



Fundación Universitaria
SAN MATEO

TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD



Fundación Universitaria
SAN MATEO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA MEDIANTE TÉCNICAS LEAN
MANUFACTURING EN BELL FLAVORS**

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DE OPCIÓN DE GRADO

VALERIA CARO MONTAÑEZ

ANDRES FELIPE PAMPLONA PERALTA

DIRECTOR (A)

ROSA NATHALY LAY DE LEON

BOGOTÁ D.C

2026

NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL

“La Fundación Universitaria San Mateo NO se hace responsable de los conceptos emitidos en el presente documento, el departamento de investigaciones velará por el rigor metodológico de la investigación”.

CONTENIDO

Contenido

CAPITULO I	18
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
Presentación del problema de investigación	18
Pregunta problema	20
Justificación	20
Objetivos	22
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos	22
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
Antecedentes de la investigación	23
Marco teórico	25
Sistema de producción Toyota	25
Pensamiento Lean Manufacturing.....	27
Value Stream Mapping (VSM)	28

Teoría de restricciones (TOC)	29
Marco conceptual.....	30
Marco legal	34
CAPITULO III.....	38
DISEÑO METODOLÓGICO	38
Tipo de investigación	38
Población	39
Universo.....	39
Población	40
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Técnicas de análisis de la información	41
Criterios de calidad de la investigación	42
CAPITULO IV.....	44
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
Resultados del objetivo específico no. 1	44
Mapa de flujo de valor	46
Análisis del Lead Time	48
Clasificación de actividades con valor agregado y sin valor agregado	49

Porcentaje de valor agregado	50
Determinación del Takt Time	52
Identificación del cuello de botella.....	53
Cuantificación de desperdicios Lean	54
Evaluación de la metodología 5S	55
Análisis económico de los desperdicios costos asociados a tiempos de espera	56
Costos asociados a productos defectuosos.....	57
Evaluación del indicador OEE	57
Resultados del objetivo específico no. 2	59
Comparación entre el Tiempo de Ciclo y el Takt Time del proceso productivo.....	60
Identificación de causas raíz mediante el Diagrama de Ishikawa	61
Priorización de oportunidades de mejora	63
Diagrama de Pareto.....	64
Resultados del objetivo específico no. 3	67
Propuesta 1. Implementación de la metodología 5S.....	67
Propuesta 2. Optimización del flujo mediante Value Stream Mapping (VSM)	68

Propuesta 4. Implementación de indicadores Lean.....	70
Comparación entre el estado actual y el estado proyectado	70
Validación de las oportunidades de mejora	71
Plan de implementación de las propuestas de mejora	72
CAPÍTULO V.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	79
Anexo A - Lista de chequeo 5S	79
Resultado general	81
Anexo B - Formato de observación	82
Anexo C - Formato de tiempos.....	83
Anexo D - Validación del instrumento de recolección de información	84
Objetivo	84
Instrumentos sometidos a validación	84
Procedimiento de validación.....	85
Resultados de la validación.....	85
Conclusión	86

Aprobación.....	86
Anexo E - Registro de la prueba piloto de los instrumentos de recolección de información	87
Información general	87
Objetivo de la prueba piloto	87
Descripción de la prueba piloto	88
Actividades verificadas durante la prueba piloto	88
Resultados obtenidos	89
Ajustes realizados.....	89
Resultado de la validación	90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Método de investigación - Fuente: Elaboración propia.....	43
Ilustración 2 Diagrama de flujo del proceso de producción de saborizantes líquidos - Fuente: Elaboración propia a partir de observación directa en Bell Flavors & Fragrances (2025).....	45
Ilustración 3 Mapa de Flujo de Valor (VSM) del estado actual - Fuente: Elaboración propia.	47
Ilustración 4 Comparación entre el Tiempo de Ciclo de las operaciones y el Takt Time del proceso productivo - Fuente: Elaboración propia a partir de observación directa y registros internos de Bell Flavors & Fragrances (2025).	60
Ilustración 5 Diagrama de Ishikawa para la identificación de causas raíz - Fuente: Elaboración propia.	62
Ilustración 6 Diagrama de Pareto de los tiempos de espera - Fuente: Elaboración propia a partir de registros internos y observación directa en Bell Flavors & Fragrances (2025).....	65
Ilustración 7 Mapa de Flujo de Valor del Estado Futuro - Fuente: Elaboración propia.	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Procesos de producción de saborizantes líquidos - Fuente: Elaboración propia a partir de observación directa y registros internos de Bell Flavors & Fragrances (2025).	46
Tabla 2 Análisis Lead time - Fuente: Elaboración propia a partir de observación directa y registros internos de Bell Flavors & Fragrances (2025).	48
Tabla 3 Clasificación de actividades con valor agregado y sin valor agregado - Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de Rother y Shook (2003).	50
Tabla 4 Porcentaje de valor agregado - Fuente: Elaboración propia.	51
Tabla 5 Cálculo del Takt Time - Fuente: Elaboración propia.	52
Tabla 6 Identificación del cuello de botella - Fuente: Elaboración propia.	53
Tabla 7 Tipos de desperdicio presentes en el proceso productivo - Fuente: Elaboración propia.	55
Tabla 8 Evaluación de la metodología 5S - Fuente: Elaboración propia.	56
Tabla 9 Priorización de oportunidades de mejora - Fuente: Elaboración propia.	64
Tabla 10 Indicadores propuestos para el seguimiento del proceso - Fuente: Elaboración propia.	70

Tabla 11 Comparación de indicadores del estado actual y estado
proyectado - **Fuente:** Elaboración propia. 71

Tabla 12 Plan de implementación de las propuestas de mejora - **Fuente:**
Elaboración propia 73

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer oportunidades de mejora para el proceso productivo de saborizantes líquidos de la empresa Bell Flavors & Fragrances mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, con el propósito de fortalecer la eficiencia operativa y reducir los desperdicios presentes en el sistema productivo.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con alcance descriptivo y diseño no experimental de tipo estudio de caso. La recolección de información se realizó mediante observación directa, medición de tiempos, revisión documental y aplicación de herramientas Lean como el Value Stream Mapping (VSM), estudio de tiempos, análisis de actividades con y sin valor agregado, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y evaluación de la metodología 5S.

Los resultados del diagnóstico permitieron identificar un Lead Time de 1.170 minutos, de los cuales únicamente 215 minutos (18,38 %) corresponden a actividades que agregan valor al producto. Asimismo, se evidenciaron tiempos de espera acumulados de 820 minutos, un inventario en proceso de 2.270 kg y restricciones de capacidad en las etapas de mezcla y solidificación, identificadas como los principales cuellos de botella del proceso. El análisis de las causas permitió establecer que las mayores oportunidades de mejora se relacionan con la reducción de tiempos improductivos, la disminución de inventarios intermedios y la estandarización de las actividades operativas.

Como resultado de la investigación, se formularon oportunidades de mejora fundamentadas en los principios de Lean Manufacturing, incluyendo la implementación de la metodología 5S, el rediseño del flujo de valor mediante un

VSM de estado futuro, el balanceo de las operaciones críticas y el seguimiento de indicadores de gestión.

Se concluye que la aplicación de estas herramientas contribuiría al fortalecimiento de la eficiencia operativa, la reducción de desperdicios y la mejora continua del proceso productivo de Bell Flavors & Fragrances.

Palabras clave:

Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, eficiencia operativa, desperdicios, mejora continua, industria de saborizantes.

ABSTRACT

The objective of this research was to propose opportunities for improvement in the liquid flavoring production process at Bell Flavors & Fragrances through the application of Lean Manufacturing tools, with the aim of enhancing operational efficiency and reducing waste in the production system.

Methodologically, the study was conducted using a mixed-methods approach, with a descriptive scope and a non-experimental case study design. Data collection was conducted through direct observation, time measurement, document review, and the application of Lean tools such as Value Stream Mapping (VSM), time studies, analysis of value-added and non-value-added activities, Ishikawa diagrams, Pareto charts, and evaluation of the 5S methodology.

The results of the analysis identified a lead time of 1,170 minutes, of which only 215 minutes (18.38%) correspond to activities that add value to the product. In addition, cumulative wait times of 820 minutes, work-in-process inventory of 2,270 kg, and capacity constraints in the mixing and solidification stages were identified as the main bottlenecks in the process. The root cause analysis determined that the greatest opportunities for improvement relate to reducing unproductive time, lowering work-in-process inventory, and standardizing operational activities.

As a result of the investigation, improvement opportunities were formulated based on the principles of Lean Manufacturing, including the implementation of the 5S methodology, the redesign of the value stream using a future-state VSM, the balancing of critical operations, and the monitoring of management indicators.

It is concluded that the application of these tools would contribute to strengthening operational efficiency, reducing waste, and continuously improving the production process at Bell Flavors & Fragrances.

Key words:

Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, operational efficiency, waste, continuous improvement, flavorings industry.

INTRODUCCIÓN

En un entorno industrial cada vez más competitivo, las organizaciones buscan optimizar sus procesos productivos para mejorar la calidad, reducir costos y cumplir oportunamente con los requerimientos del cliente. En este contexto, Lean Manufacturing se ha consolidado como una filosofía de gestión orientada a la eliminación de desperdicios y a la mejora continua, permitiendo incrementar la eficiencia operativa mediante la optimización del flujo de producción y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Bell Flavors & Fragrances, empresa dedicada a la fabricación de sabores y fragancias para diferentes industrias, desarrolla un proceso productivo que comprende actividades como recepción de materias primas, almacenamiento, pesaje, mezcla, control de calidad, empaque y despacho; durante estas etapas pueden presentarse tiempos de espera, acumulación de inventarios y otras actividades que no agregan valor al producto, afectando la eficiencia del sistema y la capacidad de respuesta frente a la demanda.

En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo proponer oportunidades de mejora para el proceso productivo de Bell Flavors & Fragrances a partir del diagnóstico y análisis realizados mediante técnicas Lean Manufacturing, orientadas al fortalecimiento de la eficiencia operativa; para ello, se realizó un diagnóstico del proceso mediante herramientas como el Value Stream Mapping (VSM), el estudio de tiempos y el análisis de actividades con y sin valor agregado; posteriormente, se identificaron las principales causas de ineficiencia mediante el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto, lo que permitió formular propuestas de mejora orientadas a optimizar el flujo del proceso y reducir los desperdicios identificados.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con un alcance descriptivo y un diseño no experimental de tipo estudio de caso, utilizando técnicas de observación directa, revisión documental, medición de tiempos y herramientas propias de Lean Manufacturing. Los resultados obtenidos permitieron identificar oportunidades de mejora relacionadas con la reducción de tiempos improductivos, la optimización de las operaciones críticas y el fortalecimiento del control del proceso mediante indicadores de gestión.

El documento se estructura en cuatro capítulos, el Capítulo I presenta el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación; el Capítulo II desarrolla el marco referencial que sustenta el estudio; el Capítulo III expone la metodología, los resultados obtenidos y las oportunidades de mejora propuestas; finalmente, se presentan las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos que respaldan el desarrollo de la investigación.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Presentación del problema de investigación

La eficiencia operativa en la industria manufacturera contemporánea supera la mera optimización de recursos y se consolida como un determinante estructural de la sostenibilidad y la competitividad en escenarios de alcance global. En actividades especializadas como la producción de saborizantes, donde la exactitud en las formulaciones y el cumplimiento riguroso de estándares de calidad resultan ineludibles, la gestión del flujo de trabajo adquiere una relevancia estratégica. Kumar et al. (2025) sostienen que la articulación de prácticas de Lean Manufacturing con enfoques orientados a la sostenibilidad y la resiliencia organizacional facilita la reducción sistemática de desperdicios y favorece la capacidad de adaptación frente a variaciones en la demanda, garantizando la continuidad operativa y el cumplimiento de los requerimientos del cliente. Dicho planteamiento impulsa la evolución de esquemas productivos convencionales hacia configuraciones de alto desempeño, centradas en la generación consistente de valor a lo largo de todas las etapas del proceso.

La materialización de tales mejoras presenta dificultades relevantes en contextos productivos de elevada complejidad, como los sistemas Job Shop flexibles, reconocidos por la diversidad de productos y la existencia de rutas de procesamiento no lineales. Laptin et al. (2023) advierten que la incorporación de restricciones técnicas ampliadas, entre las que se incluyen tiempos de preparación dependientes de la secuencia y ventanas temporales estrictas, limita la eficacia de la programación de operaciones y favorece la aparición de cuellos de botella junto con periodos de inactividad no previstos. Dicha

complejidad operativa se manifiesta en una visibilidad reducida del flujo real de materiales y en la acumulación de inventarios en proceso, condiciones que obstaculizan la atención oportuna de los pedidos y deterioran el desempeño global de la planta.

La permanencia de ineficiencias adquiere una connotación estratégica, dado que incide de manera directa en la rentabilidad y en la capacidad de cumplimiento organizacional. La carencia de herramientas analíticas orientadas a la minimización del makespan y a la optimización de la asignación de recursos propicia un aprovechamiento limitado de la capacidad instalada y un aumento sostenido de los costos operativos. Zhang et al. (2025) señalan que, ante la ausencia de algoritmos de optimización robustos con capacidad para gestionar múltiples objetivos de forma simultánea, las organizaciones suelen operar con márgenes de seguridad elevados y ciclos de producción prolongados, situación que debilita la posición competitiva y restringe las oportunidades de expansión en entornos de mercado caracterizados por altos niveles de exigencia.

El panorama descrito se corresponde con la realidad operativa de Bell Flavors & Fragrances, empresa dedicada a la producción de saborizantes artificiales líquidos. A pesar de su reconocimiento en el sector, la organización afronta desafíos derivados de un esquema de producción bajo pedido y de la variabilidad inherente a los procesos de mezcla y estandarización. Se evidencia un vacío técnico relevante, asociado a la inexistencia de un sistema de evaluación del desempeño sustentado en principios Lean que permita cuantificar pérdidas ocasionadas por tiempos de espera y desplazamientos innecesarios. Dicha limitación restringe la identificación sistemática de causas raíz y reduce la capacidad directiva para formular acciones correctivas respaldadas por información objetiva, con efectos directos sobre la agilidad operativa y la eficiencia integral de la planta.

Con el propósito de abordar la problemática de forma estructurada, el proyecto plantea un estudio orientado a la evaluación de la eficiencia operativa mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing. En coherencia con los planteamientos de Kumar et al. (2025) acerca de la articulación entre Lean y la mejora continua, se desarrollará un diagnóstico exhaustivo que permita mapear el flujo de valor vigente, reconocer los principales focos de desperdicio y formular estrategias de optimización ajustadas a las condiciones del proceso. De manera complementaria, se incorporarán modelos avanzados de programación propuestos por Laptin et al. (2023), con el fin de gestionar las restricciones técnicas y favorecer una mayor fluidez productiva. La ejecución de dicha propuesta contribuirá a reducir la brecha entre el desempeño actual de Bell Flavors y los referentes de excelencia operativa, fortaleciendo su competitividad y asegurando niveles consistentes de calidad en cada entrega.

Pregunta problema

¿De qué manera las técnicas Lean Manufacturing permiten evaluar la eficiencia operativa en los procesos de producción de Bell Flavors?

Justificación

La evaluación de la eficiencia operativa en los procesos de producción de Bell Flavors es necesaria debido a la presencia de tiempos de espera, reprocesos, acumulación de materiales y actividades que no agregan valor, los cuales afectan la fluidez del proceso productivo y generan variabilidad operativa, en un entorno industrial que exige altos estándares de calidad y cumplimiento en los tiempos de entrega, la falta de un análisis estructurado limita la capacidad de la

empresa para comprender el desempeño real de sus procesos y tomar decisiones operativas fundamentadas.

Este proyecto es pertinente desde el punto de vista industrial y técnico porque propone la aplicación específica de herramientas Lean Manufacturing, cómo Value Stream Mapping, 5S e identificación de Muda, para analizar el flujo real de valor del proceso de producción de saborizantes líquidos; estas herramientas permitirán visualizar de manera integral las actividades del proceso, medir los tiempos asociados a cada etapa e identificar desperdicios, facilitando la estandarización, la reducción de variabilidad y la mejora de la eficiencia operativa.

Desde una perspectiva económica, el diagnóstico generado permitirá identificar oportunidades de optimización relacionadas con la disminución de reprocesos, tiempos improductivos y movimientos innecesarios, lo cual contribuye al uso más eficiente de los recursos productivos; aunque la evaluación no se enfoca en la implementación directa de mejoras, los resultados obtenidos servirán como base técnica para la reducción de costos operativos y la mejora del desempeño productivo de la organización.

Finalmente, este trabajo aporta una base metodológica para la gestión de la producción, al documentar la aplicación de Lean Manufacturing en un proceso industrial real del sector de los saborizantes; el análisis obtenido podrá ser utilizado como referencia para futuras iniciativas de mejora continua dentro de la empresa y como apoyo académico para estudios relacionados con la eficiencia operativa y la optimización de procesos industriales.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la eficiencia operativa del proceso de producción de Bell Flavors & Fragrances mediante la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing, con el fin de identificar los factores que afectan el desempeño del proceso y establecer oportunidades de mejora sustentadas en el análisis realizado.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del proceso productivo de Bell Flavors & Fragrances mediante herramientas Lean Manufacturing (VSM, estudio de tiempos e identificación de Muda), con el fin de identificar variables críticas y establecer oportunidades de mejora.
- Analizar las causas que afectan la eficiencia operativa del proceso productivo mediante herramientas de diagnóstico Lean Manufacturing, con el fin de establecer las oportunidades de mejora.
- Proponer oportunidades de mejora para el proceso productivo de Bell Flavors & Fragrances a partir del diagnóstico y análisis realizados mediante técnicas Lean Manufacturing, orientadas al fortalecimiento de la eficiencia operativa.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

En los últimos años, Lean Manufacturing se ha consolidado como una metodología ampliamente utilizada para evaluar el desempeño de los procesos productivos y fortalecer la eficiencia operativa en diferentes sectores manufactureros. Su aplicación ha permitido identificar actividades que no generan valor, reducir desperdicios y optimizar el flujo de producción mediante herramientas como el Value Stream Mapping (VSM), el estudio de tiempos y el análisis de indicadores de desempeño. En este contexto, Amaya Arias et al. (2024) evidenciaron que la aplicación de herramientas Lean en un proceso de producción permitió disminuir tiempos improductivos y mejorar el rendimiento de las operaciones a través del uso del VSM y la estandarización de actividades. De manera similar, Costa, Varejão y Gaspar (2024) demostraron que el desarrollo de un mapa de flujo de valor facilita la identificación de actividades que agregan y no agregan valor, permitiendo analizar el comportamiento del Lead Time, optimizar el flujo del proceso y apoyar la toma de decisiones orientadas a mejorar el desempeño operativo. Ambos estudios coinciden en que la evaluación del proceso constituye la base para comprender las condiciones actuales de la producción antes de plantear cualquier estrategia de mejora.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Cuggia-Jiménez, Orozco-Acosta y Mendoza-Galvis (2020), quienes realizaron una revisión sistemática sobre la aplicación de la manufactura esbelta en la industria de alimentos. Los autores concluyen que herramientas como las 5S, el Value Stream Mapping y la mejora continua contribuyen a disminuir actividades que no

agregar valor, fortalecer el flujo de los procesos y mejorar el desempeño operacional. En la misma línea, Cusiatao Palomino, Farfán Carhuamaca y Rada Mota (2024), mediante una revisión sistemática de la literatura, encontraron que la implementación de Lean Manufacturing incrementa la productividad al reducir tiempos improductivos, optimizar el flujo de materiales y favorecer un mejor control de las operaciones. Aunque estos estudios se desarrollan en diferentes industrias, ambos destacan la importancia de analizar el comportamiento de los procesos mediante indicadores de desempeño antes de establecer acciones de mejora.

Desde una perspectiva aplicada, Colina (2023) identificó que el análisis del flujo de materiales y del manejo de materias primas permite detectar desperdicios, ineficiencias e inventarios innecesarios que afectan el rendimiento de las operaciones. De igual forma, Tapia Vargas (2024) señala que la evaluación de la implementación de Lean Manufacturing permite reconocer fortalezas y oportunidades de mejora mediante el análisis de variables como los tiempos de ciclo, el Lead Time, el Takt Time, la identificación de cuellos de botella y los desperdicios presentes en los procesos productivos. Estos hallazgos evidencian que la utilización de indicadores operativos proporciona información objetiva para evaluar el estado actual de un sistema de producción y orientar la toma de decisiones basada en datos.

Por otra parte, el estudio de los sistemas de producción Make-to-Order (MTO) ha cobrado especial interés debido a la alta variabilidad de los pedidos y a la necesidad de responder oportunamente a los requerimientos del cliente. En este sentido, Samal, Khanna y Soni (2025) analizaron las principales barreras que afectan el desempeño de pequeñas y medianas empresas que operan bajo este sistema. Mediante una revisión de la literatura, la evaluación de procesos y la consulta con expertos, identificaron factores como las ineficiencias operativas, la alta personalización de los pedidos y las limitaciones de recursos como elementos

que incrementan el Lead Time y reducen la capacidad de respuesta de las organizaciones. A través del método Grey-DEMATEL, los autores establecieron la relación entre estas barreras y determinaron cuáles generan un mayor impacto sobre el desempeño del sistema productivo. Este estudio resulta especialmente pertinente para la presente investigación, ya que Bell Flavors & Fragrances desarrolla su producción bajo un sistema por pedido, donde la evaluación del flujo de las operaciones, la identificación de cuellos de botella y el análisis de los desperdicios constituyen aspectos fundamentales para comprender la eficiencia del proceso.

En conjunto, los antecedentes revisados evidencian que Lean Manufacturing ofrece herramientas eficaces para evaluar el desempeño de los procesos productivos mediante el análisis del Value Stream Mapping, el Lead Time, el Takt Time, la identificación de cuellos de botella y la detección de desperdicios. Sin embargo, la mayor parte de las investigaciones se orienta hacia la implementación de mejoras o al incremento de la productividad en diferentes sectores manufactureros, mientras que son limitados los estudios enfocados específicamente en la evaluación de la eficiencia operativa en procesos de producción de saborizantes líquidos desarrollados bajo un sistema Make-to-Order. Este vacío de conocimiento justifica la presente investigación, la cual busca evaluar el proceso productivo de Bell Flavors & Fragrances mediante técnicas Lean Manufacturing para identificar los factores que afectan su desempeño y aportar un diagnóstico que sirva como soporte para futuras decisiones orientadas al fortalecimiento de la gestión operativa.

Marco teórico

Sistema de producción Toyota

El Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System - TPS) constituye la base del Lean Manufacturing y representa uno de los modelos de

gestión más importantes en la industria manufacturera. Este sistema fue desarrollado por Taiichi Ohno en Toyota después de la Segunda Guerra Mundial como respuesta a la necesidad de producir con recursos limitados, altos niveles de calidad y una demanda variable. A diferencia de la producción en masa, el TPS busca eliminar todas aquellas actividades que no generan valor para el cliente, mejorando el flujo de producción y optimizando el uso de los recursos disponibles (Ohno, 1988).

Ohno (1988) plantea que el funcionamiento del sistema se sostiene sobre dos pilares fundamentales: Just in Time (JIT) y Jidoka. El primero consiste en producir únicamente lo necesario, en la cantidad requerida y en el momento preciso, reduciendo inventarios y tiempos de espera. El segundo permite detectar anomalías durante el proceso para evitar que los defectos continúen avanzando dentro de la producción. Estos principios contribuyen a mantener un flujo continuo de trabajo y favorecen el mejoramiento permanente de los procesos.

Un elemento central del Sistema de Producción Toyota es la identificación de los desperdicios o Muda, entendidos como todas aquellas actividades que consumen recursos sin aportar valor al producto final. Entre ellos se encuentran la sobreproducción, las esperas, el transporte innecesario, los movimientos excesivos, los inventarios elevados, los reprocesos y los defectos de calidad (Ohno, 1988). La reducción de estos desperdicios permite mejorar la productividad y aumentar la eficiencia de las operaciones.

En el contexto de Bell Flavors & Fragrances, esta teoría proporciona el fundamento para evaluar el proceso de producción de saborizantes líquidos, permitiendo identificar actividades que no agregan valor, tiempos improductivos y desperdicios que afectan el desempeño operativo. De esta manera, el Sistema de Producción Toyota sirve como base para comprender el comportamiento del proceso sin intervenir directamente en su funcionamiento.

Pensamiento Lean Manufacturing

A partir de los principios establecidos por Toyota, Womack y Jones (2003) desarrollaron el concepto de Lean Thinking, el cual amplía la filosofía Lean y la adapta a diferentes sectores productivos. Para estos autores, Lean Manufacturing debe entenderse como una filosofía de gestión orientada a maximizar el valor entregado al cliente mediante la eliminación sistemática de desperdicios y la mejora continua de los procesos.

El pensamiento Lean se fundamenta en cinco principios. El primero consiste en identificar el valor desde la perspectiva del cliente; el segundo busca reconocer la cadena de valor para diferenciar las actividades que generan valor de aquellas que representan desperdicios; el tercero propone establecer un flujo continuo que reduzca interrupciones y tiempos de espera; el cuarto plantea la implementación de un sistema Pull, donde la producción responde a la demanda real del cliente; y el quinto promueve la búsqueda permanente de la perfección mediante procesos de mejora continua (Womack & Jones, 2003).

Estos principios han dado origen a herramientas ampliamente utilizadas en la gestión de operaciones, como el Value Stream Mapping (VSM), las 5S, Kanban, SMED y otros métodos destinados a evaluar y optimizar los procesos productivos. Sin embargo, más que el uso aislado de herramientas, el pensamiento Lean propone analizar el sistema de manera integral para identificar las causas que afectan su desempeño.

En esta investigación, el pensamiento Lean constituye el soporte conceptual para evaluar la eficiencia operativa del proceso de producción de Bell Flavors & Fragrances. La aplicación de sus principios permitirá analizar el flujo

de las operaciones, identificar desperdicios y comprender cómo las actividades desarrolladas influyen en el desempeño general del proceso productivo.

Value Stream Mapping (VSM)

El Value Stream Mapping (VSM), desarrollado por Rother y Shook (1999), es una herramienta que permite representar de forma gráfica el flujo de materiales e información desde el ingreso de las materias primas hasta la entrega del producto terminado. Su finalidad es visualizar el comportamiento del proceso, identificar actividades que agregan valor y reconocer aquellas que generan desperdicios o retrasos.

De acuerdo con Rother y Shook (1999), el VSM facilita el análisis de variables como los tiempos de ciclo, los tiempos de espera, los inventarios en proceso, el flujo de materiales y el Lead Time, proporcionando una visión completa del sistema productivo. Esta herramienta permite diferenciar las actividades con valor agregado (Value Added) de aquellas que no agregan valor (Non-Value Added), facilitando la identificación de oportunidades para mejorar el desempeño del proceso.

Además de representar el estado actual de un sistema productivo, el VSM constituye un instrumento para analizar el comportamiento de los procesos y reconocer restricciones operativas, cuellos de botella y desperdicios que afectan la eficiencia. Su aplicación proporciona información objetiva para comprender el funcionamiento del sistema antes de plantear cualquier alternativa de mejora.

En Bell Flavors & Fragrances, el Value Stream Mapping será la herramienta principal para representar el flujo de producción de saborizantes líquidos y evaluar variables como el Lead Time, el porcentaje de actividades que agregan

valor, los tiempos de espera y los cuellos de botella presentes durante el proceso. Esta información permitirá realizar un diagnóstico de la eficiencia operativa de la empresa

Teoría de restricciones (TOC)

La Teoría de Restricciones (Theory of Constraints - TOC) fue desarrollada por Eliyahu M. Goldratt y presentada inicialmente en la obra *La Meta* (Goldratt & Cox, 1984). Esta teoría parte del principio de que todo sistema productivo posee al menos una restricción que limita su desempeño y condiciona el logro de sus objetivos. Por esta razón, la mejora del sistema debe concentrarse en identificar y gestionar dichas restricciones antes de intervenir en otros procesos.

Goldratt establece cinco pasos para gestionar una restricción: identificar el cuello de botella, aprovechar al máximo su capacidad, sincronizar el resto del sistema con dicha restricción, aumentar su capacidad cuando sea necesario y repetir el proceso una vez la restricción haya sido superada. Este enfoque permite mejorar el flujo de producción y aumentar el desempeño global de la organización sin necesidad de optimizar simultáneamente todas las áreas.

Dentro de esta teoría, el concepto de cuello de botella hace referencia al recurso o actividad cuya capacidad limita el flujo de producción. Su identificación resulta fundamental para comprender las causas de los retrasos, el incremento del Lead Time y la acumulación de inventarios en proceso.

En la presente investigación, la Teoría de Restricciones proporciona el sustento conceptual para identificar los procesos que limitan el flujo productivo de Bell Flavors & Fragrances. El análisis de los cuellos de botella permitirá interpretar las

causas que afectan la eficiencia operativa y comprender cómo estas restricciones influyen en el comportamiento general del proceso de producción.

Marco conceptual

1. Eficiencia operativa y productividad integral

La eficiencia operativa se relaciona con la capacidad de una organización para optimizar sus procesos productivos mediante el uso adecuado de recursos, la reducción de desperdicios y la mejora continua de sus operaciones. En este contexto, herramientas asociadas al enfoque Lean Manufacturing, como Just in Time (JIT), Kanban, SMED y Value Stream Mapping (VSM), permiten mejorar indicadores clave como el tiempo de producción, la calidad, la confiabilidad y la productividad del sistema.

Por su parte, la productividad integral implica la mejora conjunta de diferentes factores del proceso productivo, incluyendo la eficiencia de los equipos, la reducción de defectos, el cumplimiento de los tiempos de entrega y el aprovechamiento de los recursos disponibles. En este sentido, la integración de estrategias operativas y tecnológicas contribuye a fortalecer el desempeño global de las organizaciones, permitiendo alcanzar resultados sostenibles y mejorar su competitividad en entornos industriales.

2. Muda: Los 8 desperdicios de la manufactura

En el enfoque Lean Manufacturing, el término Muda se utiliza para describir todas aquellas actividades que no agregan valor al producto o servicio desde la perspectiva del cliente. La identificación y eliminación de

estos desperdicios es fundamental para mejorar la eficiencia operativa y optimizar los procesos productivos.

Tradicionalmente, se reconocen ocho tipos de desperdicios en la manufactura: sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, exceso de inventario, movimientos innecesarios, procesos innecesarios, defectos y talento humano no aprovechado. Estos elementos afectan directamente la productividad, ya que generan costos adicionales, retrasos en la producción y un uso ineficiente de los recursos. Por esta razón, la identificación de los desperdicios permite a las organizaciones implementar mejoras orientadas a optimizar sus operaciones y aumentar su competitividad.

3. Flujo de valor: Value Stream Mapping, Lead Time y Cycle Time

El flujo de valor hace referencia al conjunto de actividades necesarias para llevar un producto desde su estado inicial hasta el cliente final, incluyendo tanto las actividades que agregan valor como aquellas que no. En este contexto, el Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta del enfoque Lean Manufacturing que permite visualizar y analizar el flujo de materiales e información dentro de un proceso productivo, con el objetivo de identificar desperdicios y oportunidades de mejora.

Dentro del análisis del flujo de valor, se destacan dos indicadores clave: el Lead Time, que representa el tiempo total que transcurre desde que inicia el proceso hasta la entrega del producto, y el Cycle Time, que corresponde al tiempo requerido para completar una actividad específica dentro del proceso. La comprensión y optimización de estos tiempos permite mejorar la eficiencia operativa, reducir retrasos y optimizar el desempeño general del sistema productivo.

4. Sistemas de producción flexible tipo Job Shop

Los sistemas de producción tipo Job Shop se caracterizan por su alta flexibilidad, permitiendo la fabricación de diferentes productos con rutas de proceso variables según los requerimientos de cada pedido. En este tipo de sistemas, las operaciones no siguen una secuencia fija, sino que cada trabajo puede ser procesado en diferentes máquinas, lo que genera una mayor complejidad en la planificación y control de la producción.

Debido a esta complejidad, la programación de la producción en entornos Job Shop es considerada un problema de alta dificultad, especialmente cuando se incorporan factores como tiempos de alistamiento dependientes de la secuencia y restricciones operativas. Por ello, se han desarrollado diversos enfoques y modelos que buscan optimizar variables como el makespan, permitiendo mejorar la asignación de recursos y el desempeño del sistema productivo en contextos de alta variabilidad.

5. Makespan y tiempos de preparación (Setup) dependientes de la secuencia

El makespan es un indicador utilizado en la programación de la producción que representa el tiempo total necesario para completar un conjunto de trabajos, desde el inicio del primero hasta la finalización del último. Este indicador es fundamental para evaluar la eficiencia de un sistema productivo, ya que permite medir el desempeño global del proceso y su capacidad para cumplir con los tiempos de entrega establecidos.

Por otro lado, los tiempos de preparación (setup) corresponden al tiempo requerido para alistar una máquina o proceso antes de iniciar la

producción de un nuevo producto. En muchos sistemas productivos, estos tiempos dependen de la secuencia en la que se realizan los trabajos, lo que significa que el orden de producción puede afectar directamente el tiempo total del proceso. La adecuada gestión del makespan y de los tiempos de setup permite optimizar la programación de la producción, reducir tiempos improductivos y mejorar la eficiencia operativa.

6. Efectividad Global de los Equipos (OEE)

El indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness), propuesto por Nakajima (1988), se utiliza para medir la efectividad productiva de los equipos, con el objetivo de identificar y reducir las pérdidas en los procesos hasta niveles mínimos. Este indicador se ha consolidado como una herramienta clave dentro de la gestión de operaciones, ya que permite evaluar el desempeño real de los sistemas productivos y detectar oportunidades de mejora.

El OEE se expresa como un porcentaje e integra tres factores fundamentales: la disponibilidad, que mide el tiempo en que el equipo está realmente operativo; el rendimiento, que evalúa la velocidad de producción en comparación con su capacidad ideal; y la calidad, que representa la proporción de productos conformes. De esta manera, el OEE proporciona una visión integral del desempeño de los equipos, permitiendo mejorar la eficiencia operativa y optimizar los resultados del sistema productivo.

7. Variabilidad operativa en la producción bajo pedido (Make-to-Order)

La producción bajo pedido, conocida como Make-to-Order (MTO), se caracteriza por la fabricación de productos únicamente cuando se recibe una solicitud específica del cliente, lo que implica una alta

variabilidad en los procesos productivos. A diferencia de los sistemas de producción en masa, este enfoque requiere adaptarse continuamente a diferentes volúmenes, especificaciones y tiempos de entrega, lo que genera cambios constantes en la programación de la producción.

Esta variabilidad operativa afecta directamente la eficiencia del sistema, ya que puede provocar desajustes en la asignación de recursos, tiempos de espera y dificultades en la planificación. Por esta razón, las empresas que operan bajo este modelo deben implementar estrategias que permitan gestionar la incertidumbre, optimizar los tiempos de producción y garantizar el cumplimiento de los requerimientos del cliente, manteniendo un equilibrio entre flexibilidad y eficiencia operativa.

Marco legal

De acuerdo con el enfoque descriptivo y analítico del proyecto, estas normas que se evidencian en el marco legal y normativo no se implementan, sino que se utilizan como referentes para interpretar los resultados de la investigación y garantizar que el análisis del proceso productivo de Bell Flavors se realice bajo criterios técnicos y normativos reconocidos.

1. ISO 9001:2015 - Sistemas de Gestión de la Calidad.

La norma ISO 9001:2015 establece los lineamientos para la gestión de la calidad en las organizaciones, basados en el enfoque por procesos, la mejora continua y la toma de decisiones basada en evidencia.

En el presente proyecto, esta norma no se implementa directamente, sino que se utiliza como referente conceptual para analizar la eficiencia operativa del proceso productivo, especialmente en lo relacionado con la

estandarización de procesos, control de actividades y evaluación del desempeño; esto permite interpretar los resultados obtenidos bajo criterios reconocidos internacionalmente de gestión de calidad.

2. ISO 45001:2018 - Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

La norma ISO 45001:2018 define los requisitos para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, orientados a la identificación de peligros y control de riesgos laborales.

Dado que el presente estudio incluye el análisis de actividades operativas, esta norma se considera como marco de referencia para interpretar las condiciones en las que se desarrollan los procesos, permitiendo identificar posibles riesgos asociados a tiempos, movimientos o manipulación de materiales, sin que ello implique la implementación de un sistema de gestión.

3. Decreto 1072 de 2015 - Reglamento Único del Sector Trabajo (SG-SST).

El Decreto 1072 de 2015 establece la normativa vigente en Colombia para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, obligando a las organizaciones a identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales.

En el proyecto, este decreto se utiliza como criterio normativo de análisis, permitiendo contextualizar las condiciones del proceso productivo dentro del marco legal colombiano, esto es especialmente relevante para interpretar las actividades observadas en función de su impacto en la seguridad del trabajador.

4. Resolución 2674 de 2013 - Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

La Resolución 2674 de 2013 regula las condiciones sanitarias para la producción de alimentos en Colombia, estableciendo lineamientos sobre higiene, manipulación y control de procesos.

En este proyecto, dicha resolución se considera como un marco de referencia obligatorio del sector, dado que Bell Flavors pertenece a la industria alimentaria. En este sentido, el análisis de la eficiencia operativa se realiza teniendo en cuenta que cualquier mejora o interpretación del proceso debe ser coherente con las exigencias de inocuidad y calidad establecidas por esta normativa.

5. GTC 45 - Guía para la identificación de peligros y valoración de riesgos.

La GTC 45 proporciona una metodología para la identificación de peligros y valoración de riesgos en entornos laborales.

Dentro del presente estudio, esta guía se toma como soporte metodológico complementario para el análisis de las actividades del proceso productivo, permitiendo interpretar los riesgos asociados a las operaciones sin desarrollar una intervención directa sobre ellos.

6. Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para el manejo de sustancias químicas.

El SGA, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas, establece criterios para la clasificación y manejo seguro de sustancias químicas.

Dado que el proceso productivo analizado involucra el uso de insumos químicos, este sistema se considera como un referente normativo internacional, el cual permite contextualizar las condiciones de manejo,

almacenamiento y señalización de sustancias dentro del análisis del proceso, sin implicar modificaciones operativas.

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, debido a que integra técnicas de recolección y análisis de información tanto cuantitativas como cualitativas. El componente cuantitativo permite medir variables relacionadas con la eficiencia operativa del proceso de producción de saborizantes líquidos, mediante indicadores como el Lead Time, Cycle Time, tiempos de espera y porcentaje de actividades con valor agregado. Por su parte, el componente cualitativo facilita la interpretación de las condiciones operativas del proceso, a partir de la observación directa, el análisis documental y la identificación de desperdicios, permitiendo comprender los factores que afectan el desempeño del sistema productivo.

De acuerdo con el alcance, la investigación es de tipo descriptivo, ya que busca identificar el estado actual del proceso productivo de Bell mediante la identificación y medición de variables relacionadas con la eficiencia operacional, sin manipular deliberadamente las condiciones del proceso. En este sentido, se describen las actividades que conforman el sistema de producción, los tiempos asociados a cada operación y las oportunidades de mejora existentes.

Respecto al diseño metodológico, la investigación corresponde a un diseño no experimental, debido a que las variables se observan en su contexto natural sin intervenir ni modificar las condiciones del proceso durante el desarrollo del estudio; asimismo, se enmarca como un estudio de caso, dado que el análisis

se concentra en el proceso de producción de saborizantes líquidos de la empresa Bell, buscando comprender de manera detallada su funcionamiento y proponer oportunidades de mejora específicas para este contexto.

En cuanto al método de investigación, se adopta el método de estudio de procesos bajo el enfoque de Lean Manufacturing, el cual se desarrolla de manera secuencial mediante las etapas de diagnóstico, análisis y evaluación del sistema productivo. Inicialmente, se realiza la recolección de información mediante observación directa, revisión documental, medición de tiempos y aplicación del VSM para caracterizar el flujo de materiales e información del proceso. Posteriormente, se analizan indicadores como el Lead Time, Cycle Time, porcentaje de actividades con valor agregado y tiempos improductivos, con el propósito de identificar desperdicios, restricciones y oportunidades de mejora. Finalmente, los resultados obtenidos se interpretan mediante herramientas de análisis descriptivo, permitiendo formular conclusiones orientadas al fortalecimiento de la eficiencia operativa del proceso productivo.

El desarrollo metodológico se fundamenta en los principios de la mejora continua, garantizando la trazabilidad de la información recolectada y la coherencia entre los objetivos de investigación, las técnicas de recolección de datos y el análisis de los resultados.

Población

Universo

El universo de estudio está conformado por todos los procesos productivos asociados a la industria de fabricación de saborizantes en contextos industriales.

Población

La población objeto de estudio corresponde al proceso productivo de saborizantes líquidos de la empresa Bell, incluyendo las actividades, recursos, equipos, operarios y documentos involucrados en las diferentes etapas de producción.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de la información se realizó mediante observación directa del proceso productivo en la empresa Bell Flavors, complementada con la revisión documental de registros internos y el análisis de la información suministrada por el personal del área de producción. Estas técnicas permitieron identificar las actividades que conforman el proceso, los tiempos de ejecución y las oportunidades de mejora desde el enfoque Lean Manufacturing.

Para la medición de los tiempos se utilizó un cronómetro digital y una hoja de registro diseñada para consignar la duración de cada actividad del proceso. La información se obtuvo durante tres jornadas de observación, en las cuales se registraron cinco ciclos productivos por jornada, para un total de quince ciclos evaluados. Los lotes observados correspondieron a la producción habitual programada por la empresa durante el periodo de estudio y fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la disponibilidad de acceso al proceso.

Antes de iniciar la recolección definitiva de la información se realizó una prueba piloto con el fin de verificar la claridad del formato de registro y la secuencia de las actividades observadas. Posteriormente, las mediciones fueron registradas de manera uniforme y consolidadas para obtener los tiempos

promedio utilizados en el análisis del Value Stream Mapping (VSM), Lead Time y demás herramientas aplicadas.

Técnicas de análisis de la información

La información recolectada mediante los instrumentos fue analizada a través de técnicas cuantitativas y cualitativas.

En el análisis cuantitativo se utilizaron estadísticas descriptivas para interpretar los datos obtenidos durante la medición de tiempos, como promedios, frecuencias y comparaciones entre las actividades del proceso. La información fue recolectada durante tres jornadas de observación, en las cuales se registraron quince ciclos de producción correspondientes a los lotes programados por la empresa. Posteriormente, los datos se organizaron en Microsoft Excel para calcular indicadores como el Lead Time, Cycle Time, porcentaje de valor agregado y eficiencia operativa, además de obtener el promedio, el valor mínimo, el valor máximo y la desviación estándar de los tiempos registrados.

En el análisis cualitativo se tuvieron en cuenta las observaciones realizadas durante el recorrido por la planta de producción, identificando las actividades que generaban retrasos, tiempos de espera, movimientos innecesarios y demás situaciones que afectaban la eficiencia del proceso. Estas observaciones sirvieron para complementar la información obtenida en las mediciones y entender mejor el comportamiento del proceso productivo.

Finalmente, se comparó la información obtenida con la situación inicial del proceso para identificar las principales oportunidades de mejora. Con base en estos resultados se elaboró el mapa de flujo de valor (VSM), el diagrama de

Ishikawa, el diagrama de Pareto y las propuestas de mejora apoyadas en la metodología 5S y los principios de Lean Manufacturing

Criterios de calidad de la investigación

Para garantizar la validez y confiabilidad de la investigación, se establecen los siguientes criterios:

- **Validez:** Los instrumentos de recolección de datos están alineados con los objetivos de la investigación y permiten medir de manera precisa las variables asociadas a la eficiencia operativa.
- **Confiabilidad:** La información recolectada se obtiene mediante procedimientos estandarizados, como la medición directa de tiempos y el uso de formatos estructurados, lo que garantiza la consistencia de los datos.
- **Triangulación:** Se emplean múltiples técnicas de recolección de información como observación, medición y revisión documental, lo que permite comparar los datos y fortalecer la solidez de los resultados.

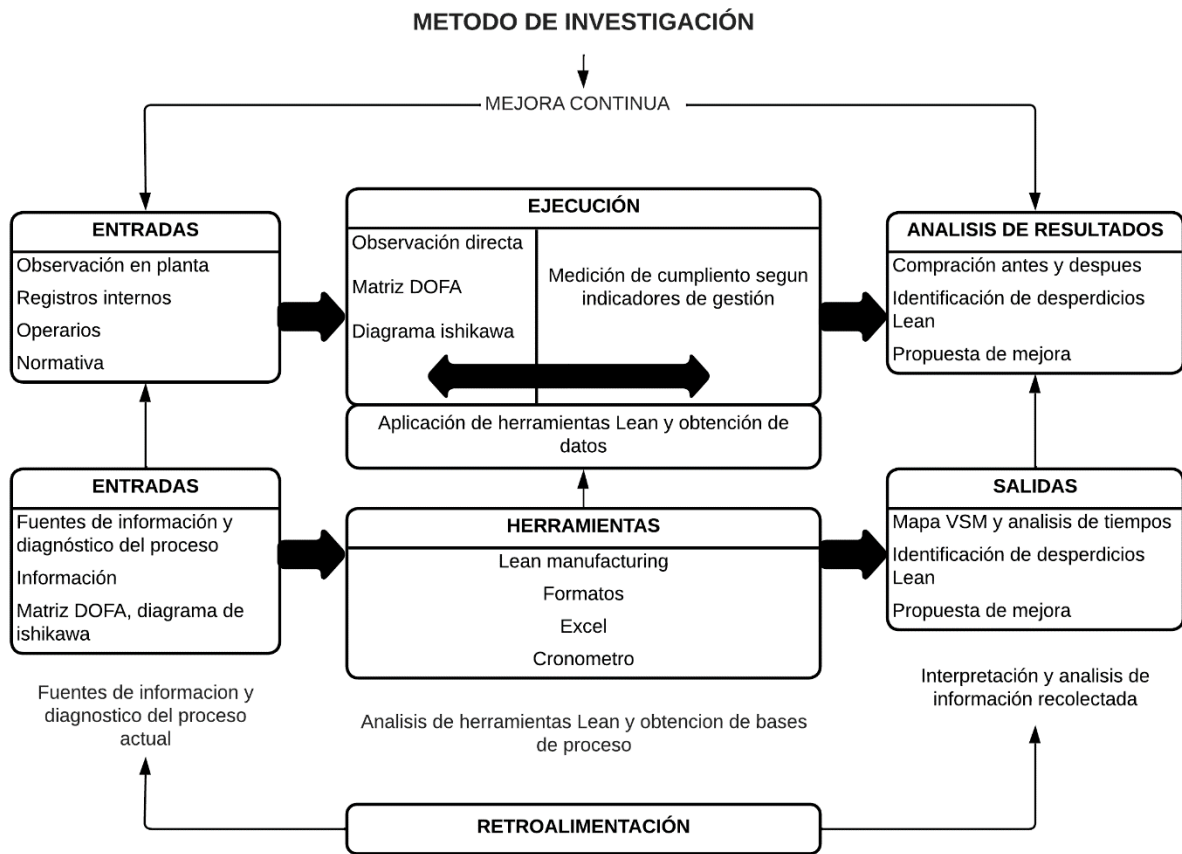


Ilustración 1 Método de investigación - **Fuente:** Elaboración propia

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Resultados del objetivo específico no. 1

Para el cumplimiento del objetivo se realizó un diagnóstico integral del proceso productivo de fabricación de saborizantes líquidos de la empresa Bell; para ello se emplearon técnicas de observación directa, revisión documental, medición de tiempos y aplicación de herramientas Lean Manufacturing, las cuales permitieron caracterizar el flujo de materiales e información, identificar actividades que agregan valor y aquellas que generan desperdicios, así como reconocer las principales restricciones que afectan el desempeño del sistema productivo.

La información fue obtenida mediante visitas al área de producción, revisión de registros internos suministrados por la empresa y seguimiento continuo al proceso durante la jornada laboral. Los tiempos registrados corresponden al promedio de varios ciclos productivos observados durante el periodo de recolección de información, lo cual permitió disminuir el efecto de variaciones propias del proceso y obtener datos representativos para el análisis.

Como resultado del diagnóstico inicial se elaboró el diagrama de flujo del proceso, el mapa de flujo de valor, el estudio de tiempos y el análisis de desperdicios Lean, herramientas que permitieron establecer una línea base del comportamiento actual del sistema productivo y fundamentar técnicamente las oportunidades de mejora propuestas en esta investigación.

Como se observa en la ilustración, el proceso productivo de Bell comprende desde la recepción del pedido del cliente hasta el despacho del producto terminado; el diagrama de flujo permitió identificar las actividades operativas, los puntos de inspección y las decisiones que intervienen durante la fabricación de saborizantes líquidos, constituyéndose en la base para la elaboración del mapa de flujo de valor y el análisis de tiempos del proceso.

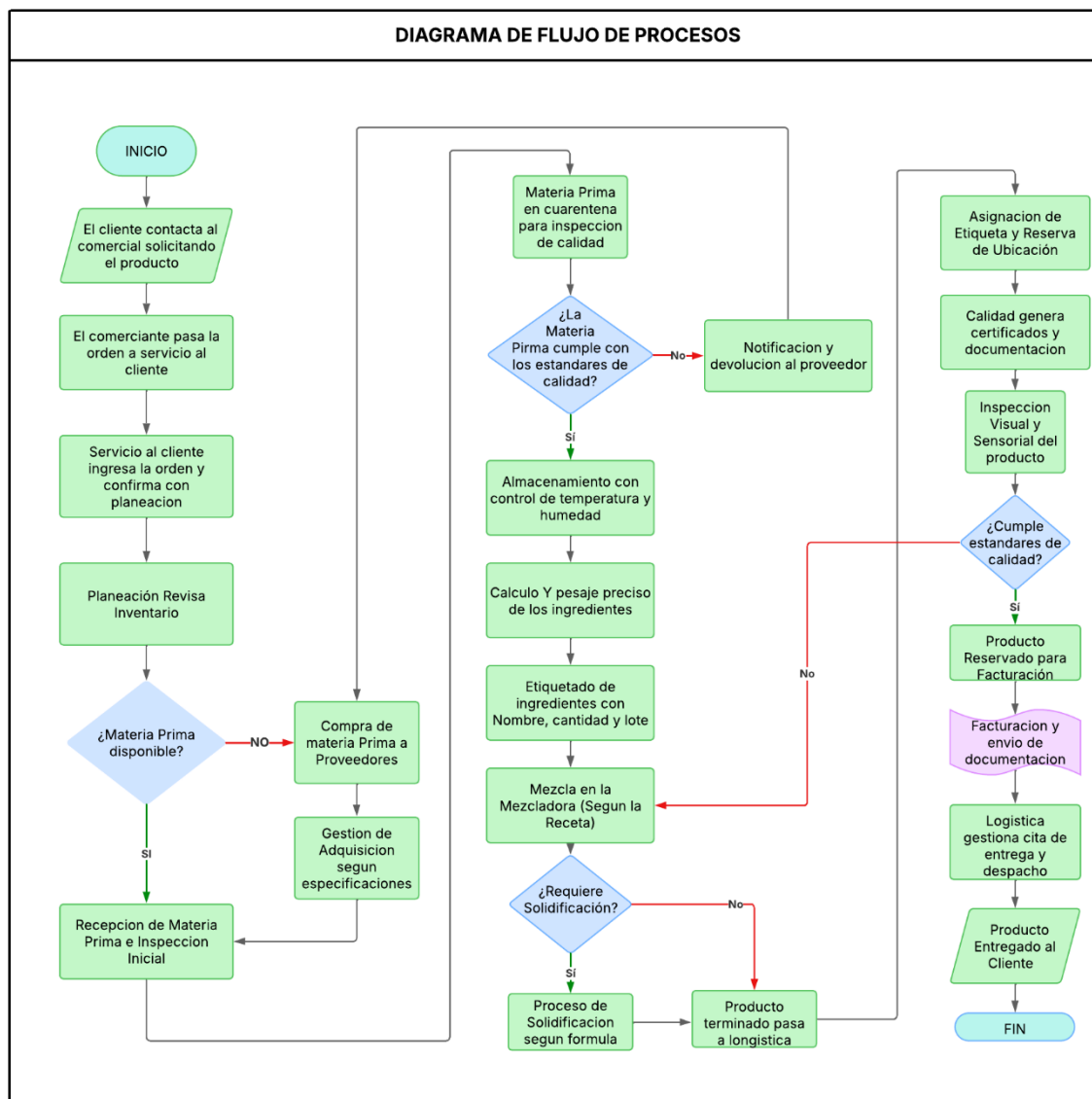


Ilustración 2 Diagrama de flujo del proceso de producción de saborizantes líquidos - **Fuente:** Elaboración propia a partir de observación directa en Bell Flavors & Fragrances (2025).

Mapa de flujo de valor

La caracterización realizada permitió identificar once actividades principales dentro del flujo de producción, las cuales se presentan en la tabla.

Proceso	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera (min)	Inventario en proceso (kg)
Recepción de materia prima	20	60	500
Inspección y cuarentena	30	120	450
Almacenamiento	15	240	400
Transporte a producción	10	20	50
Pesaje	25	15	30
Mezcla	60	30	200
Control de calidad	20	45	100
Solidificación	90	60	80
Empaque	40	20	60
Producto terminado	15	180	300
Despacho	25	30	100

Tabla 1 Procesos de producción de saborizantes líquidos - **Fuente:** Elaboración propia a partir de observación directa y registros internos de Bell Flavors & Fragrances (2025).

Con base en la información obtenida se elaboró el Mapa de Flujo de Valor del estado actual, el cual permitió representar gráficamente el recorrido del producto desde la recepción de las materias primas hasta el despacho al cliente, identificando simultáneamente los tiempos de procesamiento, los tiempos de espera y los inventarios existentes entre cada etapa.

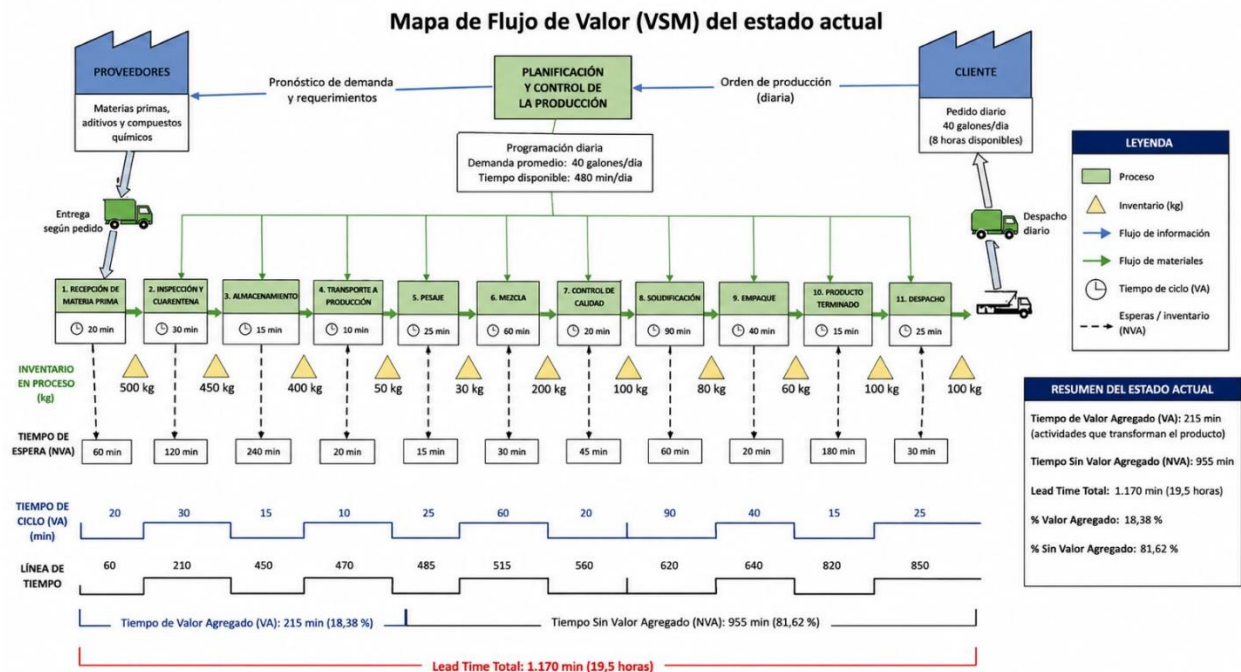


Ilustración 3 Mapa de Flujo de Valor (VSM) del estado actual - **Fuente:** Elaboración propia.

El análisis del VSM permitió evidenciar que la mayor acumulación de inventario en proceso se presenta durante las etapas de almacenamiento inicial y almacenamiento del producto terminado, con inventarios de 400 kg y 300 kg respectivamente; asimismo, se identificaron tiempos de espera significativos asociados a la cuarentena de materias primas (120 min), almacenamiento (240 min) y permanencia del producto terminado antes del despacho (180 min), condiciones que incrementan considerablemente el Lead Time del proceso.

Desde la perspectiva Lean Manufacturing, estas actividades corresponden a desperdicios por espera e inventario, debido a que no generan transformación del producto ni aportan valor desde el punto de vista del cliente; en

consecuencia, constituyen oportunidades prioritarias para la implementación de estrategias de mejora orientadas a reducir el tiempo total de permanencia del producto dentro del sistema productivo.

Análisis del Lead Time

Con el propósito de evaluar la eficiencia del flujo productivo se determinó el Lead Time del proceso, entendido como el tiempo total transcurrido desde que las materias primas ingresan al sistema hasta que el producto terminado es despachado al cliente. De acuerdo con Rother y Shook (2003), el Lead Time incluye tanto las actividades que agregan valor como aquellas que no generan transformación del producto, tales como esperas, inspecciones, almacenamiento y transporte.

A partir de la información recopilada durante la observación del proceso se obtuvo el tiempo total de procesamiento y el tiempo total correspondiente a actividades que no agregan valor, los resultados se presentan en la tabla

Concepto	Tiempo (min)
Tiempo de procesamiento	350
Tiempo de espera	820
Lead Time total	1.170

Tabla 2 Analisis Lead time - **Fuente:** Elaboración propia a partir de observación directa y registros internos de Bell Flavors & Fragrances (2025).

El Lead Time total obtenido fue de 1.170 minutos, equivalente a 19,5 horas de permanencia del producto dentro del sistema productivo, este resultado evidencia que el producto permanece una proporción considerable del tiempo

sin experimentar transformación alguna, debido principalmente a actividades de almacenamiento, inspección y espera entre operaciones.

Desde el enfoque Lean Manufacturing, un Lead Time elevado refleja un flujo discontinuo, caracterizado por acumulación de inventarios en proceso y tiempos improductivos que incrementan los costos operacionales y disminuyen la capacidad de respuesta frente a los requerimientos del cliente.

Clasificación de actividades con valor agregado y sin valor agregado

Con el fin de establecer el porcentaje real de valor agregado del proceso se clasificaron todas las actividades observadas siguiendo los criterios propuestos por Rother y Shook (2003), quienes establecen que únicamente agregan valor aquellas actividades que transforman físicamente el producto y por las cuales el cliente estaría dispuesto a pagar.

Bajo este criterio, las actividades de recepción de materias primas, inspección, almacenamiento, transporte, control de calidad y despacho fueron clasificadas como actividades sin valor agregado, debido a que no modifican las características físicas del producto final, en contraste, las actividades de pesaje, mezcla, solidificación y empaque fueron consideradas actividades con valor agregado, ya que participan directamente en la transformación del producto.

La clasificación obtenida se presenta en la tabla

Actividad	Tiempo de ciclo (min)	Clasificación
Recepción de materia prima	20	Sin valor agregado
Inspección y cuarentena	30	Sin valor agregado

Almacenamiento	15	Sin valor agregado
Transporte a producción	10	Sin valor agregado
Pesaje	25	Valor agregado
Mezcla	60	Valor agregado
Control de calidad	20	Sin valor agregado
Solidificación	90	Valor agregado
Empaque	40	Valor agregado
Producto terminado	15	Sin valor agregado
Despacho	25	Sin valor agregado

Tabla 3 Clasificación de actividades con valor agregado y sin valor agregado - **Fuente:** Elaboración propia con base en la metodología de Rother y Shook (2003).

Porcentaje de valor agregado

A diferencia del cálculo inicial, el porcentaje de valor agregado fue determinado considerando únicamente las actividades que generan transformación física del producto, de acuerdo con la metodología del VSM.

El tiempo correspondiente a actividades con valor agregado fue de:

- Pesaje = 25 min
- Mezcla = 60 min
- Solidificación = 90 min
- Empaque = 40 min

Tiempo con valor agregado = 215 min

El porcentaje de valor agregado se determinó mediante la siguiente expresión:

Porcentaje de Valor Agregado (%) = (Tiempo con Valor Agregado / Lead Time Total) × 100

Sustituyendo los valores obtenidos:

$$(215 / 1.170) \times 100 = 18,38 \%$$

En consecuencia, el tiempo sin valor agregado corresponde al 81,62 % del Lead Time total.

Los resultados se presentan en la tabla.

Concepto	Resultado
Tiempo con valor agregado	215 min
Tiempo sin valor agregado	955 min
Lead Time total	1.170 min
Valor agregado	18,38 %
Sin valor agregado	81,62 %

Tabla 4 Porcentaje de valor agregado - **Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados obtenidos evidencian que únicamente 18,38 % del tiempo total del proceso corresponde a actividades que generan transformación del producto; la diferencia, es que el 81,62 % restante se destina a actividades que no agregan valor desde la perspectiva del cliente, principalmente almacenamiento, inspecciones, tiempos de espera y movimientos internos.

Este comportamiento es característico de procesos con bajo nivel de sincronización y evidencia un amplio potencial para la implementación de herramientas Lean Manufacturing orientadas a reducir desperdicios y optimizar el flujo de producción.

Determinación del Takt Time

Con el propósito de evaluar la capacidad del proceso para satisfacer la demanda diaria se determinó el Takt Time, definido como el ritmo de producción requerido para atender las necesidades del cliente utilizando el tiempo disponible de trabajo.

Para el cálculo se consideraron los siguientes datos operacionales:

- Tiempo disponible por jornada: 480 min
- Demanda promedio diaria: 40 gal

Aplicando la expresión propuesta por Womack y Jones (2003):

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda}$$

$$\text{Takt Time} = 480 / 40 = 12 \text{ min} / \text{gal}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla.

Concepto	Valor
Tiempo disponible	480 min
Demanda diaria	40 gal
Takt Time	12 min/gal

Tabla 5 Cálculo del Takt Time - **Fuente:** Elaboración propia.

El Takt Time obtenido indica que el sistema productivo debería finalizar la fabricación de un galón de saborizante cada 12 minutos para cumplir oportunamente con la demanda diaria, sin embargo, al comparar este valor con los tiempos de ciclo registrados durante el estudio se observa que las operaciones de mezcla, solidificación y empaque presentan tiempos significativamente

superiores al ritmo requerido, evidenciando restricciones de capacidad que afectan el flujo continuo del proceso y aumentan el Lead Time total.

Identificación del cuello de botella

Con el propósito de identificar las restricciones que limitan el desempeño del sistema productivo, se compararon los tiempos de ciclo de cada operación con el Takt Time calculado para el proceso (12 min/gal). Adicionalmente, se analizaron los inventarios en proceso (WIP) y los tiempos de espera registrados entre las diferentes operaciones.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla.

Proceso	Tiempo de ciclo (min)	Takt Time (min)	Diferencia
Recepción	20	12	+8
Inspección	30	12	+18
Almacenamiento	15	12	+3
Transporte	10	12	-2
Pesaje	25	12	+13
Mezcla	60	12	+48
Control de calidad	20	12	+8
Solidificación	90	12	+78
Empaque	40	12	+28
Producto terminado	15	12	+3
Despacho	25	12	+13

Tabla 6 Identificación del cuello de botella - **Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla, las actividades de mezcla, solidificación y empaque presentan tiempos de ciclo superiores al Takt Time requerido para

satisfacer la demanda diaria. No obstante, la operación de solidificación constituye la principal restricción del sistema al registrar el mayor tiempo de procesamiento (90 min) y generar acumulación de inventario en proceso.

De acuerdo con la Teoría de Restricciones propuesta por Goldratt y Cox (2004), el cuello de botella corresponde al recurso cuya capacidad limita el desempeño global del sistema, en consecuencia, la etapa de solidificación representa la restricción principal del proceso productivo de Bell, mientras que la operación de mezcla constituye una restricción secundaria debido a su elevado tiempo de ciclo.

La identificación de estas restricciones permite orientar las acciones de mejora hacia las operaciones que tienen mayor impacto sobre el Lead Time y la eficiencia global del proceso.

Cuantificación de desperdicios Lean

El análisis realizado mediante la metodología Lean Manufacturing permitió identificar diferentes tipos de desperdicio (Muda) presentes en el proceso productivo; la clasificación se efectuó considerando los siete desperdicios definidos por Ohno (1988).

Tipo de desperdicio	Evidencia encontrada
Esperas	Permanencia de materiales entre operaciones (820 min).
Inventario	Acumulación de 2.270 kg de inventario en proceso.
Transporte	Traslado continuo entre almacenamiento y producción.

Movimiento	Desplazamientos de operarios para búsqueda de materiales.
Defectos	Producto no conforme equivalente al 3 % de la producción.
Sobreprocesamiento	No se evidenciaron actividades repetitivas significativas.
Sobreproducción	No se evidenció debido a que la producción se realiza bajo pedido (Make-to-Order).

Tabla 7 Tipos de desperdicio presentes en el proceso productivo - **Fuente:** Elaboración propia.

Los desperdicios predominantes corresponden a tiempos de espera e inventarios en proceso, los cuales representan las principales oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico inicial.

Evaluación de la metodología 5S

Con el propósito de evaluar las condiciones generales del área de producción se aplicó una lista de verificación basada en la metodología 5S, considerando los criterios de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla.

Pilar	Resultado observado
Seiri (Clasificar)	Se identificó acumulación de materiales innecesarios en almacenamiento.
Seiton (Ordenar)	Se evidenció señalización parcial de áreas y materiales.
Seiso (Limpiar)	Condiciones generales adecuadas de limpieza.

Seiketsu (Estandarizar)	No existen procedimientos estandarizados para algunas operaciones.
Shitsuke (Disciplina)	Se observó cumplimiento parcial de las prácticas Lean.

Tabla 8 Evaluación de la metodología 5S - **Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados indican que las mayores oportunidades de mejora se concentran en las etapas de clasificación y estandarización, aspectos que influyen directamente en la reducción de tiempos de búsqueda de materiales y en la eficiencia del flujo productivo.

Análisis económico de los desperdicios costos asociados a tiempos de espera

Con el fin de estimar el impacto económico generado por los tiempos improductivos, se valoró el tiempo total de espera identificado durante el estudio (820 min), equivalente a 13,67 horas.

Para efectos del análisis se consideró un costo promedio de \$15.000 por hora de mano de obra directa, valor obtenido a partir de los registros internos del área de talento humano de Bell correspondientes al año 2025. Este valor representa el costo promedio por hora de los operarios asignados al proceso de fabricación de saborizantes y se empleó únicamente como criterio de estimación económica.

Con base en este supuesto, el costo diario asociado a tiempos de espera se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Costo} = \text{Horas de espera} \times \text{Costo por hora}$$

$$\text{Costo} = 13,67 \times \$15.000$$

Costo estimado = \$205.050 por jornada

Este resultado evidencia el impacto económico que generan las actividades improductivas sobre los costos operacionales de la empresa, justificando la implementación de estrategias orientadas a disminuir los tiempos de espera.

Costos asociados a productos defectuosos

Durante el periodo de observación se identificó un porcentaje promedio de rechazo del 3 %, valor obtenido a partir de los registros compartidos por el área de calidad de Bell correspondientes al periodo de análisis.

Considerando una producción promedio de 1.000 kg por lote, el volumen estimado de producto no conforme corresponde a 30 kg.

El costo asociado a estos defectos se estimó en aproximadamente \$600.000 por lote, valor que representa la pérdida derivada de materiales, mano de obra y utilización de equipos durante la fabricación del producto rechazado.

Aunque este porcentaje puede considerarse bajo para la industria, su reducción representa una oportunidad importante para disminuir costos y mejorar el aprovechamiento de los recursos productivos.

Evaluación del indicador OEE

Durante el desarrollo de la investigación se solicitó información relacionada con la disponibilidad de los equipos, tiempos de paro programados y no programados, velocidad real de operación, producción teórica y cantidad de

productos conformes y no conformes por equipo. Sin embargo, la empresa no contaba con registros históricos consolidados de estas variables ni con un sistema de monitoreo que permitiera obtener esta información de manera confiable. Debido a esta limitación metodológica, no fue posible calcular el indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE), ya que este requiere información de disponibilidad, rendimiento y calidad para cada equipo involucrado en el proceso.

En consecuencia, el análisis de la eficiencia operativa se fundamentó en indicadores obtenidos mediante observación directa y registros disponibles, como el Lead Time, el Cycle Time, el Takt Time, el porcentaje de actividades con valor agregado, la identificación de desperdicios y el análisis de cuellos de botella. Estos indicadores permitieron cumplir el objetivo de evaluar el proceso productivo e identificar oportunidades de mejora, aunque no fue posible medir de forma específica la eficiencia individual de cada equipo.

Resultados del objetivo específico no. 2

Con base en el diagnóstico desarrollado en el objetivo específico anterior, se realizó el análisis de las causas que afectan la eficiencia operativa del proceso productivo de Bell; para ello se emplearon herramientas de análisis Lean Manufacturing, principalmente el diagrama de Ishikawa y la priorización de oportunidades de mejora, permitiendo identificar los factores que originan los tiempos improductivos, la acumulación de inventario en proceso y las restricciones de capacidad detectadas durante el estudio.

Los resultados obtenidos en el Objetivo Específico No. 1 evidenciaron un Lead Time de 1.170 minutos, de los cuales únicamente 215 minutos (18,38 %) corresponden a actividades que agregan valor al producto, mientras que 955 minutos (81,62 %) representan actividades sin valor agregado, estos resultados indican que la mayor parte del tiempo del proceso está asociada a esperas, almacenamiento, inspecciones y movimientos internos, situación que afecta directamente la eficiencia operativa de la empresa.

De igual forma, el análisis del flujo de producción permitió identificar que las operaciones de mezcla y solidificación presentan tiempos de ciclo superiores al Takt Time de 12 minutos por galón, constituyéndose como las principales restricciones del sistema productivo, estas operaciones generan acumulación de inventario en proceso y aumentan el tiempo total de permanencia del producto dentro del sistema.

Comparación entre el Tiempo de Ciclo y el Takt Time del proceso productivo

La imagen presenta la comparación entre el Tiempo de Ciclo de cada una de las operaciones del proceso productivo y el Takt Time calculado para satisfacer la demanda diaria de producción, equivalente a 12 minutos por galón.

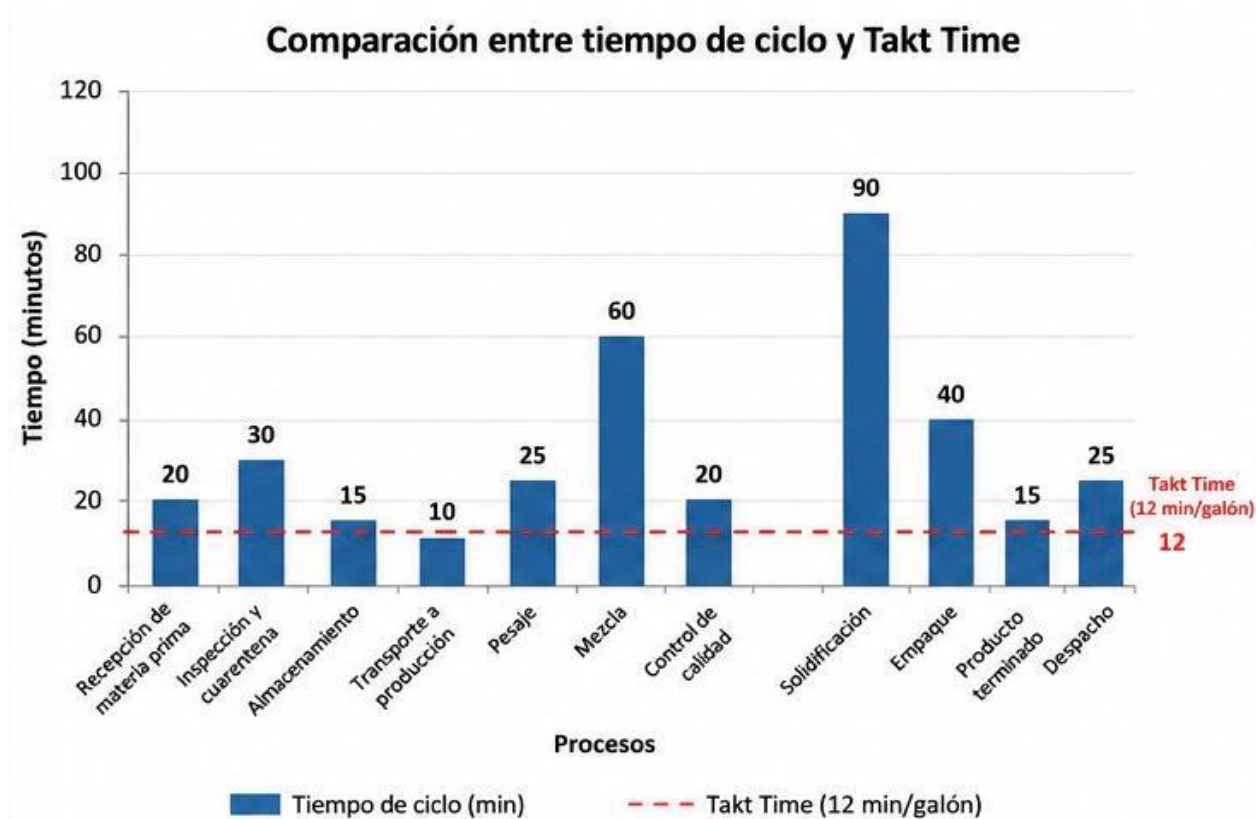


Ilustración 4 Comparación entre el Tiempo de Ciclo de las operaciones y el Takt Time del proceso productivo - **Fuente:** Elaboración propia a partir de observación directa y registros internos de Bell Flavors & Fragrances (2025).

Se observa que la mayoría de las operaciones superan el Takt Time establecido de 12 minutos, destacándose las etapas de solidificación (90 min), mezcla (60 min) y empaque (40 min) como las de mayor desviación. La operación de solidificación presenta el mayor incumplimiento, superando en 78 minutos el ritmo requerido, por lo que se identifica como la principal restricción del proceso y una causa directa de acumulación de inventario en proceso y aumento del Lead Time.

Desde la perspectiva del Lean Manufacturing, estas diferencias evidencian un desbalance en la capacidad del proceso, ya que el ritmo de producción de varias operaciones no se encuentra sincronizado con la demanda del cliente. En consecuencia, se generan tiempos de espera, acumulación de inventarios y disminución del flujo continuo de materiales.

Los resultados obtenidos justifican la implementación de acciones orientadas al balanceo de la línea de producción, la reducción de los tiempos de ciclo en las operaciones críticas y la eliminación de actividades que no agregan valor, con el propósito de acercar el desempeño del proceso al Takt Time requerido y mejorar la eficiencia operativa.

Identificación de causas raíz mediante el Diagrama de Ishikawa

Con el fin de determinar las causas que originan las principales ineficiencias del proceso productivo, se elaboró un Diagrama de Ishikawa, empleando la metodología de las 6M, esta herramienta permitió organizar y clasificar los factores que influyen sobre el desempeño del proceso productivo y establecer la relación entre las causas identificadas y los resultados obtenidos durante el diagnóstico inicial.

El análisis realizado mediante el diagrama de Ishikawa permitió establecer que las deficiencias identificadas en el proceso productivo de fabricación de saborizantes líquidos no obedecen a una única causa, sino a la interacción de diversos factores relacionados con el método de trabajo, los equipos utilizados, el personal operativo, la gestión de materiales, los mecanismos de control y las condiciones del entorno productivo; esta relación entre causas evidencia que las oportunidades de mejora deben abordarse de manera integral para lograr un impacto significativo sobre la eficiencia operativa del proceso.



Ilustración 5 Diagrama de Ishikawa para la identificación de causas raíz - **Fuente:** Elaboración propia.

En el componente de método, se evidenció la falta de procedimientos estandarizados, tiempos elevados de espera y un flujo discontinuo de materiales, condiciones que favorecen la acumulación de inventario en proceso y explican el alto porcentaje de actividades sin valor agregado (81,62 %) identificado durante el análisis del VSM.

Respecto a la maquinaria, las operaciones de mezcla y solidificación presentan tiempos de ciclo de 60 y 90 minutos, respectivamente, superando el Takt Time de 12 minutos por galón y constituyéndose en las principales restricciones del sistema productivo.

En cuanto a la mano de obra, se observó que algunas actividades dependen de la experiencia del operario debido a la falta de estandarización, lo que genera variabilidad en los tiempos de ejecución. Por su parte, el análisis de materiales evidenció una acumulación de 2.270 kg de inventario en proceso, incrementando el Lead Time y afectando la continuidad del flujo productivo.

Asimismo, en el componente de medición se identificó la ausencia de indicadores visuales para el seguimiento de variables como Lead Time, Takt Time y tiempos de ciclo, mientras que en el medio ambiente se evidenciaron recorridos innecesarios ocasionados por la distribución física del área de producción, generando desperdicios por transporte y movimiento.

En conjunto, las causas identificadas explican las ineficiencias detectadas durante el diagnóstico inicial y justifican la implementación de herramientas Lean Manufacturing orientadas a reducir desperdicios, optimizar el flujo de producción y mejorar la eficiencia operativa del proceso productivo de Bell.

Priorización de oportunidades de mejora

Con base en las causas identificadas y en los indicadores obtenidos durante el diagnóstico, se estableció una priorización de las oportunidades de mejora considerando el impacto de cada una sobre la eficiencia operativa del proceso.

Oportunidad de mejora	Problema identificado	Impacto esperado
Reducción de tiempos de espera	820 minutos de espera durante el proceso	Disminución del Lead Time y aumento del flujo continuo
Optimización de mezcla	Tiempo de ciclo de 60 minutos	Incremento de la capacidad productiva
Optimización de solidificación	Tiempo de ciclo de 90 minutos	Eliminación del principal cuello de botella
Reducción del inventario en proceso	Acumulación de 2.270 kg	Disminución de desperdicios por inventario
Estandarización de procedimientos	Variabilidad en la ejecución de actividades	Mayor estabilidad del proceso
Implementación de indicadores visuales	Ausencia de seguimiento operativo	Mejor control del desempeño del proceso

Tabla 9 Priorización de oportunidades de mejora - **Fuente:** Elaboración propia.

La priorización realizada permitió establecer que las acciones con mayor impacto corresponden a la reducción de tiempos de espera, la optimización de las operaciones de mezcla y solidificación y el control del inventario en proceso, debido a que estas variables inciden directamente sobre el Lead Time, el porcentaje de actividades sin valor agregado y la eficiencia global del sistema productivo.

En consecuencia, los resultados obtenidos constituyen la base para el desarrollo del Objetivo Específico No. 3, en el cual se diseñará una herramienta de gestión operativa basada en Lean Manufacturing orientada a reducir desperdicios, mejorar el flujo de producción y fortalecer el desempeño operativo de Bell Flavors & Fragrances.

Diagrama de Pareto

Con el propósito de priorizar las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico, se elaboró un diagrama de Pareto utilizando los tiempos de espera registrados en cada etapa del proceso productivo. Esta herramienta permitió establecer cuáles actividades generan el mayor impacto sobre el Lead Time total y, por tanto, deben ser intervenidas prioritariamente.

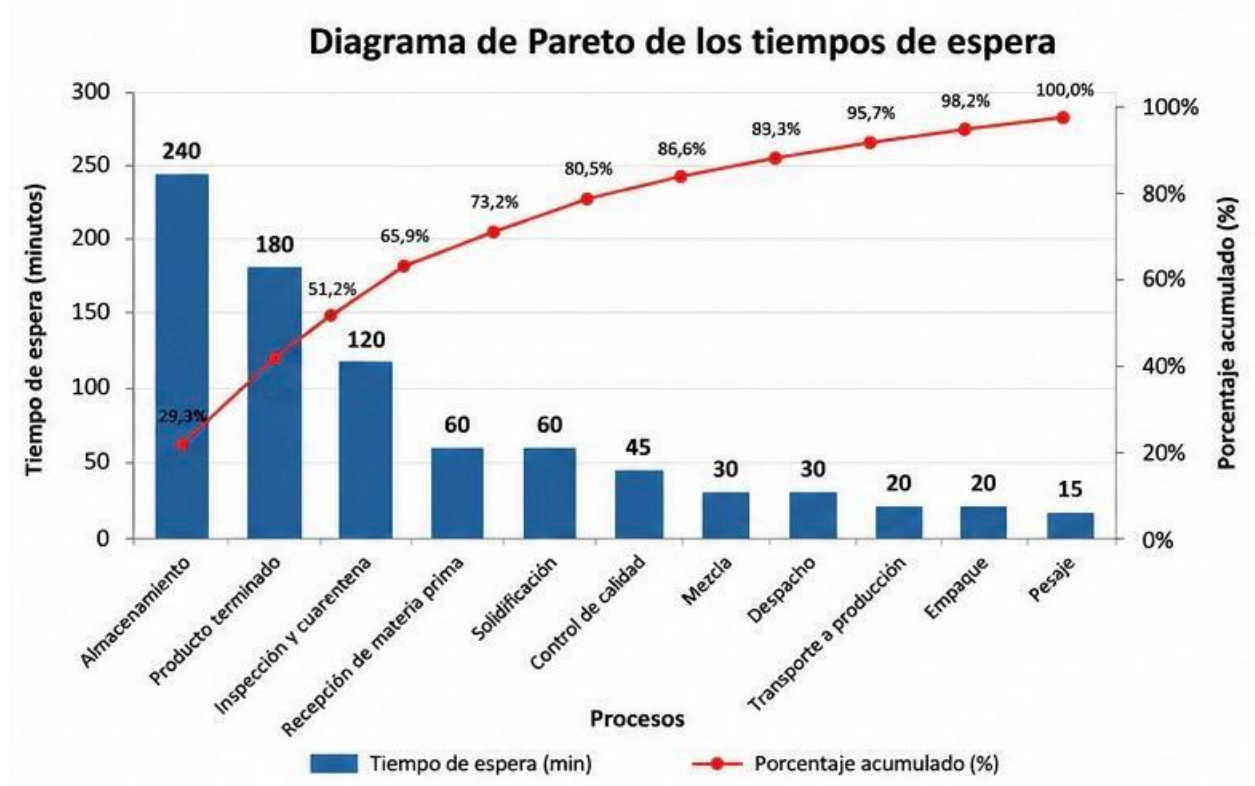


Ilustración 6 Diagrama de Pareto de los tiempos de espera - **Fuente:** Elaboración propia a partir de registros internos y observación directa en Bell Flavors & Fragrances (2025).

Como se observa en la imagen, las mayores pérdidas de tiempo se concentran en almacenamiento (240 minutos), producto terminado (180 minutos) e inspección y cuarentena (120 minutos); estas tres actividades representan aproximadamente el 66 % del tiempo total de espera (540 de 820 minutos), evidenciando que la mayor parte de las ineficiencias del proceso se concentra en un número reducido de operaciones.

Desde la perspectiva de Lean Manufacturing, estos resultados indican que la reducción de inventarios intermedios, la optimización del flujo de materiales y la disminución de los tiempos de almacenamiento e inspección tendrían el mayor impacto sobre la reducción del Lead Time y el incremento de la eficiencia operativa.

Los resultados obtenidos mediante el diagrama de Pareto respaldan la priorización presentada en la tabla 9 y justifican que las propuestas de mejora

desarrolladas en el siguiente objetivo específico se enfoquen principalmente en la reducción de tiempos de espera, la optimización de las operaciones críticas y el mejoramiento del flujo continuo del proceso productivo.

Resultados del objetivo específico no. 3

Con base en los resultados obtenidos durante el diagnóstico del proceso productivo y el análisis de las causas que afectan la eficiencia operativa, se formularon oportunidades de mejora orientadas a disminuir los desperdicios identificados, optimizar el flujo de producción y fortalecer el desempeño operativo de Bell Flavors & Fragrances mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

Las propuestas fueron estructuradas considerando los principales hallazgos del Objetivo Específico No. 1, en el cual se identificó un Lead Time de 1.170 minutos, un porcentaje de actividades que no agregan valor equivalente al 81,62 %, un inventario en proceso de 2.270 kg, tiempos de espera acumulados de 820 minutos y restricciones de capacidad en las operaciones de mezcla y solidificación. Asimismo, se tuvieron en cuenta las causas raíz identificadas mediante el diagrama de Ishikawa y la priorización realizada en el Objetivo Específico No. 2.

Las oportunidades de mejora propuestas buscan reducir los tiempos improductivos, disminuir la acumulación de inventarios, optimizar las operaciones críticas y fortalecer el control del proceso mediante herramientas de mejora continua.

Propuesta 1. Implementación de la metodología 5S

Como resultado de la evaluación realizada durante el diagnóstico, se evidenció la necesidad de fortalecer las condiciones de organización y estandarización del área de producción. Por esta razón, se propone implementar

la metodología 5S, con el propósito de mejorar el orden, la limpieza y la disponibilidad de materiales durante la operación.

Las actividades propuestas incluyen:

- Clasificación y eliminación de materiales innecesarios.
- Organización visual de materias primas e insumos.
- Señalización de áreas de trabajo.
- Elaboración de procedimientos estandarizados.
- Auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de la metodología.

Se espera que esta propuesta contribuya a reducir tiempos de búsqueda, desplazamientos innecesarios y variabilidad en la ejecución de las actividades.

Propuesta 2. Optimización del flujo mediante Value Stream Mapping (VSM)

El diagnóstico evidenció que gran parte del Lead Time corresponde a tiempos de espera e inventarios entre operaciones. En consecuencia, se propone rediseñar el flujo productivo mediante un Mapa de Flujo de Valor del Estado Futuro (Future State VSM).

La propuesta contempla:

- Disminución de inventarios intermedios.
- Reducción de tiempos de almacenamiento.
- Eliminación de actividades que no agregan valor.
- Balanceo de operaciones.
- Flujo continuo entre mezcla, control de calidad y empaque.

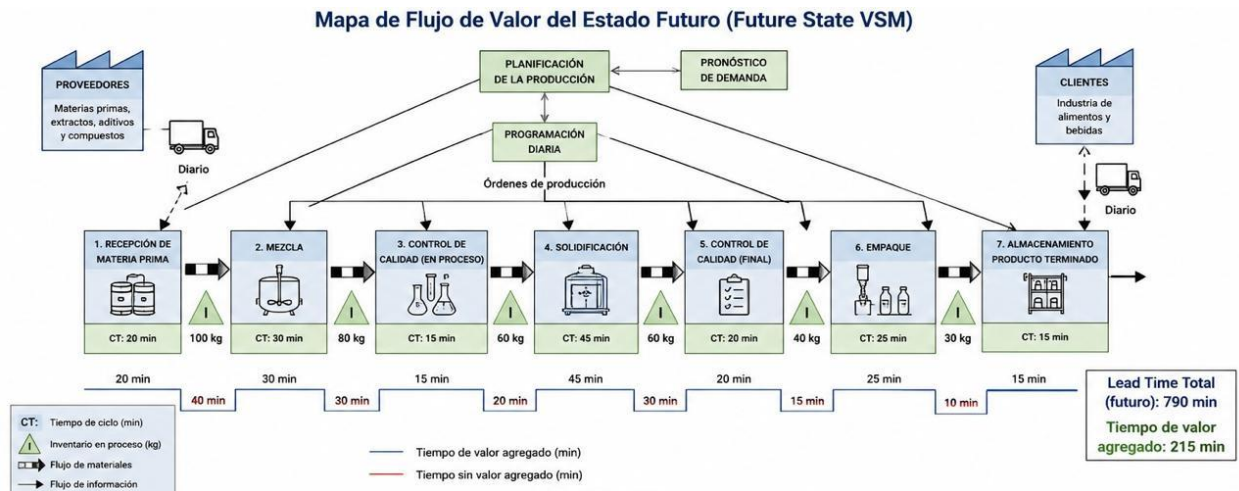


Ilustración 7 Mapa de Flujo de Valor del Estado Futuro - **Fuente:** Elaboración propia.

Propuesta 3. Balanceo de las operaciones críticas

El análisis del Takt Time permitió identificar que las operaciones de mezcla y solidificación constituyen las principales restricciones del sistema productivo.

Por ello se propone:

- redistribuir las cargas de trabajo;
- programar la producción según la demanda diaria;
- reducir tiempos muertos entre operaciones;
- implementar programación visual de órdenes de producción.

Estas acciones permitirán disminuir la acumulación de inventarios y mejorar el flujo continuo del proceso.

Propuesta 4. Implementación de indicadores Lean

Con el propósito de realizar seguimiento permanente al desempeño del proceso, se propone implementar un tablero de indicadores Lean que permita monitorear periódicamente las variables críticas identificadas durante la investigación.

Indicador	Fórmula	Frecuencia
Lead Time	Tiempo total del proceso	Diario
Cycle Time	Tiempo por operación	Diario
Takt Time	Tiempo disponible / demanda	Diario
Inventario en proceso	Σ WIP	Diario
Tiempo de espera	Σ tiempos improductivos	Diario
Producto rechazado	Defectos / producción $\times 100$	Semanal
Cumplimiento de 5S	Lista de verificación	Mensual

Tabla 10 Indicadores propuestos para el seguimiento del proceso - **Fuente:** Elaboración propia.

El seguimiento permanente de estos indicadores permitirá identificar oportunamente desviaciones del proceso y apoyar la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.

Comparación entre el estado actual y el estado proyectado

Con el propósito de evaluar el impacto esperado de las oportunidades de mejora propuestas, se realizó una proyección de los principales indicadores del proceso.

Indicador	Estado actual	Estado proyectado
Lead Time	1.170 min	790 min
Tiempo de espera	820 min	440 min
Inventario en proceso	2.270 kg	1.480 kg
Valor agregado	18,38 %	27,22 %
Tiempo sin valor agregado	81,62 %	72,78 %
Producto rechazado	3 %	2 %

Tabla 11 Comparación de indicadores del estado actual y estado proyectado - **Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados proyectados muestran una reducción significativa en los tiempos improductivos, una disminución del inventario en proceso y un incremento en el porcentaje de actividades que agregan valor al producto, lo que refleja el impacto esperado de la implementación de las herramientas Lean propuestas.

Validación de las oportunidades de mejora

Las oportunidades de mejora fueron formuladas a partir de la información obtenida durante el diagnóstico del proceso productivo y responden directamente a las causas identificadas mediante el análisis de Ishikawa y la priorización realizada en el Objetivo Específico No. 2.

Su implementación permitiría disminuir los desperdicios asociados a esperas, inventarios y movimientos innecesarios, fortalecer el flujo continuo del proceso y mejorar la utilización de los recursos disponibles.

En conjunto, las propuestas constituyen una estrategia de mejora continua que busca incrementar la eficiencia operativa del proceso de fabricación de saborizantes líquidos, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad de

Bell Flavors & Fragrances y al cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

Plan de implementación de las propuestas de mejora

Con el propósito de facilitar la aplicación de las oportunidades de mejora identificadas durante la investigación, se propone el siguiente plan de implementación, enfocado en las metodologías 5S y Value Stream Mapping (VSM). Este plan busca orientar la ejecución de acciones que contribuyan a reducir desperdicios, optimizar el flujo del proceso y fortalecer la eficiencia operativa de Bell Flavors & Fragrances.

Actividad	Responsable	Tiempo
Socialización de resultados y capacitación en Lean Manufacturing	Jefe de Producción y Coordinador de Calidad	Semana 1
Clasificación y organización de materiales (Seiri y Seiton)	Operarios de Producción	Semana 2
Implementación de estándares de limpieza y orden (Seiso, Seiketsu y Shitsuke)	Supervisor de Producción	Semana 3
Actualización del mapa de flujo de valor (VSM futuro)	Ingeniero de Procesos	Semana 4
Implementación de mejoras para disminuir tiempos de espera e inventarios	Jefe de Producción	Semanas 5 y 6

Seguimiento mediante indicadores (Lead Time, tiempos de ciclo y porcentaje de valor agregado)	Coordinador de Calidad	Semanas 7 y 8
---	---------------------------	------------------

Tabla 12 Plan de implementación de las propuestas de mejora - **Fuente:** Elaboración propia

El cronograma propuesto contempla una implementación gradual durante ocho semanas. Inicialmente se realiza la socialización de los resultados y la capacitación del personal en los principios de Lean Manufacturing.

Posteriormente se ejecutan las actividades correspondientes a la metodología 5S para mejorar el orden, la organización y la estandarización del área de producción. Una vez consolidadas estas acciones, se actualiza el mapa de flujo de valor (VSM futuro) incorporando las mejoras identificadas en el diagnóstico.

Finalmente, se realiza el seguimiento de los indicadores operacionales con el fin de verificar la reducción de desperdicios, la disminución del Lead Time y el fortalecimiento de la eficiencia operativa del proceso.

Con estos dos apartados atenderías completamente las observaciones de la profesora sobre el OEE y el plan de implementación con cronograma y responsables.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de la presente investigación permitió cumplir el objetivo general al proponer oportunidades de mejora para el proceso productivo de Bell Flavors & Fragrances mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing; el estudio permitió identificar los principales factores que afectan la eficiencia operativa y establecer acciones orientadas a optimizar el flujo del proceso y reducir los desperdicios presentes en la producción de saborizantes líquidos.

En relación con el primer objetivo específico, se concluye que el diagnóstico del proceso productivo, apoyado en herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) y el estudio de tiempos, permitió identificar actividades que generan valor y aquellas que representan desperdicios; los resultados evidenciaron que una parte importante del tiempo del proceso corresponde a actividades que no agregan valor, afectando el desempeño operativo y justificando la necesidad de implementar mejoras.

Respecto al segundo objetivo específico, el análisis realizado mediante el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto permitió identificar y priorizar las principales causas de ineficiencia del proceso, destacándose los tiempos de espera, la acumulación de inventarios y las restricciones en las etapas de mezcla y solidificación, este análisis proporcionó una base técnica para orientar las acciones de mejora hacia los factores con mayor impacto sobre la productividad.

En cuanto al tercer objetivo específico, se concluye que las oportunidades de mejora propuestas, fundamentadas en los principios de Lean Manufacturing, constituyen una alternativa viable para fortalecer la eficiencia operativa. La implementación de metodologías como las 5S, el rediseño del flujo de valor y el seguimiento mediante indicadores de gestión contribuirían a reducir desperdicios, optimizar los recursos y mejorar el desempeño del proceso productivo.

Como limitación de la investigación, no fue posible calcular el indicador OEE debido a la ausencia de registros históricos sobre disponibilidad de equipos, tiempos de paro, velocidad de producción y calidad por máquina. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de captura y gestión de información operacional en la empresa, ya que la implementación futura de este indicador permitirá realizar un seguimiento más preciso al desempeño de los equipos y evaluar el impacto de las mejoras propuestas mediante la metodología Lean Manufacturing.

Finalmente, como recomendación para Bell Flavors & Fragrances, se sugiere implementar de manera progresiva las oportunidades de mejora propuestas, priorizando aquellas relacionadas con la reducción de tiempos de espera y la optimización de los cuellos de botella, además de realizar un seguimiento permanente mediante indicadores Lean que permitan evaluar el desempeño del proceso y fortalecer la cultura de mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2nd ed.). Free Press.

Amaya Arias, E. F., Zambrano Luna, A. V., Villarreal Archila, S. M., Gelvez Mejía, E. J., & Fandiño Mayorga, J. S. (2024). *Innovación procedimental: Implementación de Lean Manufacturing en la mejora del rendimiento en el proceso de máquina de pintura del área de producción de la empresa Filtros Partmo de Bucaramanga*. Oficina de Investigaciones, Unidades Tecnológicas de Santander.
<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/15197>

Colina, S. M. (2023). *Mejoramiento en el proceso de manejo de materias primas aplicando la metodología Lean Manufacturing en Gavassa y Cía. Ltda*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/60023>

Costa, B., Varejão, J., & Gaspar, P. D. (2024). *Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company*. *Processes*, 12(8), 1612. <https://doi.org/10.3390/pr12081612>

Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). *Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos*.

Información Tecnológica,31(5),163–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>

Cusiatado Palomino, A. M., Farfán Carhuamaca, N. Y., & Rada Mota, L. C. (2024). Systematic Review on Lean Manufacturing in the Productivity of the Food Industry. *LACCEI*,2(11). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.325>

Samal, T., Khanna, P., & Soni, U. (2025). Analysis of barriers in a make-to-order production system using Grey-DEMATEL approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 72, 2673–2679. <https://doi.org/10.1109/TEM.2025.3579275>

Tapia Vargas, F. de M. M. (2024). Evaluación de la implementación de Lean Manufacturing: Un análisis del Repositorio de Cybertesis Digitales de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 18(35), 16–24. <https://doi.org/10.31908/19098367.3089>

Amaya Arias, E. F., Zambrano Luna, A. V., Villarreal Archila, S. M., Gelvez Mejia, E. J., & Fandiño Mayorga, J. S. (2024). Innovación procedimental: Implementación de Lean Manufacturing en la mejora del rendimiento en el proceso de máquina de pintura del área de producción de la empresa Filtros Partmo de Bucaramanga. In *Oficina de Investigaciones*. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/15197>

B. Costa, J. Varejão, P. Dinis Gaspar. (2024, July 30). *Mdpi.com*. <https://www.mdpi.com/2227-9717/12/8/1612>

Bermudez, M., & Marcela, D. (2021, May 9). Beneficios asociados a la implementación de una aplicación móvil de un caso de estudio en una

empresa manufacturera en Alemania. Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79685>

Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos. CIT Informacion Tecnologica, 31(5), 163–172. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000500163>

Del Pilar, A., Garcia, V., Director, M. X., & Lucía, P. (n.d.). TÉCNICAS DEL LEAN MANAGEMENT PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE SERVICIO AL CLIENTE LEAN MANAGEMENT TECHNIQUES FOR QUALITY IMPROVEMENT IN THE AREA OF CUSTOMER SERVICE. Edu.Co. Retrieved November 21, 2025, from <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/903232fa-a27b-4e30-983c-810a7af83f41/content>

Dueñas Quintero, D. M., Cruz Silva, L. A., & Uribe Serrano, S. L. (2024). Interacciones y vínculos para la innovación y el desarrollo tecnológico en industrias de alimentos procesados. Revista científica Pensamiento y Gestión, 52(52), 41–73. <https://doi.org/10.14482/pege.52.619.986>

Serna, C. A. N., Perafán, D. C. M., Arce-Sarria, A., & Pérez, C. J. H. (30 Junho 2024). Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/journal/911/91181613009/html/>

Tapia Vargas, F. de M. M. (2024). Evaluación de la Implementación de Lean Manufacturing: Un análisis del Repositorio de Cybertesis Digitales de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Entre ciencia e ingeniería, 18(35), 16–24. <https://doi.org/10.31908/19098367.3089>

Wu, W., Zhang, A., van Klinken, R. D., Schrobback, P., & Muller, J. M. (2021). Consumer trust in food and the food system: A critical review. Foods (Basel, Switzerland), 10(10), 2490. <https://doi.org/10.3390/foods10102490>

ANEXOS

Anexo A - Lista de chequeo 5S



Empresa	Bell Flavors & Fragrances Colombia S.A.S.
Proceso	Producción de saborizantes líquidos
Área	Producción
Responsable	Andrés Felipe Pamplona
Objetivo	Evaluar las condiciones de orden, limpieza y organización del proceso para identificar oportunidades de mejora mediante la metodología 5S.

Ítem	Criterio de evaluación	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Las materias primas se encuentran identificadas.	☒	☐	Cumple con rotulación.

2	Los insumos están organizados según el proceso.	☒	☐	Facilita el pesaje.
3	Existen materiales innecesarios en el área.	☐	☒	No se evidenciaron.
4	Los recorridos entre almacén y producción son eficientes.	☐	☒	Se observaron desplazamientos innecesarios.
5	Las herramientas permanecen en un lugar definido.	☒	☐	Correcta ubicación.
6	La mezcladora permanece limpia antes y después del lote.	☒	☐	Se cumple el procedimiento.
7	El área de pesaje se mantiene ordenada.	☒	☐	Sin novedades.
8	Los pasillos permanecen libres.	☒	☐	Sin obstrucciones.
9	El producto en proceso está identificado.	☒	☐	Cumple.
10	Existe estandarización visual del proceso.	☐	☒	Puede fortalecerse.
11	Los operarios usan EPP.	☒	☐	Uso permanente.
12	Se presentan tiempos de espera por organización.	☐	☒	Se identificaron esperas entre actividades.
13	La distribución favorece el flujo del proceso.	☐	☒	Oportunidad de mejora según VSM.
14	Las áreas permanecen limpias.	☒	☐	Condiciones adecuadas.
15	Se realizan actividades de orden al finalizar el lote.	☒	☐	Se evidenció limpieza final.

Fuente: *Elaboración propia.*

Resultado general

Se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con los recorridos internos, la estandarización visual y los tiempos de espera entre actividades. Estos hallazgos son coherentes con el mapa de flujo de valor (VSM) y sirvieron como base para plantear las acciones de mejora mediante la metodología 5S.

Anexo B - Formato de observación

EMPRESA	Bell Flavors & Fragrances Colombia S.A.S.			Formato	Anexo B - Formato de observación
Proceso	Producción de saborizantes líquidos			Código	RF-PRO-001
Observador	Andrés Felipe Pamplona, Valeria Caro Montañez				
Jornada	1 a 3				
JORNADA 1					
Hora	Área	Actividad observada	Hallazgo	Tipo de desperdicio	Observaciones
08:05	Recepción	Descarga de materias primas	Espera por verificación documental	Espera	Retraso aprox. 5 min
08:30	Almacén	Inspección	Conforme	No aplica	Sin novedades
09:10	Almacén	Transporte	Recorrido largo	Transporte	Oportunidad de mejora
09:35	Producción	Pesaje	Correcto	No aplica	Actividad normal
10:20	Producción	Mezcla	Espera por equipo	Espera	Retraso corto
11:30	Calidad	Control calidad	Conforme	No aplica	Sin reprocesos
13:15	Empaque	Empaque	Continuo	No aplica	Sin novedades
14:10	Despacho	Producto terminado	Disponible	No aplica	Listo para despacho
JORNADA 2					
08:10	Recepción	Recepción MP	Normal	No aplica	Sin novedades
08:40	Almacén	Inspección	Demora documental	Espera	Retraso menor
09:20	Almacén	Transporte	Movimiento adicional	Transporte	Recorrido innecesario
09:45	Producción	Pesaje	Correcto	No aplica	Actividad normal
10:30	Producción	Mezcla	Continua	No aplica	Sin novedades
11:40	Calidad	Control calidad	Lote aprobado	No aplica	Cumple especificación
13:20	Empaque	Empaque	Normal	No aplica	Sin novedades
14:15	Despacho	Despacho	Espera montacargas	Espera	Retraso corto
JORNADA 3					
08:00	Recepción	Recepción MP	Normal	No aplica	Sin novedades
08:35	Almacén	Inspección	Completa	No aplica	Sin novedades
09:15	Producción	Transporte	Recorrido prolongado	Transporte	Puede optimizarse
09:40	Producción	Pesaje	Correcto	No aplica	Sin novedades
10:25	Producción	Mezcla	Espera por limpieza	Espera	Sin impacto mayor
11:35	Calidad	Control calidad	Conforme	No aplica	Sin reproceso
13:10	Empaque	Empaque	Continuo	No aplica	Sin novedades
14:05	Despacho	Producto terminado	Almacenado	No aplica	Listo para despacho

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C - Formato de tiempos

	EMPRESA	Bell Flavors & Fragrances Colombia S.A.S.					Formato	Registro de tiempos		Versión	01	
	Proceso	Producción de saborizantes líquidos					Código	RF-PRO-001				
	Observador	Andrés Felipe Pamplona,Valeria Caro Montañez					Lote	500 L				
	Jornada	1 de 3										
JORNADA 1												
Ciclo	Recepción MP	Inspección	Almacenamiento	Transporte	Pesaje	Mezcla	Control Calidad	Solidificación	Empaque	Producto terminado	Despacho	Tiempo Total
1	20	31	15	10	25	61	20	91	40	15	25	353
2	21	30	15	10	24	60	20	89	40	15	24	348
3	20	29	14	9	25	59	21	90	39	15	25	346
4	19	30	15	10	26	60	20	90	40	16	26	352
5	20	30	16	11	25	60	19	90	41	14	25	351
Promedio	20	30	15	10	25	60	20	90	40	15	25	350
Mínimo	19	29	14	9	24	59	19	89	39	14	24	346
Máximo	21	31	16	11	26	61	21	91	41	16	26	353
Desv.Est.	0,707106781	0,707107	0,707106781	0,707107	0,70711	0,70711	0,707106781	0,70710678	0,70711	0,707106781	0,70711	2,91547595
JORNADA 2												
6	20	30	15	10	25	60	20	90	40	15	25	350
7	21	31	15	10	25	61	20	90	40	15	25	353
8	20	30	15	9	24	59	20	89	39	15	24	344
9	19	29	14	10	25	60	21	91	40	16	25	350
10	20	30	16	11	26	60	20	90	41	14	26	354
Promedio	20	30	15	10	25	60	20,2	90	40	15	25	350,2
Minimo	19	29	14	9	24	59	20	89	39	14	24	344
Máximo	21	31	16	11	26	61	21	91	41	16	26	354
Desv.Est.	0,707106781	0,707107	0,707106781	0,707107	0,70711	0,70711	0,447213595	0,70710678	0,70711	0,707106781	0,70711	3,89871774
JORNADA 3												
11	20	30	15	10	25	60	20	90	40	15	25	350
12	20	30	15	10	25	60	20	90	40	15	25	350
13	21	31	15	10	26	61	21	91	41	15	26	358
14	19	29	14	9	24	59	19	89	39	14	24	339
15	20	30	15	10	25	60	20	90	40	16	25	351
Promedio	20	30	14,8	9,8	25	60	20	90	40	15	25	349,6
Minimo	19	29	14	9	24	59	19	89	39	14	24	339
Máximo	21	31	15	10	26	61	21	91	41	16	26	358
Desv.Est.	0,707106781	0,707107	0,447213595	0,447214	0,70711	0,70711	0,707106781	0,70710678	0,70711	0,707106781	0,70711	6,80441033

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D - Validación del instrumento de recolección de información

Empresa: Bell Flavors S Fragrances Colombia S.A.S.

Proyecto: Evaluación de la eficiencia operativa mediante técnicas Lean Manufacturing en el proceso de producción de saborizantes líquidos.

Investigador: Andrés Felipe Pamplona Peralta, Valeria Caro Montañez

Fecha de validación: 25 de junio de 2026

Objetivo

Validar los instrumentos diseñados para la recolección de la información, verificando que permiten registrar de forma clara, ordenada y consistente los tiempos de ejecución, las observaciones del proceso y las condiciones operativas necesarias para el desarrollo de la investigación.

Instrumentos sometidos a validación

Instrumento	Objetivo
Lista de chequeo 5S	Evaluar las condiciones de orden, limpieza, organización y estandarización del área de producción.
Formato de observación	Registrar las condiciones operativas, desperdicios y oportunidades de mejora.

Hoja de registro de tiempos	Registrar los tiempos de cada actividad para calcular Lead Time y Cycle Time.
-----------------------------	---

Procedimiento de validación

Antes de iniciar la recolección oficial de la información se realizó una prueba piloto sobre un lote de producción de 500 litros. Durante esta actividad se verificó la claridad de los formatos, la secuencia de las actividades, la medición de tiempos con cronómetro y la facilidad para registrar observaciones y desperdicios.

Resultados de la validación

Aspecto evaluado	Situación identificada	Ajuste realizado
Hoja de tiempos	No registraba el tiempo total	Se añadió una columna de tiempo total por ciclo
Formato de observación	No clasificaba el desperdicio	Se incorporó una columna con el tipo de desperdicio Lean
Lista de chequeo 5S	Criterios generales	Se ajustaron al proceso de saborizantes líquidos

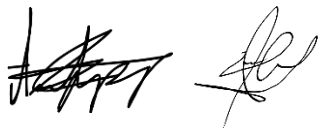
Fuente: Elaboración propia.

Los ajustes realizados permitieron mejorar la estructura de los instrumentos. Posteriormente fueron utilizados durante las tres jornadas de observación, en las cuales se registraron quince ciclos de producción.

Conclusión

La prueba piloto permitió comprobar que los instrumentos eran pertinentes para la recolección de la información y proporcionaron datos consistentes para el análisis de la eficiencia operativa.

Aprobación

Elaboró	Revisó
Andrés Felipe Pamplona Peralta, Valeria Caro Montañez  Firma: _____	Supervisor del área de producción Firma: _____

Anexo E - Registro de la prueba piloto de los instrumentos de recolección de información

Información general

Ítem	Descripción
Empresa	Bell Flavors & Fragrances Colombia S.A.S.
Proyecto	Evaluación de la eficiencia operativa mediante técnicas Lean Manufacturing en el proceso de producción de saborizantes líquidos de Bell Flavors.
Investigador	Andrés Felipe Pamplona Peralta, Valeria Caro Montañez
Lugar	Área de producción
Fecha	25 de Junio de 2026
Tipo de prueba	Prueba piloto
Proceso evaluado	Producción de saborizantes líquidos
Tamaño del lote	500 litros
Instrumentos evaluados	Lista de chequeo 5S, formato de observación y hoja de registro de tiempos

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo de la prueba piloto

Verificar la funcionalidad, claridad y aplicabilidad de los instrumentos diseñados para la recolección de la información, garantizando que permitieran registrar de forma ordenada los tiempos de ejecución, las observaciones del proceso y las oportunidades de mejora antes de iniciar la fase definitiva de recolección de datos.

Descripción de la prueba piloto

La prueba piloto se desarrolló mediante la observación de un lote de producción de 500 litros de saborizante líquido. Se aplicaron la lista de chequeo 5S, el formato de observación y la hoja de registro de tiempos para verificar su funcionamiento, correspondencia con el flujo real del proceso y facilidad de diligenciamiento.

Actividades verificadas durante la prueba piloto

Actividad	Verificada	Observaciones
Recepción de materia prima	Sí	Registro adecuado
Inspección y cuarentena	Sí	Información completa
Almacenamiento	Sí	Sin novedades
Transporte a producción	Sí	Se identificaron recorridos innecesarios
Pesaje	Sí	Registro correcto
Mezcla	Sí	Se identificaron tiempos de espera
Control de calidad	Sí	Registro completo
Empaque	Sí	Registro adecuado
Producto terminado	Sí	Información completa
Despacho	Sí	Sin novedades

Fuente: Elaboración propia.

Resultados obtenidos

Aspecto	Resultado
Claridad de los formatos	Adecuada
Facilidad de diligenciamiento	Adecuada
Registro de tiempos	Adecuado
Registro de observaciones	Adecuado
Correspondencia con el proceso	Adecuada
Secuencia de actividades	Coincide con el flujo real

Fuente: Elaboración propia.

Ajustes realizados

Hallazgo identificado	Ajuste implementado
El formato de tiempos no registraba el tiempo total del ciclo.	Se incorporó una columna para registrar el tiempo total de cada ciclo.
El formato de observación no clasificaba el desperdicio identificado.	Se agregó una columna para registrar el tipo de desperdicio según Lean Manufacturing.
Algunos criterios de la lista de chequeo 5S eran generales.	Se adaptaron específicamente al proceso de producción de saborizantes líquidos.

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de la validación

Los ajustes realizados permitieron mejorar la estructura de los instrumentos. Posteriormente fueron utilizados durante las tres jornadas de observación, en las cuales se registraron quince ciclos de producción.

Conclusión

La prueba piloto permitió comprobar que los instrumentos eran pertinentes para la recolección de la información y proporcionaron datos consistentes para el análisis de la eficiencia operativa.

Evidencia de aprobación

Elaboró	Revisó
Andrés Felipe Pamplona Peralta, Valeria Caro Montañez	Supervisor del área de producción
Firma: 	Firma: