un entorno aceptable, estos datos sugieren que aún existen oportunidades de mejora ergonómica y de distribución para optimizar el confort y la eficiencia.

¿Existen tareas que considera que podrían ser automatizadas o mejoradas con tecnología?

10 respuestas

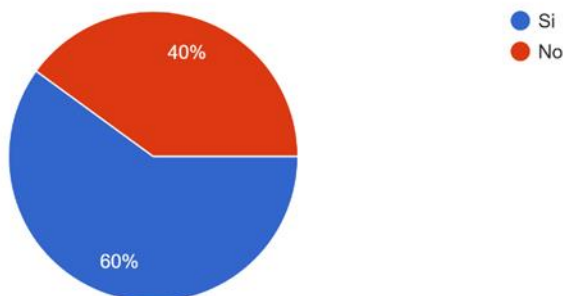


Ilustración 11 Percepción sobre Automatización de Tareas – LHA

La ilustración 11 nos muestra que, el 60% de los encuestados considera que existen tareas que podrían ser automatizadas o mejoradas con tecnología, mientras que el 40% no lo cree necesario. Esto refleja una apertura hacia la innovación en los procesos y sugiere oportunidades para introducir herramientas tecnológicas que optimicen tiempos y reduzcan esfuerzos repetitivos.

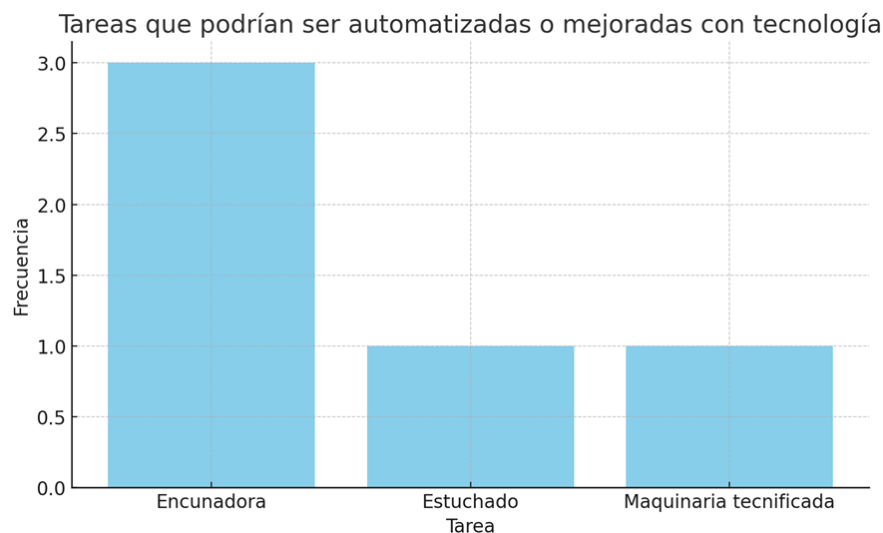


Ilustración 12 Tareas que podrían ser automatizadas o mejoradas con tecnología – LHA

Continuando con las respuestas de la Ilustración 12, de las 5 respuestas que fueron consideradas válidas, ya que 4 personas indicaron en la pregunta anterior que no identificaban tareas automatizables y una respuesta adicional fue descartada por no aportar información concreta.

Las respuestas válidas mencionan tareas específicas como la encunadora, estuchadora, inspeccionadora, el estuchado de gotas y el uso de maquinaria tecnificada. Estas observaciones reflejan una percepción clara sobre el potencial de automatización en procesos repetitivos o manuales. Las tareas señaladas coinciden con áreas comunes de oportunidad en las líneas de empaque, donde la implementación de tecnología puede acelerar el flujo de trabajo, minimizar errores humanos y mejorar la eficiencia operativa.



Ilustración 13 Mejoras sugeridas en el proceso de empaquetado – LHA

La Ilustración mostrada en la Ilustración 13, la mayoría de los trabajadores sugiere incorporar máquinas o maquinaria sofisticada y que el estuche llegue codificado como principales mejoras. También se mencionan la necesidad de contar con materiales y capacitación adecuados, asegurar que la materia prima esté en buen estado y optimizar el estuchado de gotas. Esto permite identificar las áreas prioritarias donde enfocar los esfuerzos de mejora para incrementar la productividad en el área de empaque.

¿Ha recibido capacitación reciente sobre técnicas de mejora o eficiencia en su trabajo?

10 respuestas

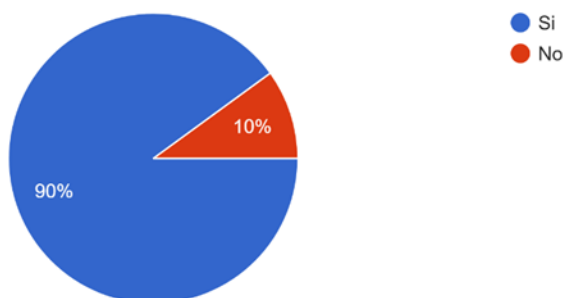


Ilustración 14 Capacitación reciente en técnicas de mejora – LHA

El 90% que se muestra en la Ilustración 14, reporta haber recibido capacitación reciente en técnicas de mejora o eficiencia, lo que indica un esfuerzo activo por parte de la organización en fortalecer las competencias del equipo. Este alto nivel de formación continua es un factor clave para la implementación efectiva de estrategias de optimización en el área de empaquetado. Solo el 10% manifestó no haber recibido este tipo de formación, lo cual representa una oportunidad de mejora para asegurar que todos los colaboradores estén alineados en conocimientos y herramientas para el desempeño eficiente de sus funciones.

¿Considera que su opinión es tomada en cuenta al momento de realizar cambios en el proceso?

10 respuestas

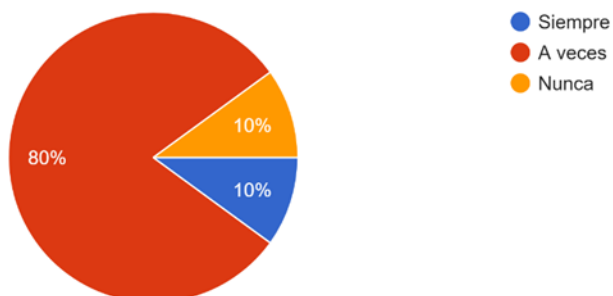


Ilustración 15 Percepción de cambios en la mejora de procesos – LHA

Ya finalizando con la Ilustración 15, revela que el 80% de los encuestados considera que su opinión solo es tomada en cuenta a veces, mientras que solo un 10% siente que siempre es escuchado y otro 10% indica que nunca lo es. Esto sugiere que, aunque los trabajadores tienen propuestas claras para la mejora de procesos, existe una oportunidad para fortalecer los canales de comunicación y participación, permitiendo que sus sugerencias sean consideradas de manera más sistemática en la toma de decisiones y en la implementación de cambios.

## Movimientos Therbligs

Elemento Observado	Descripción del Movimiento	Tipo de Movimiento (Therblig)	Clasificación	Frecuencia	Observaciones
Operario	Buscar caja vacía	Buscar	Ineficiente	12	Caja mal ubicada
Operario	Seleccionar productos	Seleccionar	Eficiente	25	-
Operario	Alcanzar cinta	Transportar	Ineficiente	10	Mesa demasiado alta
Operario	Armar y sellar caja	Usar	Eficiente	30	-
Operario	Esperar lote	Esperar	Ineficiente	8	Lote retrasado por materiales
Operario	Guardar en caja	Transportar manual	Eficiente	20	-
Operario	Mover caja a punto final	Transporte	Eficiente	20	-

Tabla 8 Resultado observación Estructurada Therbligs

Como se observa en la Tabla 8, durante la observación estructurada utilizando los movimientos Therbligs, donde fueron analizadas las tareas y/o actividades de los operarios en el proceso de empaquetado. Identificando y clasificando cada acción como eficiente o ineficiente. También, fueron evaluados los movimientos como buscar, seleccionar, transportar, ensamblar, inspeccionar, esperar, entre otros.

Los Therbligs **ineficientes más frecuentes** fueron:

- **Buscar:** 8 ocurrencias
- **Esperar:** 7 ocurrencias
- **Transportar innecesario:** 5 ocurrencias
- **Inspección redundante:** 5 ocurrencias

Indicando **fallas en la organización del puesto de trabajo** y la **disponibilidad oportuna de materiales**. Los operarios cuentan con destreza en la elaboración de sus procesos manuales que sugiere confianza. Sin embargo, aun puede haber espacio para mejoras en estándares o automatizaciones parciales para agilizar el proceso de empaquetado.

## Análisis de Movimientos Therbligs

El **análisis Therbligs**, como se observa en la Tabla 9, se evidencian las diferentes actividades con su respectiva clasificación. Siendo la más relevante para reducir los movimientos las clasificadas como **ineficientes** (buscar, esperar, transportar) que podrían reducirse con mejor disposición del espacio y estandarización de procesos.

Movimiento	Tipo Therblig	Clasificación	Observaciones
Buscar cajas	Buscar	Ineficiente	Reubicación sugerida
Transportar envases	Transportar	Ineficiente	Altura de mesa no ergonómica
Seleccionar	Seleccionar	Eficiente	-
Esperar lote	Esperar	Ineficiente	Sin aviso de disponibilidad
Sellar caja	Usar	Eficiente	Herramienta adecuada

Tabla 9 Análisis de movimientos Therbligs

## Tiempos y movimientos

A través del **formato de tiempos** que se observa en la tabla 10, se detectaron tareas con duración excesiva como el **alistamiento de cajas (50 s)** y el **almacenamiento final (50 s)**.

Tarea	Inicio	Fin	Duración (s)	Operario	Observaciones
Traslado de envases	8:00:00	8:00:45	45	1	-
Alistamiento de cajas	8:01:00	8:01:50	50	1	Caja faltante
Armado de caja	8:02:00	8:02:30	30	1	-
Empaquetado	8:02:45	8:04:00	75	1	Dificultad con etiquetas
Sellado de caja	8:04:10	8:04:30	20	1	-
Almacenamiento final	8:04:40	8:05:30	50	1	Caminata larga al estante

Tabla 10 Resultado observación tiempos y movimientos

## Indicadores PAMCO

Mediante la metodología PAMCO se identificaron, analizaron y clasificaron las paradas en la línea de empaquetado para identificar cuales podrían ser las mejoras. En la Tabla 11 se puede observar el resultado.

Indicador	Fórmula	Resultado
Utilización Efectiva	360 min / 480 min	75%
Utilización Producción	4500 unidades / 6000 unidades	75%
Eficiencia Producción	4500 unidades / 360 min (1 operario)	12.5 u/min
Utilización Operativa	390 min / 480 min	81.25%
Disponibilidad Operativa	470 min / 480 min	97.9%

Tabla 11 Resultado observación PAMCO

## Diagrama de Pareto

En la Tabla 12 se puede observar en el **diagrama de Pareto** la identificación de las principales causas de ineficiencia: falta de materiales (33%), mala disposición del área (25%) e instrucciones confusas (17%).

Frecuencia	%	% Acumulado
20	33%	33%
15	25%	58%
10	17%	75%
8	13%	88%
7	12%	100%

Tabla 12 Resultado observación PARETO

## Diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto)

- Problema central: Baja eficiencia en el empaquetado
- Materiales: falta de cajas, retraso en suministros
- Mano de obra: poca capacitación, falta de claridad en instrucciones
- Métodos: instrucciones incompletas, procedimientos mal definidos
- Máquinas: fallas menores en cinta transportadora
- Entorno: espacio físico reducido, mala disposición de herramientas
- Medición: tiempos no estandarizados, falta de seguimiento a indicadores

## Recomendaciones

El análisis de los resultados obtenidos mediante metodologías como Lean Manufacturing, PAMCO y estudios de Tiempos y Movimientos ha permitido identificar áreas de mejora en el proceso de empaquetado. Estos enfoques proporcionaron herramientas importantes para contar con un análisis y recomendaciones que ayuden a optimizar la eficiencia y reducir tiempos en este proceso. Es importante indicar que no solo puede ser utilizado para el procedimiento de empaquetado, sino para otros procesos como producción, o aquellos que utilicen líneas de trabajo. En particular, la implementación de buenas prácticas observadas en la Tabla 13 ofrece soluciones efectivas que pueden ser adoptadas progresivamente en el área de empaquetado.

Categoría	Propuesta de mejora
Layout y ergonomía	Rediseñar estaciones de trabajo para reducir desplazamientos innecesarios (Therbligs)
Gestión de materiales	Implementar sistema de reposición tipo Kanban para evitar paradas por insumos
Estandarización	Elaborar instructivos visuales para tareas críticas (checklists, diagramas)
Automatización	Incorporar etiquetado automático en lotes grandes
Formación y capacitación	Capacitar al personal en herramientas de mejora continua y eficiencia operativa
Control visual	Aplicar tableros Andon o señalización para flujos de producción

Tabla 13 Recomendaciones

Además, el Kaizen promueve la mejora continua mediante pequeños cambios constantes, involucrando a todo el equipo en el proceso de mejora. Estas prácticas, entre otras, contribuyen a crear un entorno de trabajo más organizado, seguro y eficiente, lo que se traduce en una mejora

de la productividad y calidad en el área de empaquetado. (Meléndez Cisneros, 2022; Mariátegui & Tapia, 2018).

Una continuación del estudio podría incluir la comparación entre diferentes líneas (estéril y no estéril), aportando al estudio un enfoque más amplio y revisando si las prácticas en ambas líneas son similares o presentan diferencias operativas y en su eficiencia.

Se recomienda emplear herramientas de simulación como **Arena o FlexSim** para modelar escenarios futuros y validar propuestas de rediseño del proceso antes de su implementación física, optimizando así recursos y tiempo (Pereda Rodríguez et al., 2023).

Ampliar el estudio cualitativo centrados en la percepción del personal podría brindar información clave sobre las barreras culturales y sociales que afectan el rendimiento en la línea de empaque (Ortega Holguín, 2022).

Un **proyecto de grado que dé continuidad a este estudio** podría tener como objetivo profundizar en la implementación de las herramientas de mejora continua, y validar su impacto con una metodología más amplia o enfocarse en PAMCO combinada con la de tiempos y movimientos, Lean-Kaizen, con un enfoque más amplio y robusto.

## Resultados:

En el desarrollo del proyecto de investigación con el fin de identificar las principales deficiencias en la línea de producción estéril del laboratorio LHA, para la optimización de sus procesos. Se propusieron unos objetivos específicos. A continuación, se abordará como fueron desarrollados cada uno de ellos.

- a. **Analizar los procesos de empaquetado para identificar las oportunidades de mejora:** Una de las primeras acciones a realizar fue observar como se encontraba estructurada la línea de empaquetado de productos terminados. Para

ello, se utilizaron herramientas como el análisis de Therbligs y el estudio de tiempos y movimientos. Con estas metodologías permitió identificar actividades o que agregan valor, como el exceso en los desplazamientos, la búsqueda de materiales y tiempos de espera innecesarios.

Gracias a la observación se pudo evidenciar que muchos de los movimientos ejecutados por los operarios no estaban alineados con una lógica de eficiencia. Por ejemplo, tareas como “buscar cajas”, “caminar de un punto a otro sin carga”, “puestos de trabajo que generan mayor cansancio y reduce el rendimiento en el transcurso de la jornada”, son estas actividades comunes. Lo que sugiere que la disposición física del área de trabajo y la organización de materiales no están optimizadas o ubicadas de manera estratégica que permita reducir los tiempos muertos o desplazamientos innecesarios.

A través del formato de toma de tiempos, también fue posible registrar la duración de tareas clave como el armado de cajas, el empaquetado y el traslado de envases. Los datos arrojaron importantes diferencias entre operarios, lo que señala la ausencia de una estandarización clara y agilidad entre diferentes operarios, anquen esta no era muy mínima.

Estos hallazgos fueron respaldados por las entrevistas realizadas a los operarios, quienes compartieron de manera honesta sus percepciones sobre el proceso. Muchos coincidieron en que a veces no cuentan con las herramientas necesarias, o que se enfrentan a demoras por falta de materiales, lo cual confirma las observaciones técnicas.

- b. Identificar y seleccionar la metodología y/o herramienta de mejora que mejor se adapte a los sistemas de empaquetado de la línea estéril:** Una vez identificadas las principales debilidades del proceso, se procedió a analizar la o

las metodologías que podrían ser aplicadas para resolver estas situaciones. Se realizó una investigación de diferentes metodologías usadas y enfocadas en la mejora de productividad en procesos productivos, mejora continua y manos de obra. Las siguientes herramientas fueron identificadas y seleccionadas: herramientas: Lean Manufacturing, el sistema PAMCO, y el análisis de causa y efecto.

Con lo anterior se llegó a la conclusión que Lean Manufacturing ofrecía una estructura sólida para reorganizar los procesos y eliminar desperdicios, mientras que PAMCO servía como complemento, al brindar métricas específicas para monitorear el rendimiento operativo.

Además, el análisis de Therbligs no solo sirvió para diagnosticar, sino también como apoyo para rediseñar los flujos de trabajo, al permitir clasificar los movimientos en eficientes e ineficientes. Esta información resultó clave para seleccionar acciones concretas de mejora.

Por lo tanto, se decidió trabajar con un enfoque combinado, donde Lean funciona como la base metodológica para el rediseño de procesos, y PAMCO como el sistema de evaluación y seguimiento del impacto de las mejoras implementadas (Meléndez Cisneros, 2022).

- c. **Recolectar y analizar datos a través de entrevistas y toma de tiempos en los procesos:** Para poder realizar un análisis en el proceso, se requería no solo contar con datos cuantitativos sino también cualitativos que ayudaran a tener datos más concretos alineados a la realidad. Este objetivo se abordó mediante tres herramientas fundamentales: entrevistas, cronometraje de tareas y observación estructurada.

Las entrevistas a los 10 operarios permitieron conocer su perspectiva de forma cualitativa. Ellos hablaron sobre la claridad de las instrucciones, la frecuencia de interrupciones por falta de materiales y su percepción sobre la eficiencia de sus movimientos. Esta información fue valiosa porque reveló factores que no siempre se observan a simple vista, como la necesidad de mejoras en la comunicación y la adecuación física del espacio.

Por otro lado, el estudio de tiempos permitió establecer cuánto tarda, en promedio, cada actividad, como el armado de cajas y alistamiento de materiales.

Finalmente, el análisis Therbligs confirmó que un porcentaje importante del tiempo se gasta en movimientos que no aportan valor directo al producto. Este dato, aunque técnico, refleja una realidad tangible: se podría producir más y mejor con los mismos recursos, si se optimizan los procesos.

**d. Proponer un conjunto de buenas prácticas para optimizar los procesos de empaquetado**

Con los datos obtenidos y las herramientas seleccionadas, fue posible diseñar una serie de **buenas prácticas** pensadas específicamente para el entorno del laboratorio LHA. Estas recomendaciones no son teóricas, sino que surgen de observar, analizar y entender cómo se trabaja actualmente y qué podría mejorarse.

Una de las primeras acciones propuestas es la implementación de la metodología **5S**, que busca ordenar, limpiar y estandarizar los espacios de trabajo. Aplicarla permitiría que cada herramienta tuviera un lugar asignado y que se redujeran los tiempos perdidos buscando materiales. Esto, a su vez, puede mejorar la seguridad y reducir el estrés laboral.

Otra práctica clave es la **estandarización de tareas**, especialmente aquellas como el armado de cajas. Para ello, se podrían crear instructivos visuales y capacitar a todos los operarios bajo los mismos criterios. Esto reduciría las diferencias de tiempo y aumentaría la productividad general.

Se recomienda también implementar un sistema **Kanban**, que permita mantener control visual del inventario de insumos y así evitar interrupciones por falta de materiales. De esta manera, el flujo de trabajo se mantendría constante y predecible.

El enfoque **Kaizen** también puede jugar un papel importante, al fomentar una cultura de mejora continua. Se sugiere realizar reuniones periódicas donde los operarios puedan compartir ideas de mejora, problemas detectados o nuevas formas de hacer las tareas. Involucrar al personal en este proceso no solo mejora la eficiencia, sino también el clima laboral y el sentido de pertenencia.

Finalmente, con los indicadores PAMCO se podría hacer un seguimiento mensual al rendimiento de las máquinas y procesos, permitiendo tomar decisiones basadas en datos concretos. Indicadores como la utilización efectiva o la eficiencia de producción son herramientas poderosas para monitorear avances y justificar cambios ante la gerencia.

La implementación de estas prácticas no requiere grandes inversiones, pero sí compromiso y constancia. Si se aplican correctamente, los beneficios serán evidentes en poco tiempo: reducción de desperdicios, mayor productividad, mejor organización y un equipo más involucrado con su trabajo (Mariátegui & Tapia, 2018; Estrada Nieto, 2019).

## Conclusiones:

A partir del desarrollo del proyecto de investigación en la planta de producción estéril del laboratorio LHA, se pudo tener una visión detallada y estructurada de los procesos involucrados en el área de empaquetado. A través del enfoque cuantitativo, se logró identificar, medir y analizar aspectos claves del desempeño operativo, permitiendo identificar no solo las tareas críticas y los puntos de mejora, sino también las fortalezas que podrían tener una eficiencia, generando un alto valor en el proceso. Esto permitió dar **cumplimiento al objetivo general**, el cual consistía en *“Realizar un diagnóstico en la planta de producción del laboratorio LHA con el fin de identificar las oportunidades de mejora en los procesos de empaquetado, mediante la aplicación de metodologías como Lean Manufacturing y/o PAMCO, adaptadas a las necesidades de dichos procesos”*. Mediante los análisis del proceso de empaquetado, estos arrojaron una clasificación en los movimientos ineficientes entre los operarios, especialmente en acciones como: buscar materiales, esperar instrucciones o desplazarse innecesariamente dentro del área de trabajo, permitiendo tener un panorama más claro y proponer soluciones con evidencia y datos.

Estas acciones, fueron identificadas a través del método de observación **Therbligs**, representaron cerca del **42%** de los movimientos totales observados. Estos datos, nos pueden indicar que el entorno de trabajo aún no ha logrado un nivel óptimo de estandarización y organización física, lo cual representa en pérdidas de tiempo y energía que pueden afectar negativamente la productividad.

En línea con el **primer objetivo específico**, que era *“Identificar y seleccionar la metodología y/o herramienta de mejora que mejor se adapte a los sistemas de empaquetado de la línea estéril”*, se han notado varias oportunidades para mejorar tanto el diseño del flujo operativo como la disposición física del área. Los movimientos ineficientes no solo afectan los tiempos de producción, sino que también contribuyen al cansancio del personal y aumentan la posibilidad de

cometer errores. Se observaron situaciones donde los operarios tenían que realizar inspecciones innecesarias o se veían obligados a detener sus actividades por falta de insumos. Este hallazgo subraya la importancia de implementar estrategias que busquen eliminar desperdicios, como las observadas en la **tabla 13**.

Para alcanzar el **segundo objetivo** específico que era “*identificar y seleccionar la metodología de mejora más adecuada*”, se revisaron diversas metodologías y herramientas aplicadas al proceso, destacando la efectividad de **Lean Manufacturing** y **PAMCO** como enfoques complementarios. **Lean** permitió identificar acciones innecesarias y oportunidades de reestructuración, mientras que **PAMCO** facilitó una evaluación cuantitativa de la eficiencia de los equipos a través de indicadores como la utilización efectiva, la eficiencia de producción y la disponibilidad operativa. Adicional de los datos cuantitativos facilitados por los operarios. La encuesta evidencia que el área de empaque cuenta con un equipo mayoritariamente experimentado, lo que representa un punto importante para el diagnóstico e implementación de mejoras. Sin embargo, la presencia de personal nuevo destaca la importancia de estandarizar procesos y reforzar la capacitación. Estos resultados respaldan la pertinencia de aplicar metodologías como Lean.

Por ejemplo, la utilización efectiva se situó en un **75%**, lo que sugiere que hay un **25%** del tiempo que podría ser mejor aprovechado y la eficiencia de producción es **12.5 unidades/minuto** aproximadamente con una disponibilidad operativa del **97.9%**

La combinación de metodologías resultó ser la más adecuada para el contexto analizado, ya que une una perspectiva operativa con datos medibles que son útiles para la toma de decisiones. El diagnóstico realizado, basado en herramientas Lean como el análisis de Therbligs, estudio de tiempos y movimientos, entrevistas estructuradas y la aplicación de indicadores PAMCO, permitió detectar cuellos de botella y tareas repetitivas o ineficientes que afectan la productividad en el área de empaquetado.

La observación estructurada no solo permitió medir objetivamente los movimientos de los operarios, sino también detectar los puntos críticos del proceso, lo que aporta directamente al objetivo de proponer mejoras basadas en evidencia empírica. Esto refuerza la utilidad del enfoque Lean Manufacturing en el contexto farmacéutico.

La utilización de metodologías cuantitativas evidenció áreas críticas donde se pueden aplicar mejoras específicas para optimizar la eficiencia operativa.

Para alcanzar el **tercer objetivo** específico, que consistía en “*recolectar y analizar datos a través de entrevistas y toma de tiempos*”, fueron realizadas entrevistas a los operarios, permitiendo conocer su percepción sobre el proceso, y los formatos de toma de tiempo aportaron datos valiosos para entender cómo se distribuye la carga. Esta triangulación entre lo cuantitativo y lo cualitativo fortaleció el análisis y aseguró una comprensión más integral del entorno de trabajo. Existen claras oportunidades de mejora relacionadas con gestión de materiales, diseño del puesto de trabajo y comunicación de procedimientos.

La metodología Lean Manufacturing mostró alta capacidad para identificar desperdicios y oportunidades en la ergonomía, mientras que PAMCO brindó una visión objetiva del rendimiento general del proceso. Se recomienda una combinación de ambas metodologías para un enfoque integral.

Basado en los resultados de cada uno de los análisis relacionados, se dio cumplimiento al **cuarto objetivo** que era “*buenas prácticas basadas en las metodologías seleccionadas*”. Con metodología Lean Manufacturing, mostró alta capacidad para identificar desperdicios y oportunidades en la ergonomía, mientras que PAMCO brindó una visión objetiva del rendimiento general del proceso. Por tal razón, se usó la combinación de ambas metodologías para contar con un enfoque más integral.

En definitiva, el cumplimiento de los objetivos específicos y general no solo valida el enfoque metodológico adoptado, sino que ofrece al laboratorio LHA una hoja de ruta clara para

transformar su proceso de empaquetado en una operación más ágil, eficiente y sostenible a largo plazo.

## Referencias

Acebo, M., Quezada, A., Rodríguez, J., Méndez, S., & Quijano, J. (2018). *Industria farmacéutica: Estudios industriales. Orientación estratégica para la toma de decisiones*. Espae, p.39,2018.

Baquero Castillo, Y. M., Rojas Aldana, J. R., & Sánchez Parra, A. Y. (2024). *Optimización de los procesos de la industria alimentaria a través del uso de la metodología lean manufacturing*. Especialización en Gerencia Procesos de Calidad e Innovación Virtual. Universidad EAN.

Estrada Nieto, F. A. (2019). *aplicación de una herramienta metodológica para optimizar y mejorar el flujo de producción del área de fabricación de una empresa del sector farmacéutico en la ciudad de Cali*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76584/2019-Fabian%20Andres%20Estrada%20Nieto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández Matías, J.C., Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing conceptos, técnicas e implementación*. Escuela de organización industrial. Recuperado a partir de [https://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI\\_LeanManufacturing\\_2013.pdf](https://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf)

Herrera Vega, J. C., Hernández Palma, H. G., & Herrera Vidal, G. (2021). *Cadena Logística en los Procesos de Recepción y Despacho de Contenedores en una empresa Naviera*. *Inge Cuc*, 17(1), 156–164. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.12>

Htun, A., Maw, T. T., & Khaing, C. C. (2019). *Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS)*. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*

Research, 8, 469-474. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84921786710&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&cluster=solang%2C%22Spanish%22%2Ct%2Bscocexactkeywords%2C%22Article%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28lean+AND+manufacturing%29&sessionSearchId=f536a9afde4cd235f82155053683113>  
a

INVIMA. (2024). Medicamentos y productos biológicos. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Recuperado a partir de <https://www.invima.gov.co/el-instituto/que-hacemos>

La República. (2020, 22 de enero). *Los medicamentos homeopáticos tienen su boom en medio de la pandemia*. La República. Recuperado a partir de <https://www.larepublica.co/empresas/los-medicamentos-homeopaticos-tienen-su-boom-en-medio-de-la-pandemia-3031357>

La República. (2023, 20 de diciembre). Producción de medicamentos genéricos representa cerca de 40% de todas las ventas. La República. Recuperado a partir de <https://www.larepublica.co/empresas/produccion-de-medicamentos-genericos-representa-cerca-de-40-de-todas-las-ventas-3676114>

Laboratorio LHA. (s. f.). Sitio web oficial. <https://lha.com.co/>

Laboratorio LHA. (2024). *Guía de talento humano* (TLH-POE-158-002). Documento interno no publicado.

Llarena T, C.O., y Sánchez M, A. (2020). *Análisis de caso para un estudio de tiempos y movimientos, desde el punto de vista de la industria 4.0: kaizen en un robot*. NOVUM, 2(10), 165 - 181.

Mariátegui, M. O., & Tapia, A. (2018). Impacto de la metodología Therbligs en el estudio de tiempos y movimientos para la manufactura industrial en Latinoamérica. Una revisión de literatura (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/11537/15135>

Meléndez Cisneros, J. E. (2022). *Propuesta técnica para reducir los desperdicios en la línea de producción de líquidos estériles en un laboratorio farmacéutico ubicado en la ciudad de Guayaquil*. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23882/1/UPS-GT004096.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (2007). *Resolución 4594 de 2007*. Recuperado a partir de [https://www.invima.gov.co/sites/default/files/medicamentos-y-productos-biologicos/registro-sanitario-homeo-fito-y-prodiarios/resolucion\\_minproteccion\\_4594\\_2007.pdf](https://www.invima.gov.co/sites/default/files/medicamentos-y-productos-biologicos/registro-sanitario-homeo-fito-y-prodiarios/resolucion_minproteccion_4594_2007.pdf)

Moreira Pico, J., & Ramos Alfonso, Y. (2024). *Estudio de tiempos y movimientos en el área de almacenamiento de una comercializadora avícola*. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación. ISSN: 2737-6249., 7(13 Ed. esp.), 45-61. Recuperado a partir de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/189>

Ortega Holguin (2022). Propuesta de optimización para la mejora de la eficiencia de la línea de líquidos estériles en una industria farmacéutica de la ciudad de guayaquil mediante la metodología PAMCO. Recuperado a partir de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21790/1/UPS-GT003598.pdf>

Pereda Rodríguez, D., Alfonso Orta, I., Jiménez López, G., & Ortega Larrea, G. (2023). Defectos de calidad en productos farmacéuticos comercializados en Cuba. *Revista Cubana de Farmacia*, 56(4). Recuperado de <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/872>

Pereda Rodríguez, J., Torres, A. & Mejía, L. (2023). Herramientas de mejora continua y su impacto en la productividad industrial. Editorial Técnica Latinoamericana.

Salazar López, B. (2019, 25 de junio). *Micromovimientos*. Ingeniería Industrial Online. Recuperado a partir de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/micromovimientos/>

Samaniego Guevara, H. (2021). Plan de producción farmacéutica de soluciones parentales con programación lineal. *Estudios de la Gestión. Revista Internacional de Administración*, 10, 187-210. <https://doi.org/10.32719/25506641.2021.10.9>

The Insight Partners. (2022, 20 de mayo). *Homeopathy market research report: Global analysis and forecast to 2030*. The Insight Partners. Recuperado a partir de <https://www.theinsightpartners.com/es/reports/homeopathy-market>

Yadav, G., Luthra, S., Huisingh, D., Mangla, S., Narkhede, B., & Liu, Y. (2020). Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118726. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118726>