



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA LÍNEA MESAL DE LA PLANTA
FUENTES SAN FELIPE S.A**

**Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Industrial**

Autores: Azogue Gavilanez Mauricio Josue

Chiliquinga Toaquiza Juan Andrés

Tutor: Ing. Andrango Guayasamín Raúl Heriberto. Msc

Latacunga – Ecuador

DEDICATORIA

El siguiente trabajo va dedicado a mi familia en especial a mis padres quienes, con su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo me han enseñado la importancia de la perseverancia, con el fin de cumplir mis metas, objetivos y nunca rendirme, gracias por ser una guía mi apoyo y mi inspiración en cada día, en cada paso que he logrado, sin ustedes este logro no habría sido posible. De igual manera mis hermanos, mis compañeros de vida gracias por su cariño, comprensión y por estar siempre ahí, en las buenas y malas y por ser un apoyo más en mi vida.

Mauricio Azogue

Dedico este documento a mis padres Julio y Alexandra, quienes siempre han estado apoyándome en todo momento de mi etapa universitaria, motivándome a ser mejor cada día y a no rendirme a pesar de las adversidades que se han presentado en el camino cumpliendo un tan esperado sueño y obteniendo un logro que es nuestro.

A mi hermano David, quien me ha inspirado a superarme y a ser un ejemplo de esfuerzo y constancia.

A mis tíos y abuelitos, quienes me han querido como a un hijo, brindándome su apoyo y cariño incondicional.

El amor y respaldo de todos mis seres queridos me han dado la valentía y determinación para llegar hasta donde me encuentro hoy en día.

Andrés Chilingua

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a los docentes, quienes con su conocimiento, dedicación y paciencia me guiaron a lo largo de esta etapa formativa me inspiraron a crecer como profesional y como persona. A la universidad alma mater, por brindarme los espacios, las herramientas y la oportunidad que hicieron posible este logro, a mis padres quienes son mi motivación y por apoyarme en cada decisión que tome.

Finalmente, a todos aquellos que de una u otra forma me acompañaron en cada momento, gracias por formar parte de mi vida.

Mauricio Azogue

Agradezco a los docentes de nuestra alma mater, quienes, con sus enseñanzas y experiencia, fueron una guía fundamental en mi proceso de formación profesional.

A los buenos amigos y amigas con quienes compartí muchos momentos, tanto buenos como difíciles, creando recuerdos que perdurarán toda la vida y aprendiendo juntos en este largo camino.

Y, en especial, agradezco a mis padres por su comprensión, sus valiosos consejos y el apoyo económico que me brindaron a lo largo de este recorrido.

Andrés Chiliquina

LATACUNGA-ECUADOR

FEBRERO 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Azogue Gavilanez Mauricio Josue con cédula de ciudadanía No. 050444440-7, Chiliquina Toaquiza Juan Andres con cédula de ciudadanía No. 050442724-6 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA LÍNEA MESAL DE LA PLANTA FUENTES SAN FELIPE S.A”**, siendo el Ing. Andrango Guayasamin Raúl Heriberto MsC. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Febrero del 2025



Azogue Gavilanez Mauricio Josue

C.C: 050444440-7



Chiliquina Toaquiza Juan Andres

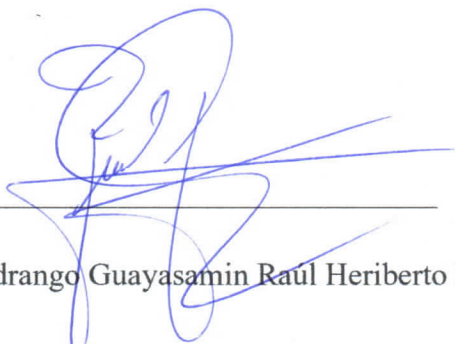
C.C: 050442724-6

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA LÍNEA MESAL DE LA PLANTA FUENTES SAN FELIPE S.A”, de Azogue Gavilanez Mauricio Josue y Chiliquinga Toaquiza Juan Andres de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la predefensa.

Latacunga, Febrero del 2025

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Ing. Andrango Guayasamin Raúl Heriberto Msc.

C.C: 171752625-3

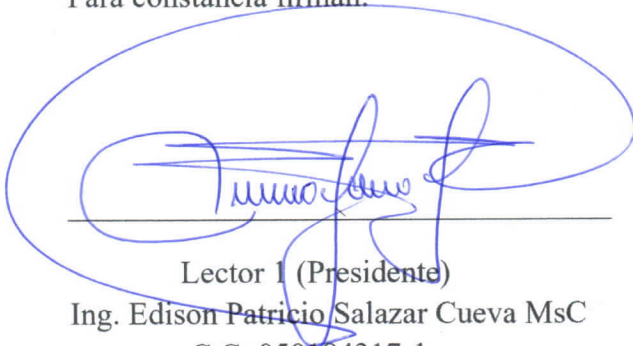
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Azogue Gavilanez Mauricio Josue con cédula de ciudadanía No. 050444440-7 y Chiliquina Toaquiza Juan Andres con cédula de ciudadanía No. 050442724-6 con el título de Proyecto de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA LÍNEA MESAL DE LA PLANTA FUENTES SAN FELIPE S.A”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

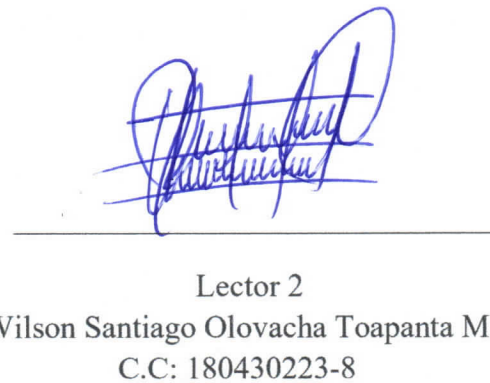
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2025

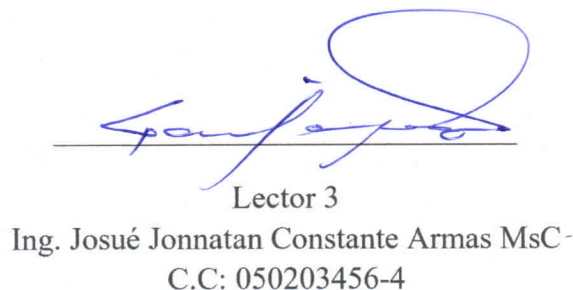
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MsC
C.C: 050184317-1



Lector 2
Ing. Wilson Santiago Olovacha Toapanta MsC
C.C: 180430223-8



Lector 3
Ing. Josué Jonnatan Constante Armas MsC
C.C: 050203456-4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Título: Optimización de los procesos productivos en la línea mesal de la Planta Fuentes San Felipe S.A.

Autores: Azogue Gavilánez Mauricio Josué
Chiliquinga Toaquiza Juan Andrés

Tutor: Ing. Andrango Guayasamín Raúl Heriberto. Msc

RESUMEN

La demora del tiempo en el arranque de la línea mesal de producción, genera retraso de la productividad. El objetivo fue optimizar los procesos productivos en la línea mesal de la planta “Fuentes San Felipe S.A.” con el fin de reducir los tiempos dentro de las actividades de producción. La metodología tuvo un enfoque mixto, investigación descriptiva, de campo, método inductivo, como técnica de recolección se hizo uso del análisis de movimientos y el estudio de tiempo con herramientas el uso de temporizadores para medir el tiempo de cada actividad. Los resultados indicaron que el proceso de etiquetado era el principal cuello de botella, con demoras significativas en tareas como el transporte de rollos plásticos, la colocación de etiquetas, la inspección de temperatura de la goma y la calibración de la etiqueta. En el Triblock Mixer, se observaron tiempos excesivos en actividades como el cambio de formatos y la espera de lavado y desfogue de la llenadora. La optimización implementada permitió reducir el tiempo total de operación de 101.05 minutos a 76.14 minutos, lo que representó una mejora del 24.65%. Esto se tradujo en un aumento de la capacidad de producción de aproximadamente 45,000-50,000 unidades a 59,731 unidades en una jornada de 480 minutos. En conclusión, la optimización de los tiempos y la eliminación de actividades innecesarias contribuyeron a una mejora en la sincronización de los procesos, reduciendo los tiempos improductivos y aumentando la eficiencia de la línea mesal. Estas mejoras no solo impactaron positivamente la productividad, sino que también sentaron las bases para futuras estrategias de optimización en la planta.

Palabras claves: Línea mesal, procesos productivos, optimización, tiempo.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

POSTGRADUATE DIRECTION

Title: Optimization of production processes in the mesal line of the Fuentes San Felipe S.A. plant.

Autores: Azogue Gavilánez Mauricio Josué
Chiliquinga Toaquiza Juan Andrés

Tutor: Ing. Andrango Guayasamín Raúl Heriberto. Msc

ABSTRACT

The delay of the time in the start of the monthly production line, generates productivity delay. The objective was to optimize the production processes in the monthly line of the plant "Fuentes San Felipe SA" in order to reduce the times within the production activities. The methodology had a mixed approach, descriptive research, field, inductive method, as a collection technique was made use of the analysis of movements and the study of time with tools the use of timers to measure the time of each activity. The results indicated that the labeling process was the main bottleneck, with significant delays in tasks such as the transport of plastic rolls, label placement, rubber temperature inspection and label calibration. In the Triblock Mixer, excessive times were observed in activities such as changing formats and waiting for washing and venting of the filler. The optimization implemented allowed to reduce the total operation time from 101.05 minutes to 76.14 minutes, which represented an improvement of 24.65%. This resulted in an increase in production capacity from approximately 45,000-50,000 units to 59,731 units in a 480-minute day. In conclusion, the optimization of times and the elimination of unnecessary activities contributed to an improvement in the synchronization of processes, reducing unproductive times and increasing the efficiency of the monthly line. These improvements not only positively impacted productivity, but also laid the foundation for future optimization strategies at the plant.

Key words: Monthly line, productive processes, optimization, time.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN DE AUDITORIA	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Bases teóricas	6
2.2.1 La producción	6
2.2.2 Tipos de producción	8
2.2.3 Objetivos de producción	9

2.2.4	Etapas de producción de fuentes de agua	10
2.2.5	Optimización de procesos	15
CAPÍTULO III		18
MARCO METODOLÓGICO		18
3.1	Metodología	18
3.1.1	Enfoque cuantitativo	18
3.2	Tipo de investigación.....	18
3.2.1	Investigación descriptiva	18
3.2.2	Investigación de campo.....	18
3.3	Método de investigación	19
3.3.1	Método inductivo	19
3.4	Población y muestra.....	19
3.5	Técnicas de recolección de la información	19
3.5.1	Instrumentos.....	20
3.6	Procedimiento	20
CAPÍTULO IV		22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		22
4.1	Información general de la empresa	22
4.1.1	Situación actual de la empresa	22
4.1.2	Misión	23
4.1.3	Visión.....	23
4.1.4	Valores de la empresa	23
4.2	Análisis de la operación	23
4.3	Descripción del proceso de producción	26

4.3.1	Sistema de producción	26
4.3.2	Línea de producción.....	26
4.4	Descripción de los procesos.....	27
4.5	Análisis del proceso de producción	30
4.5.1	Impacto de las Interrupciones Operativas.....	31
4.6	Identificación y descripción de las actividades por proceso	32
4.6.1	Análisis del proceso del Posicionador	32
4.6.2	Análisis del proceso del Triblock-mixer.....	34
4.6.3	Análisis del proceso de la Etiquetadora	39
4.6.4	Análisis del proceso de la Termoencogedora	42
4.7	Identificación y registro de tiempos de la línea mesal.....	44
4.7.1	Registro de tiempos: Posicionador.....	44
4.7.2	Registro de tiempos: Triblock Mixer.....	46
4.7.3	Registro de tiempos: Etiquetadora	48
4.7.4	Registro de tiempos: Termoencogedora	50
4.8	Cálculo de factor de desempeño y suplementos	52
4.8.1	Proceso 1. Posicionador	52
4.8.2	Proceso 2. Triblock-Mixer	54
4.8.3	Proceso 3. Etiquetadora	55
4.8.4	Proceso 4. Termoencogedora.....	56
4.9	Cálculo de tiempo estándar	56
4.10	Análisis de cuello de botella	61
4.11	Desarrollo del VSM.....	63
4.12	Propuesta de mejora basada en la teoría de restricciones (TOC).....	67

4.13	Análisis de la mejora de eficiencia	74
4.14	Cálculo de la capacidad de producción mejorada.....	75
CAPÍTULO V.....		77
5.1	Conclusiones	77
5.2	Recomendaciones	78
BIBLIOGRAFÍA		79
ANEXOS		82
Anexo A. Plan de producción diciembre 2024		82
Anexo B. Proveedores		84
Anexo C. Clientes principales		85
Anexo D. Pasos teoría de restricciones TOC.....		87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de productos	24
Tabla 2. Productos de mayor contribución a la demanda	26
Tabla 3. Diagrama sinóptico- Posicionador.....	33
Tabla 4. Cursograma analítico - Posicionador.....	34
Tabla 5. Diagrama sinóptico del Triblock-mixer	36
Tabla 6. Cursograma analítico - Triblock-mixer	38
Tabla 7. Diagrama sinóptico - Etiquetadora	40
Tabla 8. Etiquetadora.....	41
Tabla 9. Diagrama sinóptico - Termoencogedora	43
Tabla 10. Cursograma analítico - Termoencogedora	44
Tabla 11. Registro de tiempos - Posicionador	45
Tabla 12. Valores para el número de observaciones	46
Tabla 13. Registro de tiempos - Triblock- Mixer	47
Tabla 14. Valores para el número de observaciones	48
Tabla 15. Registro de tiempos - Etiquetadora	49
Tabla 16. Valores para el número de observaciones	50
Tabla 17. Registro de tiempos - Termoencogedora.....	51
Tabla 18. Valores para el número de observaciones	52
Tabla 19. Factor de desempeño	53
Tabla 20. Suplementos.....	53
Tabla 21. Factor de desempeño	54
Tabla 22. Suplementos.....	54
Tabla 23. Factor de desempeño	55
Tabla 24. Suplementos.....	55

Tabla 25. Factor de desempeño	56
Tabla 26. Suplementos.....	56
Tabla 27. Cálculo del tiempo estándar – Posicionador.....	57
Tabla 28. Cálculo del tiempo estándar – Triblock-Mixer.....	58
Tabla 29. Cálculo del tiempo estándar – Etiquetadora	59
Tabla 30. Cálculo del tiempo estándar – Termoencogedora	60
Tabla 31. Resumen del tiempo estándar	61
Tabla 32. Propuesta de mejora.....	68
Tabla 33. Resumen de los tiempos obtenidos con el plan de mejora	73
Tabla 34. Proveedores	84
Tabla 35. Clientes	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del subsistema de producción de la empresa. Fuente [6]	7
Figura 2. Logotipo de “Fuentes San Felipe”	22
Figura 3. Diagrama Pareto de los productos de la empresa “Fuentes San Felipe”	25
Figura 4. Posicionador de botellas.....	27
Figura 5. Triblock Mixer	28
Figura 6. Etiquetadora	28
Figura 7. Etiquetadora	29
Figura 8. Diagrama de flujo.....	29
Figura 9. Diagrama de bloques del proceso de la empresa “Fuentes San Felipe”	30
Figura 10. Análisis del cuello de botella	61
Figura 11. VSM de la Línea Mesal del proceso de producción la empresa “Fuentes San Felipe”	64

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, una de las mayores problemáticas que enfrentan las empresas que operan en la industria de las bebidas carbonatadas como la línea mesal, es la optimización de los procesos productivos, especialmente el agua [1]. De esta manera, el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas es intensivo con respecto al uso de agua, un recurso cada vez más escaso en varias partes del mundo a causa del cambio climático y la sobreexplotación [2]. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de los reguladores para tener la adopción de prácticas sostenibles, las empresas presentan desafíos con respecto a la optimización de los procesos.

En Ecuador, un desafío esencial en la optimización de la línea mesal se encuentra relacionado con la infraestructura, transporte, logística y mantenimiento de maquinaria. Dado que las empresas no alinean estrategias relacionadas con los procesos, estandarización y mejora de los equipos para contrarrestar los problemas de transporte o los procedimientos en los que se incluyen un valor mínimo y máximo de la creación del producto [3].

Fuentes Agua San Felipe, se especializa en el embotellado y la comercialización de bebidas carbonatadas a través de la línea de producción denominada mesal. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por mantener elevados estándares de rendimiento, existen diversos desafíos que afectan la optimización de la línea de producción generando un impacto negativo en el cumplimiento de los objetivos organizacionales [4].

Entre los principales problemas se tiene la falta de estandarización de ciertos productos, especialmente en el área de producción. La falta de estrategias claras de optimización de los tiempos de trabajo produce ineficiencias, que impiden a las empresas alcanzar los resultados esperados [5]. Ante ello, se necesita diseñar un estudio que permita optimizar las actividades como los tiempos, aumentando la producción y contribuyendo a generar mayores ingresos de la empresa.

De esta manera, la presente investigación se enfoca en la problemática referente a la pérdida de tiempo en el proceso de arranque de la línea mesal, debido a que los equipos implican tener paros para lograr ajustarlos de acuerdo a las especificaciones del envase a productos. Este

fenómeno proceso se genera tres veces a la semana en un tiempo aproximado de 1 hora, teniendo tiempos de retrasos productivos.

1.2 Justificación

La presente investigación pretende resolver el problema de la demora en tiempo de productividad, en especial al realizar los arranques de línea en la línea de mesal, en el que se producen pérdidas de tiempo, generando problemas en la producción, y provocando tiempos improductivos.

En el ámbito industrial, la optimización de la productividad resulta un factor importante para el éxito y la competitividad de la empresa. En este contexto, Fuentes San Felipe especializada en el embotellamiento y comercialización de bebidas carbonatadas por medio de su línea de productividad llamada mesal, requiere contar con una optimización de los procesos productivos.

De esta manera, el análisis del proceso industrial y los tiempos contribuirá a optimizar la capacidad de producción de la empresa, sin tener efectos negativos en la calidad del producto. De esta manera, los beneficiarios directos del proyecto se distribuyen en el personal de áreas de producción, apoyo, administrativo, bodega y distribuidores quienes se verán beneficiados por el aumento de la producción y con ello sus ingresos. Mientras que los beneficiarios indirectos constituyen la clientela y proveedores de materia prima, dado que al optimizar la producción se requiere mayor materia inicial.

La utilidad práctica se centra en que, al contar con un proceso estandarizado se contribuye a minimizar los cuellos de botella y los tiempos improductivos relacionados de hombre y máquina. Al lograr una productividad equilibrada, se incrementará el número de trabajos realizados en el ciclo productivo de la línea mesal.

Metodológicamente, el proyecto contribuye a resolver el problema dentro de la planta de producción, en especial en los arranques de línea, por medio del Mapa de Flujo de Valor (VSM) y la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC). La TOC permitirá identificar y gestionar los cuellos de botella que afectan la eficiencia en los arranques de línea, mientras que el VSM facilitará la visualización y mejora de los flujos de valor en el proceso productivo.

La implementación de estas metodologías en la empresa “Fuentes de Agua San Felipe”, proporciona una solución para abordar los desafíos que enfrenta la empresa y producir mejoras significativas y optimizar la productividad.

1.3 Formulación del problema

El problema principal que aborda esta investigación es la demora en los arranques de línea en la línea de producción Mesal de “Fuentes San Felipe”, lo cual genera tiempos improductivos y afecta la eficiencia del proceso productivo. Actualmente, la falta de un proceso estandarizado y la presencia de cuellos de botella en los arranques de línea impactan negativamente en la capacidad de producción y la competitividad de la empresa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Optimizar los procesos productivos en la línea mesal de la planta Fuentes San Felipe S.A para una reducción de los tiempos dentro de las actividades de producción, por medio de la elaboración de un mapa VSM y un modelo TOC teoría de restricciones.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los problemas y cuellos de botella en la línea mesal mediante la recolección y evaluación de los datos de producción, observando las principales restricciones que afectan la eficiencia del proceso.
- Elaborar un mapa VSM a través de un estudio de tiempos en la línea mesal, mejorando así las oportunidades de optimización en el flujo de trabajo.
- Diseñar un modelo basado en la teoría de restricciones mediante el análisis de los cuellos de botella y la aplicación de estrategias para su mitigación de tiempos, producción y mejorando la eficiencia operativa.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes

Como parte de los antecedentes investigativos, se consideran los siguientes proyectos que abordan temáticas similares con el objetivo común relacionado con la optimización de procesos productivos.

Jacome Deny y Robles Henry realizaron una tesis titulada " Propuesta de optimización de la productividad en la línea de envasado de la empresa embotelladora Latacunga" y cuyo objetivo principal fue investigar los procesos de optimización de recursos en el área de llenado de envases PET en la empresa Fuentes San Felipe. En el proyecto se realizó el análisis del desempeño de los operadores en la línea de producción MESAL, mediante el uso de flujo de procesos, hoja de ruta, diagramas de actividades, mediciones del tiempo de cada tarea, obteniendo promedios y valores confiables. En donde los resultados demostraron una mejora significativa al reducir los desperdicios, mejorar los costos y aumentar la capacidad de producción efectiva, elevando la utilización, eficiencia y productividad de la línea de producción MESAL [6].

De igual forma, en un proyecto de investigación realizado en la ESPOL, enfocado en mejorar la optimización, reducir los costos y mejorar la calidad del producto mediante la reorganización de las tareas y del ajuste las variables de producción. En primer lugar, se desarrolló un análisis del proceso mediante observación directa en fábrica para mapear todas las etapas de la línea de producción. Posteriormente, se utilizaron técnicas de sincronización para medir el tiempo dedicado a cada tarea e identificar tareas críticas y cuellos de botella en el proceso. En donde se obtuvieron resultados que permitieron reducir el tiempo de inactividad identificando los pasos del proceso en los que se producen retrasos innecesarios y ajustando los flujos de trabajo

para eliminar o reducir estos retrasos. También se mejoró la distribución de la fábrica, reordenando los equipos para reducir viajes innecesarios y aumentar la productividad. La eficiencia general de la planta aumentó un 15%, mientras que los costos operativos disminuyeron un 10% debido a una mejor utilización de los recursos. Además, los estudios de tiempos pueden identificar tareas que pueden automatizarse o simplificarse, reduciendo así la carga de actividades repetitivas y ayudando a mejorar la calidad del trabajo [7].

Acuña y Guarniz realizaron un trabajo titulado "Estudio de Tiempos y Movimientos para aumentar la Productividad en el Área de Producción de la Distribuidora Vania S.R.L", en la Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. El objetivo de su investigación fue aplicar la técnica de medición de trabajo, específicamente el Estudio de Tiempos y Movimientos, para reducir los tiempos elevados en las actividades de entrega de pedidos. La investigación, de tipo aplicada y con diseño experimental preexperimental, analizó a los 13 operarios del área de producción. El estudio incluyó el diagnóstico actual, la aplicación y evaluación de la técnica, utilizando herramientas como entrevistas, encuestas, indicadores y simulación en software ProModel. Los resultados demostraron una mejora en la productividad, reduciendo los tiempos de operación en un 21,9% e incrementando la capacidad de producción en un 13,9%, lo que también incrementó la eficiencia, eficacia y utilización [8].

Finalmente, en la Universidad Estatal de Milagro se desarrolló un estudio cuyo objetivo fue optimizar los recursos de los que disponen las empresas para aumentar la eficiencia de sus procesos productivos. En donde, el estudio se enfocó en identificar las principales fuentes de deficiencia dentro de la producción, para lo cual se desarrolló un análisis de cada flujo de trabajo y se aplicaron diversas técnicas de optimización. Con lo cual se puede realizar una recopilación completa de los datos de la empresa, para así implementar estrategias para la reducción de los costos operativos, minimizar el tiempo de inactividad y fortalecer el aprovechamiento de los recursos de la empresa [9].

2.2 Bases teóricas

2.2.1 La producción

El sistema de producción es un elemento fundamental dentro de la compañía y se encarga de transformar las materias primas y los componentes adquiridos en productos terminados que cumplan con las demandas del mercado. Este sistema es crucial, ya que no solo se ocupa de la fabricación de productos, sino que también genera valor al convertir recursos básicos en bienes o servicios con valor añadido que contribuyen directamente al desarrollo de la empresa[6].

Desde esta perspectiva, los sistemas de elaboración son los principales motores de las cadenas de valor, y su eficiencia y efectividad son vitales para la competitividad y la rentabilidad de una entidad[10].

Un sistema de producción está compuesto por diversos elementos interrelacionados. El primero es el proceso de transformación, que consiste en una serie de acciones y operaciones que convierten las materias primas en productos finales. La complejidad de este proceso puede diferir entre industrias, pero siempre implica una secuencia estructurada de pasos para alcanzar el producto deseado [11].

Los factores de producción son los recursos esenciales empleados en un procedimiento, abarcando el trabajo de personas, herramientas, tecnología, insumos y energía. Administrar correctamente estos elementos es crucial ya que influyen en la calidad, el gasto y el periodo de producción [12]. Un manejo eficiente de los elementos de producción incrementa la capacidad de hacer productos y disminuye el desperdicio, lo que mejora la rentabilidad [13].

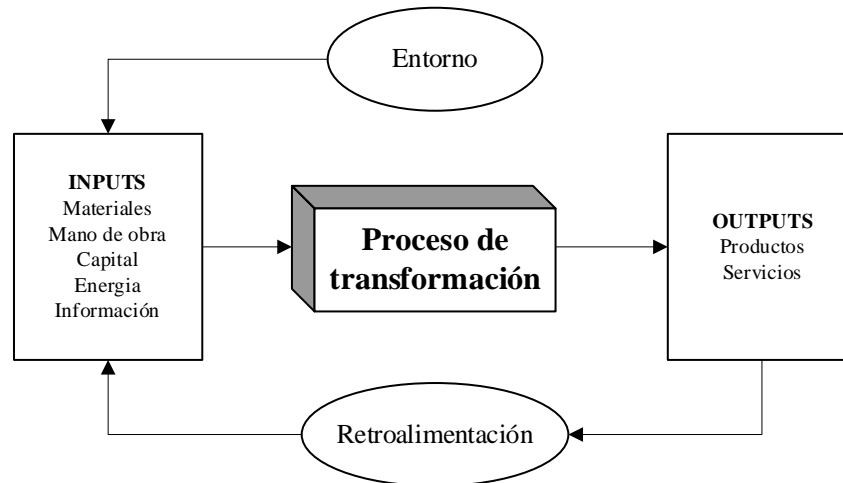


Figura 1. Diagrama del subsistema de producción de la empresa. Fuente [6]

Cabe recordar, que el proceso de fabricación implica la conversión de materias primas (insumos) en productos terminados (salidas). Dicho proceso está compuesto por tres elementos principales: tareas o actividades de transformación, procesos y almacenamiento. Estos pasos son esenciales para crear un producto final que cumpla con las especificaciones requeridas y los requisitos del mercado [14].

En términos de flujo, es una actividad que contribuye al flujo de materiales y recursos en el proceso de producción, pero que no contribuye directamente al valor del producto. Estas actividades son necesarias para que el proceso de conversión se desarrolle sin problemas, pero se consideran gastos operativos porque no agregan valor directo al producto [7]. Un proceso representa el tiempo que transcurre entre una actividad de transformación y otra, como el transporte de materiales entre diferentes etapas de producción.

El almacenamiento es un período de tiempo durante el cual las mercancías no se deforman ni se mueven durante el proceso de producción. Durante el almacenamiento, los materiales o productos intermedios deben esperar hasta ser utilizados en el siguiente paso del proceso. Aunque el almacenamiento es fundamental para la organización del trabajo y la gestión de inventarios, no añade valor al producto final [15].

2.2.2 Tipos de producción

Los tipos de producción varían según diferentes estándares y cada uno está diseñado para satisfacer las necesidades de un cliente o empresa específica.

A continuación, se detallan algunos de los principales tipos de producción:

Según el destino del producto

Personalización: En este tipo de fabricación, el producto se fabrica según los requisitos específicos del cliente. El proceso de producción comienza solo después de recibir el pedido, lo que significa que la producción es personalizada y adaptada a las necesidades del cliente [6].

Orientada al mercado: Este tipo de producción se realiza sin pedidos previos y tiene como objetivo crear un producto que pueda ser utilizado por el público. Se produce en grandes cantidades y se distribuye a través de canales comerciales para satisfacer la demanda general del mercado [16].

Dividido por motivos

Orden de producción: En este caso la producción se realiza bajo pedido o por pedido específico. Cada orden de producción contiene información precisa sobre el producto a producir y la producción se organiza en base a estas órdenes. **Construcción de stock:** preproducción para abastecer inventario o stock. En lugar de fabricar por pedido, se produce, almacena y dispone de una gran cantidad de producto para la venta o distribución cuando sea necesario [17].

Por categoría

Fabricación personalizada: Este tipo de fabricación se caracteriza por la elaboración de productos únicos o personalizados, donde cada unidad tiene unas características específicas o está diseñada según las necesidades específicas del cliente. Por ejemplo, máquinas a medida o muebles a medida [6].

Producción en masa: En este caso, los productos elaborados son idénticos o muy similares. Fabricar un mismo producto en grandes cantidades optimiza costes y procesos. Este tipo de producción es común en la producción de productos estandarizados como electrodomésticos o repuestos para automóviles [17].

Por dimensión temporal

Producción por lotes: Este tipo de producción no se realiza en un proceso continuo, sino que se organiza en lotes o secciones. La producción se detiene y reinicia periódicamente según la demanda o las necesidades del proceso. Es común en la producción de productos que tienen requisitos variables o en industrias que requieren cambios frecuentes en los métodos de producción, como la ropa o la electrónica [17].

Producción continua: En este tipo de producción no existen interrupciones en el proceso. Las líneas de producción funcionan las 24 horas del día, los 7 días de la semana y producen grandes cantidades de productos [11].

2.2.3 Objetivos de producción

Los objetivos en el proceso productivo son muy importantes para asegurar la eficiencia y competitividad de la empresa.

Los principales objetivos son los siguientes:

Reducir costos y aumentar la productividad: Uno de los principales objetivos de cualquier sistema de fabricación es reducir los costos operativos y aumentar la productividad. Esto se consigue optimizando recursos, reduciendo desperdicios y mejorando continuamente los procesos.

Mantener los estándares de calidad: La calidad del producto es fundamental para cumplir con las expectativas del cliente y cumplir con las regulaciones del mercado. En donde, los sistemas

de producción deben ser diseñados de tal manera que, se pueda mantener los diferentes estándares de calidad, es decir mantener un control de calidad estricto y continuo durante todo el proceso de producción [11].

Asimismo, debe existir un nivel aceptable de confiabilidad en un sistema de producción, es decir que debe existir la probabilidad de que el proceso no se vea interrumpido por mal funcionamiento o problemas técnicos. Lo cual implica el poseer equipos en buen estado, procesos estandarizados y personal debidamente capacitado para minimizar las interrupciones y aumentar la eficiencia operativa [18].

Además, debe existir la capacidad de adaptarse al cambio, es decir que el entorno de fabricación debe ser flexible para adaptarse a cambios inesperados, como fluctuaciones en la demanda, cambios en la tecnología, cambios en los requisitos del cliente o nuevas regulaciones [2]. La capacidad de adaptarse rápidamente a estos cambios es esencial para seguir siendo competitivos y eficientes en el largo plazo.

2.2.4 Etapas de producción de fuentes de agua

2.2.4.1 Identificación y capacitación de fuentes de agua

Es primordial que se puedan identificar las fuentes de agua para garantizar un suministro adecuado y sostenible. Las fuentes de agua se pueden dividir en aguas superficiales y aguas subterráneas. Fuentes de agua superficial: cuerpos de agua visibles en la superficie terrestre, como ríos, lagos, embalses, manantiales y presas [9]. Estas fuentes son generalmente más accesibles, pero también pueden ser más susceptibles a la contaminación.

Generalmente se accede a esta agua a través de presas o barreras de seguridad para almacenar y controlar la distribución del agua.

Aguas subterráneas: Son acuíferos y pozos que almacenan agua debajo de la superficie de la tierra. Para obtener estas fuentes de agua, se deben perforar pozos o perforaciones en el suelo, y la calidad del agua subterránea no es susceptible a la contaminación directa. Sin embargo, su extracción debe gestionarse con cuidado para evitar la sobreexplotación y el agotamiento [19].

A su vez, una vez identificada una fuente de agua, se debe calcular su capacidad de suministro teniendo en cuenta la disponibilidad de agua, las variaciones estacionales (como las precipitaciones) y la calidad del agua. Para su aprovechamiento se instala un sistema de captación, compuesto por una estación de bombeo o un sistema de canales que conduce el agua hasta las instalaciones de tratamiento. La recolección debe realizarse de manera que no afecte significativamente el flujo natural de los ecosistemas o las fuentes de agua [20].

2.2.4.2 Tratamiento de agua

Es un proceso fundamental para garantizar que el agua resultante sea apta para el consumo humano u otros fines.

El proceso se puede dividir en varias fases, cada una de las cuales está diseñada para eliminar diferentes tipos de impurezas y garantizar la calidad del agua:

Pretratamiento: La primera fase elimina objetos de gran tamaño como ramas, hojas, residuos sólidos y partículas de gran tamaño. Para filtrar estos elementos se utilizan rejillas y tamices. En algunos casos también se realiza una sedimentación previa para reducir la carga de sólidos en suspensión [9].

Coagulación y floculación: En este paso, se agregan al agua productos químicos como sulfato de aluminio o cloruro férrico para hacer que las partículas pequeñas se aglutinen y formen flóculos. Las bandadas son un grupo de partículas que, por su tamaño, pueden

eliminarse más fácilmente mediante sedimentación. Este proceso es importante para eliminar las impurezas suspendidas que no se pueden eliminar durante el pretratamiento [6].

Sedimentación: El agua coagulada se deposita en un gran tanque de sedimentación para sedimentar el floculo. Los lodos o residuos resultantes se eliminan y en algunos casos se utilizan en otros procesos como la fertilización agrícola o el tratamiento de aguas residuales.

Filtración: El agua pasa a través de un filtro de arena, carbón activado o sintético que ayuda a eliminar partículas más pequeñas e impurezas orgánicas. Este paso también ayuda a mejorar el sabor y el color del agua [13].

Desinfección. La etapa final del tratamiento implica la eliminación de los patógenos que puedan estar presentes en el agua. Para ello se utilizan diversos métodos, tales como:

Ozono: El ozono es un potente desinfectante que a veces se utiliza en lugar del cloro porque no deja residuos químicos, pero es más caro.

Radiación ultravioleta (UV): Este método se utiliza cada vez más porque no utiliza productos químicos y es eficaz para matar bacterias y virus. El proceso de tratamiento puede variar dependiendo de la calidad y nivel de contaminación del agua resultante. El objetivo final es garantizar que el agua tratada sea segura para el consumo humano y cumpla con los estándares de consumo [13].

2.2.4.3 Almacenamiento y distribución de agua

Después del tratamiento del agua, se almacena en un depósito o tanque de almacenamiento. Estos tanques son esenciales para garantizar que haya suficiente agua para satisfacer la demanda, especialmente durante períodos de alta demanda o estaciones secas.

Hay dos métodos principales de almacenamiento:

A corto plazo: En tanques de distribución o tanques elevados para asegurar que el agua sea inmediatamente potable.

A largo plazo: En algunos casos, el agua tratada se almacena en grandes embalses o en depósitos subterráneos para su uso según sea necesario [3].

Después del almacenamiento, el agua se distribuye a través de un complejo sistema de tuberías que forman una red de distribución. La red conecta plantas de tratamiento con hogares, empresas y otras infraestructuras. Las tuberías deben diseñarse para resistir la presión y las condiciones climáticas locales [12]. La distribución también implica el uso de bombas para mantener la presión de las tuberías, válvulas para regular el flujo y estaciones de bombeo para garantizar que el agua llegue a todas las áreas del área de servicio de manera eficiente.

Además, es importante considerar la ubicación geográfica de la zona: en altitud, por ejemplo, se pueden utilizar tanques de agua elevados para aprovechar la presión de la gravedad.

2.2.4.4 Supervisión y control de calidad

El monitoreo de la calidad del agua es un aspecto importante de todo el proceso, desde la recolección hasta la distribución.

Este control se realiza mediante la toma periódica de muestras y análisis de parámetros que indican la calidad del agua, tales como:

Microbiología: Identificación de bacterias, virus y otros patógenos.

Físicas y químicas: Comprobar metales pesados, pH, turbidez, cloro residual, etc.

Sensores automatizados: se utilizan tecnologías avanzadas para detectar instantáneamente cambios en la calidad del agua, como sistemas de telemetría que permiten a las plantas de tratamiento ajustar los procesos automáticamente [20].

Cabe destacar que el monitoreo también se realiza en los sistemas de distribución de agua para detectar las posibles contaminaciones durante el suministro de este elemento [3]. De igual forma, los informes de calidad del agua se encuentran disponibles para los clientes directos, lo que aumenta la transparencia y la confianza en los servicios.

2.2.4.5 Desarrollo sostenible y gestión de los recursos hídricos

Es fundamental que se priorice la gestión sostenible del agua para garantizar el mantenimiento a largo plazo de los diferentes recursos hídricos, especialmente en áreas con recursos limitados o amenazados.

Algunas prácticas clave incluyen:

- **Protección de los recursos naturales:** Es fundamental para mantener la calidad y cantidad del agua. Así como realizar la gestión de cuencas y la reducción de la contaminación en origen [13].
- **Conservación y uso eficiente del agua:** Es importante promover el uso responsable del agua tanto en el hogar como en la industria. Mediante la educación del público en general, promoviendo tecnologías como el uso de sistemas de riego por goteo agrícola e instalando medidores de agua para monitorear el consumo de agua [6].
- **Reciclaje y reutilización:** el reciclaje de agua es una solución clave para reducir la demanda de agua dulce. Dicho proceso puede implicar la reutilización de aguas residuales tratadas para fines no potables, como riego, limpieza industrial o sistemas de calefacción y refrigeración [5].

- Monitorización de acuíferos y pozos Es esencial realizar un seguimiento constante de los acuíferos para prevenir su explotación excesiva y la contaminación por sal. La cantidad de agua extraída se regula instalando dispositivos y sistemas de gestión que restringen la extracción según la capacidad del acuífero [21].

2.2.5 Optimización de procesos

Se interpreta como un enfoque sistemático destinado a mejorar la eficiencia, la calidad y la eficacia de los procesos en una organización. En el cual se debe de analizar, rediseñar y mejorar los procesos de trabajo con el propósito de reducir costos, eliminar actividades que no agregan valor y aumentar la productividad de un proceso [13].

En este contexto, la optimización abarca no solo factores operativos, sino también la adecuación estratégica de los recursos, el tiempo de respuesta y la satisfacción del consumidor. Este proceso continuo de mejoras es fundamental para lograr una ventaja competitiva en un mercado cada vez más exigente [5].

La optimización eficaz de los procesos exige análisis cada vez más minuciosos para detectar cuellos de botella, deficiencias y áreas que requieren mejoras. Herramientas como los diagramas de flujo y el análisis de causas raíz ofrecen una visión clara de cómo se llevan a cabo las operaciones y cuáles elementos influyen en el rendimiento [20]. Además, la incorporación de tecnologías como la automatización y la inteligencia artificial está revolucionando la gestión de procesos, mejorando la productividad y reduciendo la probabilidad de error.

El proceso de optimización también debe ajustarse a las necesidades cambiantes del entorno empresarial. No se trata únicamente de realizar diversas mejoras y permitir que los procesos operen de forma estática. La clave radica en establecer una cultura organizacional que promueva la innovación y el aprendizaje constante [22].

2.2.5.1 Método TOC

La Teoría de Restricciones (TOC) es una metodología que se centra en identificar y corregir las causas fundamentales de las restricciones o debilidades de un proceso o cadena de producción. Al abordar estas limitaciones, el TOC puede ayudar a las empresas a mejorar la rentabilidad y a alcanzar sus objetivos de manera más efectiva [23].

Entre los pasos se tienen:

Paso 1. Identificar restricciones

Considerando la cadena, se encuentra el eslabón más débil. Determinando qué parte de su proceso empresarial o fase de su configuración de producción tiene el mayor cuello de botella que, de solucionarse, proporcionaría la mejor mejora continua general. Puede realizar recorridos por el sitio, lo que significa caminar alrededor del espacio de producción para comprender lo que realmente está sucediendo y registrar sus observaciones [24].

En las áreas de producción donde se utiliza el sistema Andon, se utilizan los datos recopilados por el sistema Andon para ayudar a identificar dónde suelen ocurrir los cuellos de botella. Luego puede coordinarse con los gerentes de operaciones y determinar el mejor curso de acción para utilizar restricciones específicas [23].

Al intentar identificar el eslabón más débil de un proceso o de una línea de montaje de producción, es necesario recopilar y analizar datos. Preguntar qué paso del proceso general, si se optimizara, tendría el mayor potencial para mejorar el rendimiento [25].

Paso 2. Restricciones operativas

También conocida como optimización restringida, este es el paso de encontrar una manera de resolver un problema utilizando los recursos disponibles actualmente.

Asegúrese de que las acciones realizadas en el paso 2 no afecten negativamente a otros procesos ni provoquen cuellos de botella [23].

Paso 3: Todo lo demás está sujeto a restricciones.

Este paso reforzará las restricciones para garantizar que todas las partes interesadas en el proyecto apoyen la solución de restricción propuesta. La subordinación significa garantizar que todos los recursos ilimitados sigan el ritmo de las limitaciones del sistema. La restricción que se está resolviendo es el mayor cuello de botella u obstáculo, por lo que todo lo demás en el proyecto es, por definición, menos importante [25].

Paso 4. Eliminar restricciones

Cuando las etapas de desarrollo y los subordinados mejoran con éxito las restricciones, es momento de considerar mejorarlas.

Aumentar el límite puede significar invertir más recursos para aumentar su capacidad o eficiencia. Es importante señalar que, al agregar recursos para aumentar los límites, se debe examinar el retorno de la inversión [26].

Paso 5. Repetir búsqueda para la siguiente restricción.

Para que una empresa continúe mejorando la rentabilidad y alcance otros objetivos organizacionales después de que se viola una restricción (ya no es una restricción en esta etapa), es necesario encontrar la siguiente restricción a resolver y repetir los pasos [27].

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

3.1.1 Enfoque cuantitativo

El enfoque mixto constituye una metodología que combina diferentes técnicas, perspectivas y herramientas de varias áreas para abordar el problema de forma más integral. Gracias a su aporte cuantitativo se puede tabular datos y su aporte cualitativo documentar información de varias fuentes [11].

El enfoque cualitativo contribuyó a investigar en fuentes bibliográficas información ya establecida sobre las variables que generan retrasos dentro de la línea de mesal, así como la gestión efectiva de equipos.

A la vez, el apartado cuantitativo permitió analizar de forma precisa y numérica los tiempos de producción y retrasos asociados al arranque de la línea mesal para el proceso de agua embotellada. A través de este análisis, se identifica de manera objetiva los puntos críticos que producen demoras y afectan la productividad.

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Investigación descriptiva

Es un tipo de investigación cuyo objetivo principal es observar, analizar, registrar y describir las características de un proceso de manera detallada sin manipular las variables involucradas. Además, ofrece una visión precisa y clara de la forma en que ocurre un fenómeno, para que se entienda mejor las características y comportamientos [7].

De esta manera, gracias a esta investigación se pudo describir el objeto de estudio y la determinación de la situación actual sobre la mejora de tiempos al momento de cambiar a la línea mesal. A la vez, se recolectaron datos acerca de las actividades que realizan en el proceso.

3.2.2 Investigación de campo

La investigación de campos es la que se realiza directamente en el lugar en el que se da el fenómeno que se desea estudiar. Dentro de la reducción de tiempos de producción, permite

obtener datos específicos y datos acerca de los procesos, identificando los factores que contribuyen a ineficiencias en la línea productiva [21].

La investigación se realizó de manera directa en la empresa Fuentes San Felipe, considerando los datos reales de la observación del proceso productivo de la línea mesal, interactuando con los operarios y trabajadores involucrados.

3.3 Método de investigación

3.3.1 Método inductivo

El método inductivo constituye un enfoque que parte de la observación de datos o hechos específicos, en el cual por medio de un proceso de análisis y generalización se llega a conclusiones o teorías generales [4].

Se utilizó este método como un estudio de casos particulares para generar una conclusión a base del pensamiento lógico sobre las actividades dentro del proceso. Por ello, al utilizar el método, se analizó visualmente las actividades que se llevan a cabo para el arranque de la línea por lote en la línea mesal y de esta manera determinar las posibles fallas dentro del proceso.

3.4 Población y muestra

La población representó un conjunto de personas que comparten características similares, en este caso se considera la empresa Fuentes San Felipe y sus características en la línea mesal, siendo 9 los trabajadores de esta área.

A su vez, la muestra constituye una parte representativa de la población; sin embargo, al ser un número pequeño de individuos, para el estudio no se calcula el tamaño de la muestra y se toman las 9 personas para el estudio.

3.5 Técnicas de recolección de la información

Las técnicas se las utiliza para la obtención de datos relevantes sobre una determinada situación, siendo importantes en cualquier investigación, para una mejor toma de decisiones [18].

Análisis de movimientos

Es un examen meticuloso de cada uno de los actos que lleva a cabo un trabajador durante su desempeño laboral en un organismo corporativo. El análisis de movimientos implica segmentar

el trabajo en los componentes más esenciales que se pueden examinar de manera autónoma y en sus interrelaciones, y una vez determinados los tiempos que estos requieren, desarrollar técnicas que reduzcan al mínimo el derroche de trabajo.

Estudio de tiempos

Este análisis se enfoca en calcular el tiempo que un empleado emplea en ejecutar una tarea específica, con la finalidad de definir un tiempo estándar. Hace referencia a la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que un trabajador cualificado dedica a realizar una tarea específica de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida [28].

Diagrama de procesos

Este diagrama nos ayuda a estimar la participación lineal del proceso cuando inicia desde el ingreso de la materia prima hasta su finalización como producto terminado. Permite comprender la relación que existe entre una estación de trabajo y otra ofreciendo una secuencia coherente en el proceso productivo.

3.5.1 Instrumentos

Temporizador

Un temporizador en recolección de tiempos es una herramienta utilizada para medir de manera precisa el tiempo que se tarda en realizar cada parte de un proceso o tarea específica dentro de un sistema de producción [18].

En este contexto, dentro de la investigación se utilizó para registrar la duración exacta de las actividades dentro de la línea de mesal.

3.6 Procedimiento

Durante la jornada laboral de 8 horas se procedió a realizar la investigación de campo dentro del área de producción de la empresa.

La técnica implicó la observación directa de las actividades llevadas a cabo por los empleados con el objetivo de recabar información acerca del desarrollo de cada una de las actividades de arranque de línea y operación.

Las actividades se realizaron de la siguiente manera:

- Se visualizó detenidamente cada una de las actividades desarrolladas por el operador de cada estación de trabajo durante un tiempo prudente sin interferir en las tareas del mismo.
- Se realizó preguntas sobre las actividades efectuadas por cada operador anotando la información y receptando opiniones.
- Se identificó el problema presente en dos puntos críticos de la línea de producción.
- Con la información previamente tomada en la investigación de campo se procedió a realizar los diagramas correspondientes al área de estudio para la toma y el control de los tiempos de cada proceso productivo.

Se llevó a cabo el estudio y tratamiento de todos los datos recabados con el propósito de obtener los hallazgos y formular las recomendaciones para optimizar los procesos productivos de la planta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Información general de la empresa

Fuentes San Felipe es una empresa familiar fundada en el año de 1928, por el señor Eloy Alberto Sánchez Cañas. La inspiración para la creación de la empresa surgió cuando Sánchez descubrió manantiales naturales de agua mineral en las laderas del majestuoso volcán Cotopaxi. Esta agua, de gran pureza y con beneficios para la salud, ya era utilizada desde tiempos milenarios por los pueblos indígenas de la región, quienes la empleaban en rituales de limpieza espiritual y la transportaban en vasijas de barro. Por lo cual, al ver el potencial del producto Alberto Sánchez adquirió los terrenos donde se encontraban las vertientes, en el barrio San Felipe de Latacunga, y comenzó el proceso de envasado de manera artesanal.

En el año de 1991 la empresa se consolidó como una sociedad anónima bajo el nombre de “Fuentes San Felipe”, manteniendo el carácter familiar y el compromiso con la calidad. A lo largo de los años, la tecnología de envasado ha seguido desarrollándose y la eficiencia de la producción ha seguido mejorando. El embotellado, el etiquetado y el envasado se realizan de forma automatizada mediante máquinas procedentes de Francia, Estados Unidos y Brasil. Además, la empresa también ha diversificado sus envases, pasando de botellas de vidrio a botellas de plástico PET y botellas de agua mineral para adaptarse a la demanda del mercado.



Figura 2. Logotipo de “Fuentes San Felipe”

4.1.1 Situación actual de la empresa

Actualmente, la empresa emplea a 60 personas y cuenta con un centro de operaciones en Latacunga y un centro de distribución en Quito. La empresa produce alrededor de 700.000 a 800.000 botellas al mes, además registra una facturación de 2 millones de dólares el año y está en camino de alcanzar más de 3 millones. El alcance de “Fuentes San Felipe” abarca las

provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Manabí, Imbabura y Sucumbíos y cuenta con sucursales en tiendas de autoservicio en todo el país.

Además, la empresa busca mantener una estrategia enfocada en fortalecer la distribución directa en hogares mediante envases retornables, un nicho que le permite ofrecer a la empresa productos exclusivos y de alta calidad para sus clientes.

4.1.2 Misión

La misión de la empresa es enlazar y acercar a la comunidad, agua mineral natural y derivados de excelente calidad, con una gestión interna robusta, un equipo humano de excelencia, permanente innovación y competitividad local e internacional.

4.1.3 Visión

Fuentes San Felipe busca ser una empresa reconocida en el Ecuador, por su agua mineral y derivados, así como ocupar al menos el 15% del mercado de agua mineral en el país, y generando al menos el 20% de nuestros ingresos de los mercados internacionales hasta el 2030.

4.1.4 Valores de la empresa

La empresa “Fuentes San Felipe” se rige por un conjunto de valores fundamentales que guían su operación y relación con sus clientes y colaboradores:

- Bienestar
- Equidad
- Sostenibilidad
- Transparencia
- Prosperidad
- Excelencia

4.2 Análisis de la operación

En la empresa “Fuentes San Felipe”, los procesos de producción se centran en la fabricación de diversas bebidas en envases tipo PET, con el objetivo de ofrecer productos de alta calidad y óptimos para el consumidor. Este proyecto de investigación se enfoca en el análisis de la línea MESAL, con especial atención al proceso de arranque de línea para las distintas presentaciones de las bebidas.

Para la determinación de la cantidad de productos se hizo uso de la tabla de cantidad de productos y su demanda mensual, valores obtenidos por la empresa San Felipe, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de productos

N	SKU	Demanda mensual vol	Cantidad acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Original agua c/gas pet 500ml 6uni	125000	125000	16.6%	16.6%
2	Frumm pet manzana 300 ml c/g	63916	188916	8.5%	25.2%
3	Frumm pet frutos rojos 300 ml c/g	63148	252064	8.4%	33.6%
4	Sf agua c/gas pet 500ml 12un	59968	312032	8.0%	41.5%
5	Agua omizu pet 500 c/g	59292	371324	7.9%	49.4%
6	Frumm pet pera 300 ml c/g	54316	425640	7.2%	56.7%
7	Frumm pet lima limon 300 ml c/g	53904	479544	7.2%	63.8%
8	Sf agua c/gas vid 300ml 24u	24600	504144	3.3%	67.1%
9	Waycana lght maracumango pet 400 ml	21192	525336	2.8%	69.9%
10	Sx agua c/gas pet 500ml 12uni	20000	545336	2.7%	72.6%
11	La original agua c/gas pet 500 12 uni	20000	565336	2.7%	75.3%
12	Sf agua s/gas vid 300ml 24u	15000	580336	2.0%	77.3%
13	Sf agua s/gas vid 1000ml 12u	15000	595336	2.0%	79.3%
14	Sf agua c/gas vid 1000ml 12u	15000	610336	2.0%	81.3%
15	Sf agua c/gas pet 3000ml 6un	12000	622336	1.6%	82.9%
16	Agua omizu pet 1500 c/g	12000	634336	1.6%	84.5%
17	Sf agua c/gas con sabor a toronja pet 500ml 12un	12000	646336	1.6%	86.1%
18	Sf agua c/gas con sabor a toronja pet 500ml six pack 6un	12000	658336	1.6%	87.7%
19	Sf agua c/gas 500 six pack 6un	11988	670324	1.6%	89.2%
20	Ak agua c/gas pet 500ml 12uni	10000	680324	1.3%	90.6%
21	Sf agua c/gas pet 300ml 12un	10000	690324	1.3%	91.9%
22	Pet limonada 500 ml	10000	700324	1.3%	93.2%
23	Pet naranjada 500 ml	10000	710324	1.3%	94.6%
24	Frumm pet manzana 1500 ml c/g	7746	718070	1.0%	95.6%
25	Original agua c/gas pet 1500ml 6uni	6078	724148	0.8%	96.4%
26	Ak agua c/gas pet 1500ml 6uni	6000	730148	0.8%	97.2%
27	Frumm pet frutos rojos 1500 ml c/g	5088	735236	0.7%	97.9%
28	Botellon	4885	740121	0.7%	98.5%
29	Frumm pet limalimon 1500 ml c/g	3990	744111	0.5%	99.1%
30	Frumm pet pera 1500 ml c/g	3965	748076	0.5%	99.6%
31	Ak Agua C/Gas Pet 500ml 12uni	3000	751076	0.4%	100.0%
	Total	751076		100%	

Nota. La tabla muestra la demanda mensual de los productos de la empresa San Felipe.

Tal y como se puede observar en la tabla, los datos fueron ordenados desde el producto con mayor demanda hasta el producto con menor demanda. Con esta organización, se procedió a la realización de un diagrama de Pareto, con el propósito de determinar la relación 80-20 que existe en los productos comercializados por la empresa.

Este análisis permitirá identificar los productos clave que generan la mayor parte de las ventas y, a su vez, ayudará en la optimización de los procesos de producción y distribución, permitiendo una asignación eficiente de recursos y mejoras en la línea de producción MESAL.

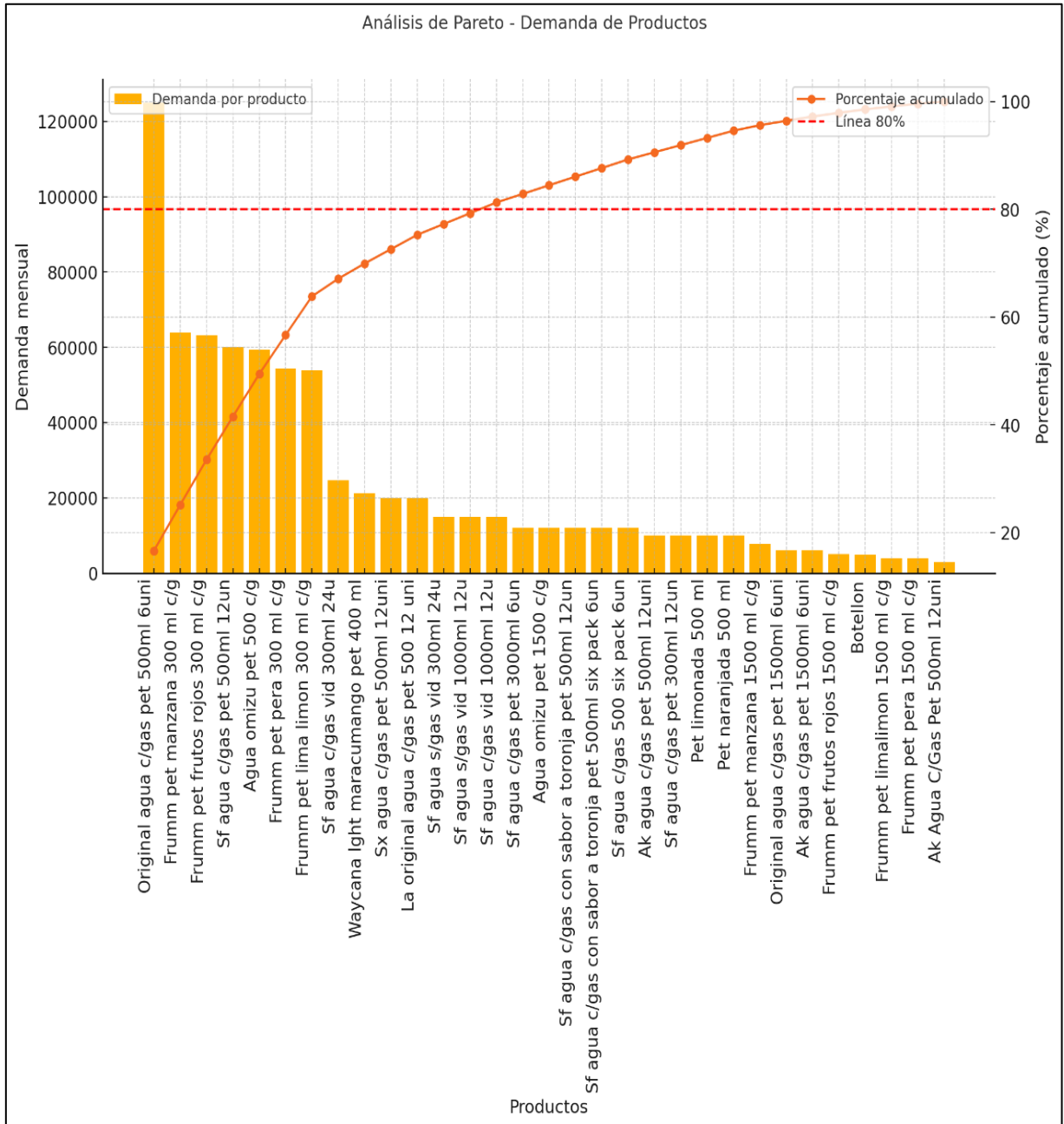


Figura 3. Diagrama Pareto de los productos de la empresa “Fuentes San Felipe”

A partir del diagrama de Pareto se puede observar que un grupo de reducido de productos representa la mayor parte de la demanda total, confirmado el principio 80-20 de Pareto. Por lo cual, a partir de los valores acumulados, se muestra que los primeros cinco productos con mayor demanda representan aproximadamente el 50% del volumen total de ventas y los diez primeros

productos cubren cerca del 72% del total. A continuación, se muestran los productos de mayor contribución:

Tabla 2. Productos de mayor contribución a la demanda

N	SKU	Demanda mensual vol	Cantidad acumulada	Porcentaje
1	Original agua c/gas pet 500ml 6uni	125000	125000	16.6%
2	Frumm pet manzana 300 ml c/g	63916	188916	8.5%
3	Frumm pet frutos rojos 300 ml c/g	63148	252064	8.4%
4	Sf agua c/gas pet 500ml 12un	59968	312032	8.0%
5	Agua omizu pet 500 c/g	59292	371324	7.9%

4.3 Descripción del proceso de producción

4.3.1 Sistema de producción

El sistema de producción de la empresa “Fuentes San Felipe” está basado en la producción en masa, dado que se elaboran grandes volúmenes de distintas presentaciones de bebidas. Sin embargo, este proceso no es completamente continuo, dado que se requieren paradas estratégicas para realizar ajustes en la maquinaria, así como para realizar cambios de formato para adecuar la línea para las diferentes presentaciones de los productos, y por último para realizar la calibración de los equipos necesarias para garantizar un correcto funcionamiento y la calidad del producto.

4.3.2 Línea de producción

La empresa cuenta con una Línea de producción Mesal la cual se caracteriza por su enfoque en la producción en masa. A través de la orden de producción se gestionan varios formatos de producción, lo que permite establecer un tiempo estimado para la fabricación de cada orden. Esta línea está especialmente diseñada para el envasado de botellas tipo PET, adaptándose a las variaciones en las presentaciones de los productos.

Esta línea específicamente envasa las botellas tipo PET, se realiza la producción de lunes a viernes en un turno diario de 8 horas, a la vez, que consta de 4 máquinas, como un Posicionador de botellas, un Triblock – Mixer, una Etiquetadora y una Termoencogedora.

La capacidad de producción con la cual cuenta la empresa varía en función del formato de los productos. De manera general, la línea mesal cuenta con los siguientes niveles de producción:

- Capacidad Diaria: Entre 45000 y 50000 unidades.
- Capacidad Semanal: Entre 180000 y 200000 unidades.

- Capacidad Mensual: entre 700000 y 800000 unidades.

4.4 Descripción de los procesos

Acorde a lo anteriormente mencionado, el proceso de producción contaba con cuatro máquinas las cuales se encargan de realizar diferentes procesos, que a continuación se describirán:

Estación 1: Posicionador de botellas

En esta estación, el proceso inicia cuando un operador coloca los paquetes de botellas dentro de la tolva del posicionador, posteriormente por medio de un elevador las botellas ingresan al posicionador y esta se encarga a través de formatos posicionales de que las botellas se coloquen de manera vertical para su posterior transporte en el riel del transportador aéreo hacia la siguiente estación. Las botellas son transportadas hasta la estación del Triblock por medio de un sistema de ventilación.



Figura 4. Posicionador de botellas.

Estación 2: Triblock – Mixer

En esta estación las botellas que entran en la Triblock comienzan con un proceso de rinseado interno con agua ozonificada. Posteriormente, el envase es embotellado con el agua mineral, producida dentro del mixer. Por consiguiente, las botellas llenas se desplazan a través de un sistema de cabezas giratorias para el proceso de sellado, a su vez son calibradas para que el sellado sea óptimo. Finalmente, los productos son transportados a la codificadora en los cuales se coloca la respectiva fecha de elaboración, de caducidad y el número de lote al que corresponde para su control de volumen y codificado.



Figura 5. Triblock Mixer

Estación 3: Etiquetadora

En esta estación los productos envasados llegan mediante cintas transportadoras para su correspondiente etiquetad. El proceso se desarrolla mediante un conjunto de sensores y un sistema de vacío, en donde la etiqueta se adhiere a la botella con goma o por aplicación de calor acorde al producto etiquetado.



Figura 6. Etiquetadora

Estación 4: Termoencogedora

En esta estación se desarrolla la etapa final del proceso, en donde los productos etiquetados son transportados a la maquina termoencogedora, la cual se encarga de realizar los empaques de las unidades producidas; esto se lleva a cabo con un plástico termoencogido que, al ser expuesto a aire caliente, se compacta a las botellas, garantizando así la seguridad de los paquetes de 6 unidades.



Figura 7. Etiquetadora

Una vez que se ha presentado cada proceso realizado en las estaciones de trabajo es fundamental representar gráficamente el flujo de trabajo en la línea MESAL para comprender de manera clara y estructurada el proceso de producción de la empresa Fuentes San Felipe.

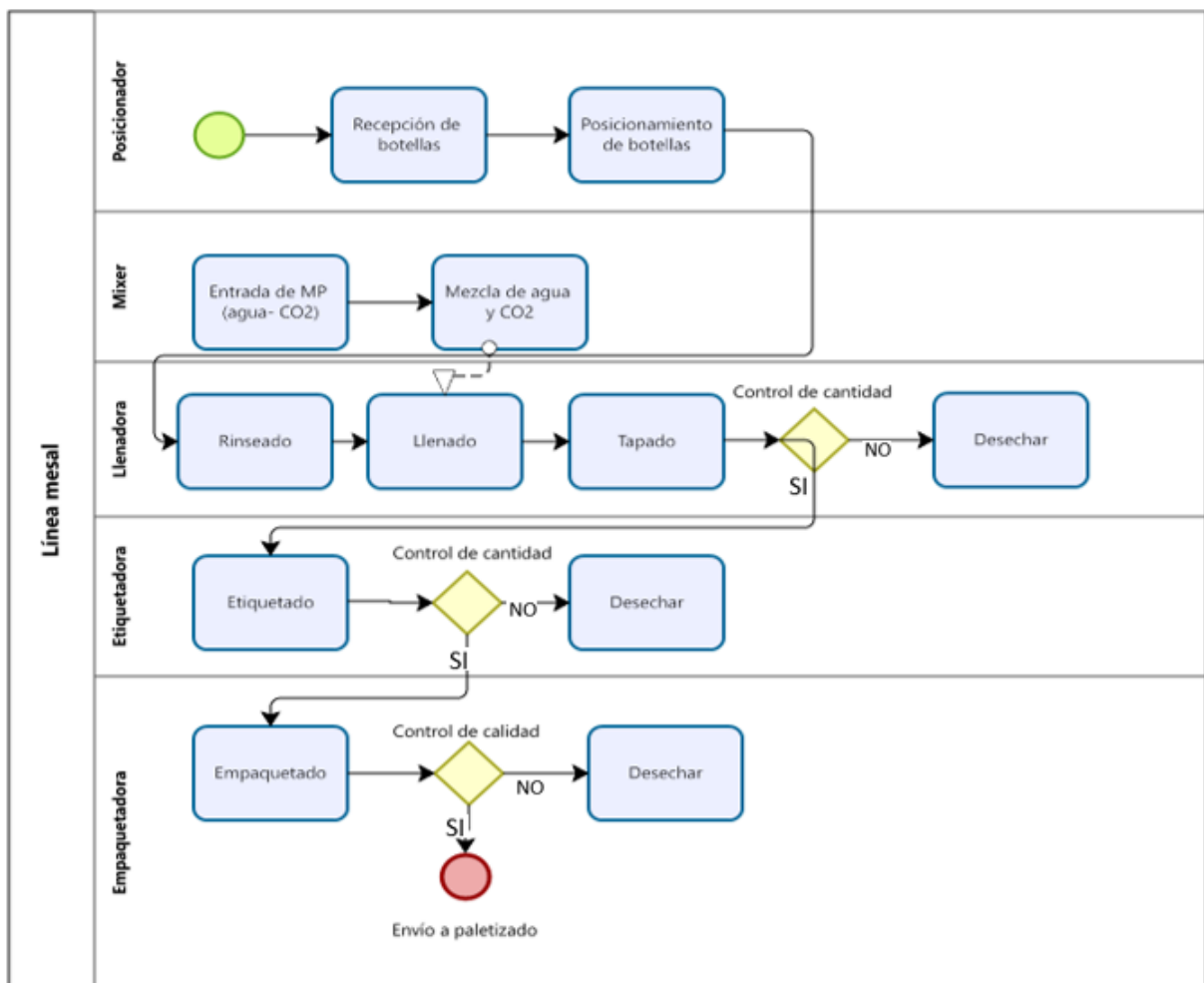


Figura 8. Diagrama de flujo

4.5 Análisis del proceso de producción

Para llevar a cabo un análisis inicial del proceso de producción de la línea mesal, se empleó el diagrama de bloques, que detalla las etapas que atraviesa la materia prima en su proceso de transformación hacia el producto final. Además, el desarrollo de este tipo de diagrama permite identificar cada fase del proceso de manera visual con lo cual se facilita la detección de posibles áreas de mejora.

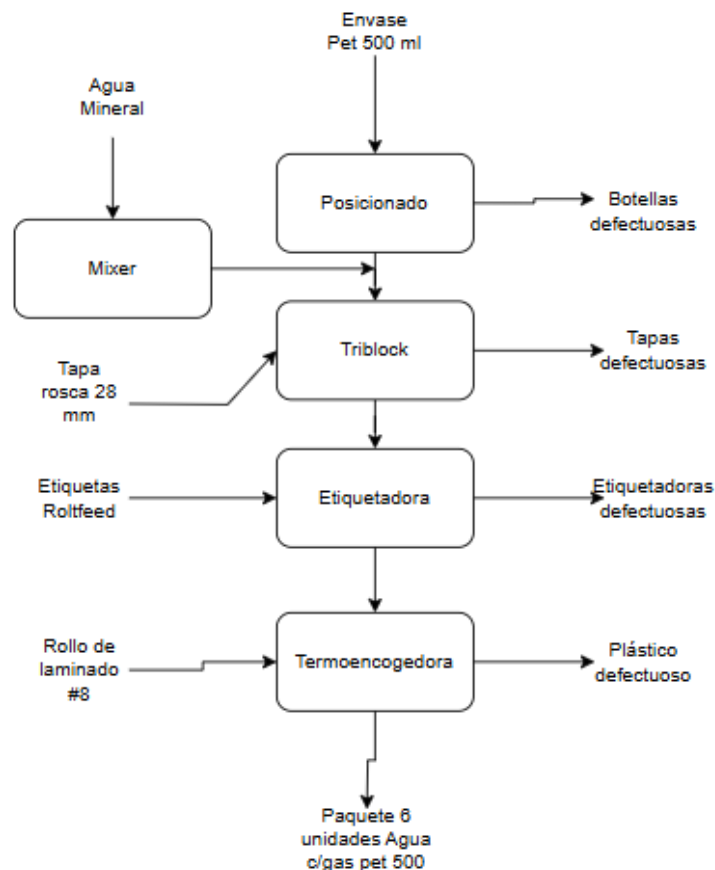


Figura 9. Diagrama de bloques del proceso de la empresa “Fuentes San Felipe”

A continuación, se muestran los componentes clave extraído de la interpretación del diagrama de bloques:

- Botella: Recibe tratamiento y preparación para ser llenada.
- Tapa: Se incorpora posteriormente para asegurar el envase.
- Agua Mineral: Es el componente principal, envasado en las botellas.
- Plástico Termoencogible: Utilizado para agrupar o embalar los envases.
- Etiquetas: Se aplican para identificar y promocionar el producto.

Tal y como se ha observado en el diagrama, cada una de las etapas se encuentra integrada en el flujo de producción lo cual garantiza la transformación de la materia prima de forma ordenada en el producto final.

A pesar de lo anteriormente mencionado, en cualquier proceso de producción se producen desperdicios debido al manejo y transformación de los materiales, y para este caso son los siguientes:

- Defectos en los materiales: Fallos en la calidad de las botellas, tapas, etiquetas o el plástico termoencogible.
- Fallas en las máquinas: Errores operativos o mecánicos que generan productos defectuosos durante el proceso.

4.5.1 Impacto de las Interrupciones Operativas

Es fundamental reconocer que la jornada laboral en la empresa “Fuentes SanFelipe” es de 8 horas para la producción en masa de sus productos. Sin embargo, el tiempo real de producción de la línea mesal es de aproximadamente 7 horas efectivas de producción. Esto se debe a las siguientes causas:

- Tiempo de arranque y calibración de estaciones: En cada estación se requiere de 30 a 40 minutos al inicio de la jornada para poner en marcha y calibrar las distintas estaciones de la línea mesal.
- Paradas por fallos mecánicos: Acorde a los datos obtenidos, existen de 2 a 3 fallas mecánicas diarias que interrumpen la continuidad del proceso.

Estos factores tienen un gran impacto en el proceso de producción debido a la cantidad de tiempo que se pierde para la producción en masa de cada producto.

4.6 Identificación y descripción de las actividades por proceso

El análisis de tiempos es esencial para valorar la eficacia operacional de la línea MESAL y detectar posibles cuellos de botella que afecten la producción. Por lo cual en primera instancia se identifican las actividades y el tiempo de ejecución de cada proceso para el desarrollo de su respectivo flujograma sinóptico del proceso y un cursograma analítico, lo cual permite visualizar la secuencia de operaciones, los tiempos asignados y los movimientos dentro de la línea de producción.

Posteriormente, se realiza la toma de tiempos en cada estación, evaluando el tiempo de ciclo y la capacidad de producción de cada equipo. Además, se procederá con el cálculo de la capacidad de producción de cada una de las máquinas involucradas, lo que permitirá identificar la estación con el menor rendimiento y que, por ende, limita la velocidad del proceso en su conjunto.

4.6.1 Análisis del proceso del Posicionador

En esta estación los paquetes de las botellas son vertidos dentro de la tolva del posicionador, a continuación, por medio de un elevador las botellas ingresan al posicionador y estas a través de formatos posicionales hacen que la botella se coloque en la posición correcta para su posterior transporte en los aéreos hacia la siguiente estación.

1. Operación 1: Activar la caja de control de la máquina para energizar el sistema.
2. Inspección 1: Verificar en el panel de control principal que el sistema esté recibiendo un voltaje de 440 V.
3. Operación 2: Abrir la válvula de suministro de aire para habilitar el funcionamiento del sistema neumático.
4. Inspección 2: Revisar que la presión del sistema neumático del posicionador se encuentre en el rango óptimo de 5 a 6 PSI.
5. Inspección 3: Confirmar que se haya recibido el número correcto de botellas por parte de bodega para iniciar el proceso.
6. Operación 3: Llenar la tolva con las botellas de hasta alcanzar el nivel óptimo.
7. Inspección 4: Comprobar que los parámetros de funcionamiento de la máquina sean adecuados para procesar las botellas de.
8. Operación 4: Inspeccionar y regular el soplado para facilitar el ingreso de las botellas al transporte aéreo.
9. Operación 5: Poner en marcha el posicionador.
10. Operación 6: Inspeccionar y ajustar la velocidad general de la máquina.













11. Operación 7: Verificar el nivel de botellas en la tolva y, en caso necesario, reabastecerla.
 12. Transporte 1: Una vez iniciada la línea, dirigir las botellas hacia la Triblock.

Una vez que se identificaron cada una de las actividades se procede con el desarrollo del flujograma sinóptico del proceso y el cursograma analítico, tal como muestran en las siguientes tablas:

Tabla 3. Diagrama sinóptico- Posicionador

Diagrama Sinóptico			
Empresa	Fuentes San Felipe	Proceso	Posicionador
Método	Actual	Fecha de Aprobación	01/12/2024
Producto	Agua Mineral	Elaborado por	Grupo de trabajo
Diagrama No	1	Hoja	1 de 1
10 seg	1	Activación del sistema	
20 seg	1	Verificación del voltaje	
20 seg	2	Apertura de la válvula de aire	
20 seg	2	Verificación de la presión del sistema neumático	
60 seg	3	Confirmación del pedido con bodega	
60 seg	3	Cargar la tolva (botellas de 500ml)	
20 seg	4	Verificar el formato fde la maquina (botella 500ml)	
150 seg	1	Regulación del soplado de la máquina	
10 seg	4	Iniciar el posicionador de la máquina	
60 seg	2	Regular la velocidad de la maquina	
60 seg	3	Verificación del nivel de la tolva	
120 seg	1	Transporte al triblock	
Resumen			
	Cantidad	Tiempo(seg)	
Operaciones	4	100	
Inspecciones	5	120	
Combinados	3	270	
Transportes	1	120	
Total	12	610	

Tabla 4. Cursograma analítico - Posicionador

CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Lugar	Área de producción – línea mesal		Proceso:			Posicionador				
Método:	Actual		Fecha de Aprobación			01/12/2024				
Producto:	Agua Mineral		Elaborado por:			Grupo de trabajo				
Diagrama No:	1		Hoja:			1 de 1				
Identificación de actividades		D (m)	T (seg)	SIMBOLO						Observaciones
N	Descripción									
1	Activación del sistema		10	●						
2	Verificar voltaje		20			●				440 V
3	Apertura de válvula de aire		20	●						
4	Verificar presión		20			●				5 a 6 psi
5	Confirmar entrega de botellas		60			●				
6	Cargar tolva (1500 ml)		60	●						
7	Verificar parámetros 500 ml		20			●				
8	Ajustar soplado		150			●				
9	Iniciar posicionador		10	●						
10	Ajustar velocidad		60			●				
11	Reabastecer tolva		60			●				
12	Transporte a Triblock	12	120		●					
RESUMEN										
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (seg)							
OPERACIÓN		4	610.00							
TRANSPORTE		1	TIEMPO (min)							
INSPECCIÓN		4	10.17							
COMBINADO		3	DISTANCIA(m)							
DEMORA		0	12							
ALMACENAJE		0	OBSERVACIONES GENERALES							
TOTAL		12								

4.6.2 Análisis del proceso del Triblock-mixer

Las botellas que ingresan a la Triblock pasan primero por un proceso de enjuague interno con agua ozonificada. Luego, son llenadas con agua mineral generada en el mixer. El llenado se realiza de manera uniforme en todas las botellas y, finalmente, se procede al sellado del envase.

1. Operación 1: Activar la caja de control de la máquina para energizar el sistema (Triblock, Elevador de Tapas y Mixer).
2. Operación 2: Abrir la válvula de aire a presión, asegurando que el rango de presión esté entre 5 y 6 PSI.

3. Transporte 1: El operario se traslada al cuarto de máquinas de la línea Mesal.
4. Operación 3 - Inspección 1: Activar el sistema de alimentación de agua de la fuente para la llenadora y verificar su calidad.
5. Operación 4 - Inspección 2: Encender el sistema de enjuague de la máquina, realizar el purgado y comprobar la presión del agua en el sistema.
6. Operación 5: Activar los comandos de encendido del chiller.
7. Operación 6: Abrir la válvula de paso para permitir la entrada de CO₂ al sistema de la llenadora y el mixer.
8. Transporte 2: El operario regresa a su puesto de trabajo.
9. Inspección 3: Verificar en el mixer que haya suficiente agua en el tanque de almacenamiento.
10. Inspección 4: Revisión de los niveles de presión (de 60 a 80 PSI) del CO₂ en el mixer y la llenadora.
11. Operación 7 - Inspección 5: Realizar el llenado de agua al mixer hasta que se produzca el apagado de la señal de alerta de "FALTA AGUA".
12. Operación 8 - Inspección 6: Realizar el ajuste de la presión del carbocooler y del agua carbonatada en base a la temperatura generada por el chiller dentro del mixer.
13. Operación 9: Efectuar un primer lavado de la llenadora, para lo cual se debe abrir la llave de paso y accionar las válvulas de llenado que se encuentra entre las dos estaciones.
14. Espera 1: Permitir un tiempo de aproximadamente 5 minutos para completar el proceso de lavado de la máquina.
15. Operación 10: Cerrar la válvula de paso entre el mixer y la llenadora tras finalizar el lavado.
16. Espera 2: Esperar hasta que toda el agua residual en la llenadora sea expulsada del sistema.
17. Operación 11: Configurar las válvulas de llenado en modo automático.
18. Operación 12: En la llenadora, abrir la válvula de desfogue secundaria y la válvula de entrada de CO₂.
19. Inspección 5 - Operación 13: Verificar que la presión dentro de la taza de la llenadora alcance al menos 40 PSI y, una vez logrado este valor, abrir la válvula de paso entre el mixer y la llenadora.
20. Operación 14: Restaurar las válvulas de desfogue secundario y de entrada de CO₂ a sus posiciones iniciales.

21. Operación 15 - Inspección 6: Realizar el llenado de al menos 5 botellas y someterlas a control de calidad.

22. Transporte 3: Transportar las botellas llenadas hacia la etiquetadora.

Una vez que se identificaron cada una de las actividades se procede con el desarrollo del flujograma sinóptico del proceso y el cursograma analítico, tal como muestran en las siguientes tablas:

Tabla 5. Diagrama sinóptico del Triblock-mixer

Diagrama Sinóptico			
Empresa	Fuentes San Felipe	Proceso	Triblock-mixer
Método	Actual	Fecha de Aprobación	01/12/2024
Producto	Agua Mineral	Elaborado por	Grupo de trabajo
Diagrama No	2	Hoja	1 de 1
20 seg	1	Activación del sistema	
20 seg	2	Apertura de la válvula de aire	
45 seg	1	Traslado al cuarto de máquinas	
240 seg	1	Activación y verificación del sistema de alimentación de agua	
60 seg	2	Encendido y purgado del sistema de enjuague	
10 seg	3	Encendido del chiller	
20 seg	4	Apertura de válvula de CO ₂	
45 seg	2	Retorno al puesto de trabajo	
20 seg	1	Verificación del nivel de agua en el mixer	
180 seg	2	Verificación de presión de CO ₂ en el mixer y llenadora	
120 seg	3	Ingreso de agua al mixer hasta la alerta	

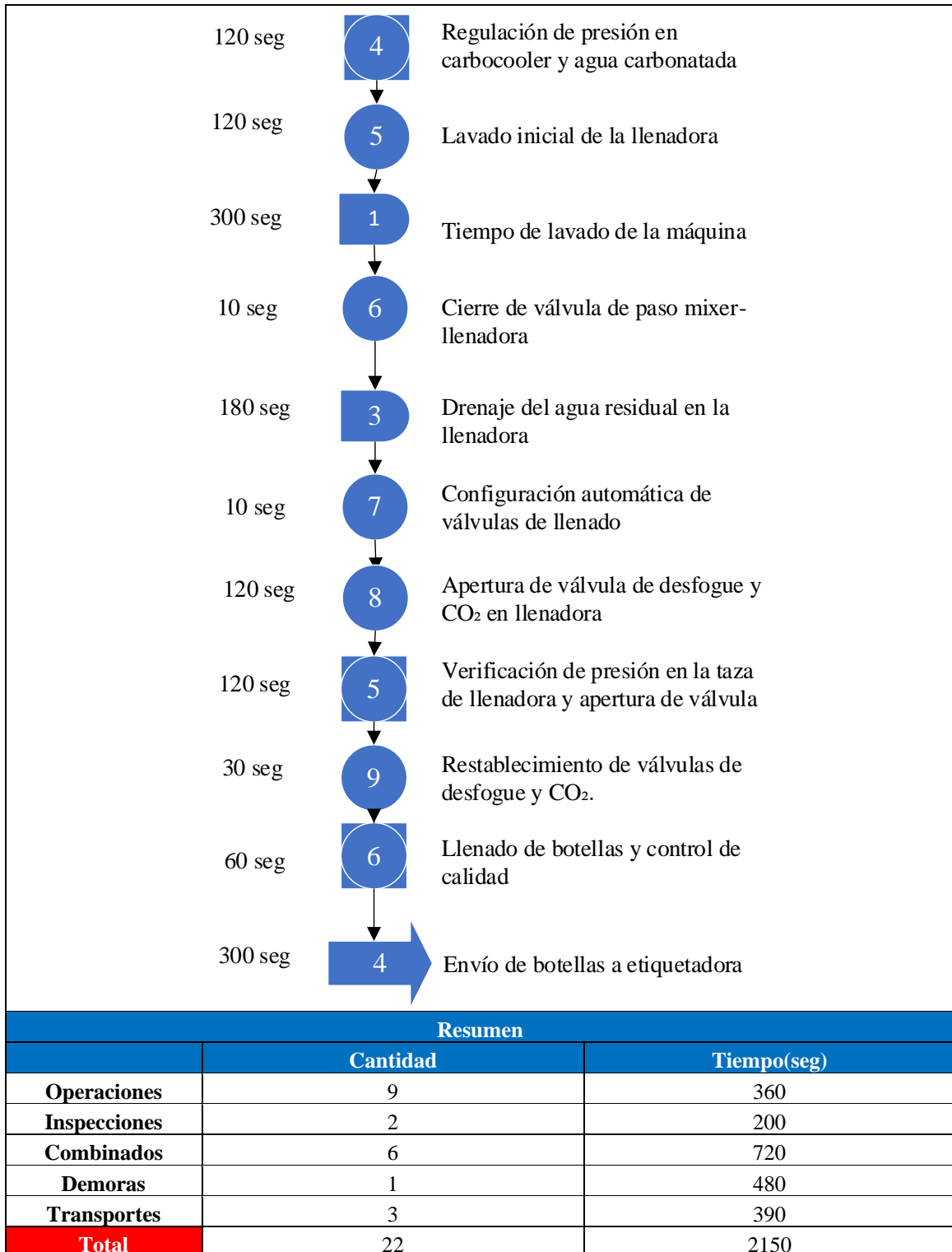














Tabla 6. Cursograma analítico - Triblock-mixer

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Lugar		Área de producción – línea mesal		Proceso:		Triblock-mixer			
Método:		Actual		Fecha de Aprobación		01/12/2024			
Producto:		Agua Mineral		Elaborado por:		Grupo de trabajo			
Diagrama No:		2		Hoja:		1 de 1			
Identificación de actividades			D	T	SIMBOLO			OBSERVACIONES	
N	Descripción	(m)	(seg)						
1	Activación del sistema		20	•					
2	Apertura de válvula de aire.		20	•	→				
3	Traslado al cuarto de máquinas.	25	45	•	→				
4	Activación y verificación del sistema de alimentación de agua.		240	•					
5	Encendido y purgado del sistema de enjuague		60	•					
6	Encendido del chiller.		10	•					
7	Apertura de válvula de CO ₂ .		20	•	→				
8	Retorno al puesto de trabajo.	25	45	•	→				
9	Verificación del nivel de agua en el mixer.		20	•					
10	Verificación de presión de CO ₂ en el mixer y llenadora.		180	•					
11	Ingreso de agua al mixer hasta la alerta		120	•					
12	Regulación de presión en carbocooler y agua carbonatada.		120	•					
14	Lavado inicial de la llenadora.		120	•					
14	Tiempo de lavado de la máquina.		300	•					
15	Cierre de válvula de paso mixer-llenadora.		10	•					
16	Drenaje del agua residual en la llenadora.		180	•					
17	Configuración automática de válvulas de llenado.		10	•					
18	Apertura de válvula de desfogue y CO ₂ en llenadora.		120	•					
19	Verificación de presión en la taza de llenadora y apertura de válvula.		120	•					
20	Restablecimiento de válvulas de desfogue y CO ₂ .		30	•					
21	Llenado de botellas y control de calidad.		60	•					
22	Envío de botellas a etiquetadora.	10	300	•					
RESUMEN									
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (seg)						
OPERACIÓN		9	2150.00						
TRANSPORTE		3	TIEMPO (min)						
INSPECCIÓN		2	35.84						
COMBINADO		2	DISTANCIA(m)						
DEMORA		6	60						
ALMACENAJE		0	OBSERVACIONES GENERALES						
TOTAL		22							

4.6.3 Análisis del proceso de la Etiquetadora

Los productos envasados con el agua mineral llegan a la estación de etiquetado para la colocación de la etiqueta. Este proceso se lleva a cabo mediante un conjunto de sensores y un sistema de vacío, asegurando que la etiqueta sea adherida correctamente con goma.


1. Operación 1: Activar la caja de control de la máquina para energizar el sistema.
2. Operación 2: Abrir la válvula de presión de aire para el sistema neumático y de vacío, asegurando que se mantenga en un rango de 5 a 6 PSI.
3. Inspección 1: Identificar defectos al encender la máquina (reducción de temperatura o presencia de residuos en el sistema de pegado de etiquetas).
4. Operación 3 - Inspección 2: Ejecutar un arranque manual para verificar el correcto funcionamiento del equipo.
5. Inspección 3 - Operación 4: Revisar y calibrar los parámetros de operación del equipo acorde al tipo de presentación de la botella.
6. Inspección 4: Verificar la temperatura de la goma (150 °C a 160 °C)
7. Inspección 5: Verificar el funcionamiento del sistema de vacío del tambor de etiquetado.
8. Inspección 6 - Operación 5: Ajustar y calibrar el sensor del tornillo sin fin.
9. Inspección 7 - Operación 6: Verificar y regular el sensor de la cuchilla.
10. Inspección 8 - Operación 7: Comprobar y ajustar el sensor de ingreso de botellas.
11. Inspección 9 - Operación 8: Revisar y ajustar el sensor que controla la velocidad de ingreso de botellas.
12. Inspección 10: Verificar la correcta alimentación de botellas al sistema de ingreso del equipo.
13. Inspección 11: Verificar que las botellas ingresen de forma correcta a la máquina.
14. Inspección 12 - Operación 9: Inspeccionar y calibrar el sistema de etiquetado (aplicación de la goma y el nivel de la etiqueta en la botella).
15. Transporte 1: Transportar las botellas etiquetadas hacia la Termoencogedora.

Después de la identificación de las actividades se procede con la realización del flujograma sinóptico del proceso y el cursograma analítico, tal como muestran en las siguientes tablas:

Tabla 7. Diagrama sinóptico - Etiquetadora

Diagrama Sinóptico			
Empresa	Fuentes San Felipe	Proceso	Etiquetadora
Método	Actual	Fecha de Aprobación	01/12/2024
Producto	Agua Mineral	Elaborado por	Grupo de trabajo
Diagrama No	3	Hoja	1 de 1
20 seg	1	Energización del sistema	
10 seg	2	Apertura de válvula de presión de aire	
60 seg	1	Verificación de anomalías en el arranque	
180 seg	1	Arranque manual y verificación de funcionamiento.	
120 seg	2	Revisión y calibración de parámetros para 500 ml	
300 seg	2	Verificación de temperatura de la goma	
120 seg	3	Inspección del sistema de vacío del tambor de etiquetado	
120 seg	3	Ajuste y calibración del sensor del tornillo sin fin	
120 seg	4	Ajuste y calibración del sensor de la cuchilla	
120 seg	5	Verificación y ajuste del sensor de ingreso de botellas	
120 seg	6	Verificación y ajuste del sensor de velocidad de ingreso de botellas	
60 seg	4	Verificación de alimentación de botellas	
300 seg	7	Calibración del etiquetado y verificación de la aplicación de goma	
300 seg	1	Envío de botellas etiquetadas a la Termoencogedora	
Resumen			
	Cantidad	Tiempo(seg)	
Operaciones	2	30	
Inspecciones	4	540	
Combinados	7	1080	
Demoras	0	0	
Transportes	1	300	
Total	14	1950	

Tabla 8. Etiquetadora

CURSOGRAMA ANALÍTICO												
Lugar	Área de producción – línea mesal		Proceso:		Etiquetadora							
Método:	Actual		Fecha de Aprobación		01/12/2024							
Producto:	Agua Mineral		Elaborado por:		Grupo de trabajo							
Diagrama No:	3		Hoja:		1 de 1							
Identificación de actividades			D (m)	T (seg)	SIMBOLO						Observaciones	
N	Descripción											
1	Energización del sistema.			20	●							
2	Apertura de válvula de presión de aire.			10	●	→						
3	Verificación de anomalías en el arranque.			60			■					
4	Arranque manual y verificación de funcionamiento.			180			■					
5	Revisión y calibración de parámetros para 500 ml.			120			■					
6	Verificación de temperatura de la goma.			300			■					
7	Inspección del sistema de vacío del tambor de etiquetado.			120			■					
8	Ajuste y calibración del sensor del tornillo sin fin.			120			■					
9	Ajuste y calibración del sensor de la cuchilla.			120			■					
10	Verificación y ajuste del sensor de ingreso de botellas.			120			■					
11	Verificación y ajuste del sensor de velocidad de ingreso de botellas.			120			■					
12	Verificación de alimentación de botellas.	10		60			■					
13	Calibración del etiquetado y verificación de la aplicación de goma			300			■					
14	Envío de botellas etiquetadas a la Termoencogedora.			300			●					
RESUMEN												
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (seg)									
OPERACIÓN	●	2	1950.00									
TRANSPORTE	→	1	TIEMPO (min)									
INSPECCIÓN	■	4	32.50									
COMBINADO	■	0	DISTANCIA(m)									
DEMORA	●	7	10									
ALMACENAJE	▼	0	OBSERVACIONES GENERALES									
TOTAL		14										

4.6.4 Análisis del proceso de la Termoencogedora

Es la etapa final y las botellas se agrupan en paquetes de seis unidades, mediante el uso de un plástico termoencogible, el cual, al pasar por un túnel de aire caliente, el plástico se ajusta alrededor de las botellas, asegurando su compactación y estabilidad.

1. Operación 1: Activación de la caja de control para energizar el sistema.
2. Operación 2: Abrir la válvula de presión de aire (Sistema Neumático)
3. Inspección 1: Verificar que la temperatura de la cuchilla de corte sea de al menos 165 °C.
4. Inspección 2: Asegurar que la temperatura del túnel de termoencogido esté entre 180 y 190 °C.
5. Inspección 3 - Operación 3: Comprobar y ajustar el sensor de altura de las botellas.
6. Inspección 4 - Operación 4: Verificar y calibrar el sensor de paso de botellas para garantizar el correcto funcionamiento de la cuchilla de corte.
7. Inspección 5 - Operación 5: Inspeccionar y calibrar el sensor de atrapamiento de botellas.
8. Inspección 6 - Operación 6: Ajustar y verificar el sensor de presión de corte de la cuchilla.
9. Operación 7: Regular la velocidad del túnel en un rango de 2 a 4 en una escala del 1 al 10.
10. Operación 8: Ajustar la velocidad general de la máquina en un rango de 5 a 10 en una escala del 1 al 10.

Una vez que se identificaron cada una de las actividades se procede con el desarrollo del flujograma sinóptico del proceso y el cursograma analítico, tal como muestran en las siguientes tablas:

Tabla 9. Diagrama sinóptico - Termoencogedora

Diagrama Sinóptico			
Empresa	Fuentes San Felipe	Proceso:	Termoencogedora
Método:	Actual	Fecha de Aprobación	01/12/2024
Producto:	Agua Mineral	Elaborado por:	Grupo de trabajo
Diagrama No:	4	Hoja:	1 de 1

20 seg	1	Energización del sistema
20 seg	2	Apertura de válvula de presión de aire
180 seg	1	Verificación de temperatura de la cuchilla de corte
180 seg	2	Verificación de temperatura del túnel de termoencogido
240 seg	1	Ajuste del sensor de altura de botellas
180 seg	2	Ajuste del sensor de paso de botellas.
120 seg	3	Ajuste del sensor de atrapamiento de botellas.
120 seg	4	Ajuste del sensor de presión de corte.
30 seg	3	Calibración de la velocidad del túnel.
30 seg	4	Calibración de la velocidad de la máquina.

Resumen		
	Cantidad	Tiempo(seg)
Operaciones	4	100
Inspecciones	2	360
Combinados	4	660
Demoras	0	0
Transportes	0	0
Total	10	1120

Tabla 10. Cursograma analítico - Termoencogedora

CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Lugar	Área de producción – línea mesal		Proceso:	Termoencogedora						
Método:	Actual		Fecha de Aprobación	01/12/2024						
Producto:	Agua Mineral		Elaborado por:	Grupo de trabajo						
Diagrama No:	4		Hoja:	1 de 1						
Identificación de actividades		D (m)	T (seg)	SIMBOLO						Observaciones
N	Descripción			●	→	■	■	■	▼	
1	Energización del sistema.		20	●						
2	Apertura de válvula de presión de aire.		10	●	→					
3	Verificación de temperatura de la cuchilla de corte.		60			■				175 a 190 °C
4	Verificación de temperatura del túnel de termoencogido.		180			■				220 a 240 °C
5	Ajuste del sensor de altura de botellas.		120			■				
6	Ajuste del sensor de paso de botellas.		300			■				
7	Ajuste del sensor de atrapamiento de botellas.		120			■				
8	Ajuste del sensor de presión de corte.		120			■				
9	Calibración de la velocidad del túnel.		120	●						2 a 5 (1 a 10)
10	Calibración de la velocidad de la máquina.		120	●						5 a 10 (1 a 10)
RESUMEN										
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (seg)							
OPERACIÓN	●	4	1170.00							
TRANSPORTE	→	0	TIEMPO (min)							
INSPECCIÓN	■	2	19.50							
COMBINADO	■	0	DISTANCIA(m)							
DEMORA	■	4	0							
ALMACENAJE	▼	0	OBSERVACIONES GENERALES							
TOTAL		10								

4.7 Identificación y registro de tiempos de la línea mesal

4.7.1 Registro de tiempos: Posicionador

A continuación, se muestra el estudio de tiempos relacionados con el posicionador y que en su etapa inicial contaba con un total de 10 mediciones preliminares, cuyo propósito fue el de establecer el número óptimo de muestras a tomar, considerando para ello la actividad más prolongada.

Tabla 11. Registro de tiempos - Posicionador

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ	Des	LI	LS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Activación del sistema	0.16	0.17	0.18	0.16	0.16	0.15	0.19	0.18	0.17	0.16	1.68	0.17	0.01	0.16	0.18
2	Verificar voltaje	0.30	0.31	0.36	0.34	0.32	0.33	0.30	0.30	0.34	0.35	3.27	0.33	0.02	0.31	0.35
3	Apertura de válvula de aire	0.33	0.33	0.33	0.31	0.30	0.36	0.32	0.31	0.31	0.35	3.24	0.32	0.02	0.31	0.34
4	Verificar presión	0.29	0.27	0.37	0.27	0.32	0.35	0.31	0.33	0.33	0.37	3.20	0.32	0.04	0.28	0.36
5	Confirmar entrega de botellas	0.99	1.06	1.01	1.01	0.99	1.22	1.19	0.98	1.14	0.94	10.54	1.05	0.09	0.96	1.14
6	Cargar tolva (1500 ml)	1.01	1.18	0.92	0.93	0.82	1.11	0.99	0.92	1.16	1.02	10.06	1.01	0.11	0.90	1.12
7	Verificar parámetros 500 ml	0.34	0.36	0.30	0.32	0.35	0.38	0.33	0.25	0.32	0.32	3.27	0.33	0.03	0.29	0.36
8	Ajustar soplado	2.64	2.60	2.63	2.45	2.60	2.54	2.48	2.56	2.45	2.59	25.54	2.55	0.07	2.49	2.62
9	Iniciar posicionador	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.19	0.18	0.15	0.15	1.68	0.17	0.01	0.16	0.18
10	Ajustar velocidad	0.97	1.00	0.99	1.02	1.04	1.02	1.03	1.02	1.02	0.99	10.11	1.01	0.02	0.99	1.03
11	Reabastecer tolva	0.98	0.98	0.95	1.02	0.98	1.05	0.98	1.01	0.97	0.98	9.91	0.99	0.03	0.97	1.02
12	Transporte a Triblock	2.31	1.77	1.68	2.54	1.99	1.95	1.89	2.10	2.05	1.91	20.18	2.02	0.24	1.78	2.26

Método estadístico

Los valores destacados se sustituirán en la fórmula estadística para calcular el número de observaciones requeridas, teniendo en consideración la actividad que más tiempo de procesamiento presenta.

Tabla 12. Valores para el número de observaciones

N	X	X ²
1	2.31	5.33
2	1.77	3.13
3	1.68	2.82
4	2.54	6.43
5	1.99	3.96
6	1.95	3.79
7	1.89	3.58
8	2.10	4.40
9	2.05	4.22
10	1.91	3.64
Σ	20.18	41.31

Sustituyendo estos valores en ecuación:

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{(10 * 41.31) - (20.18)^2}}{20.18} \right)^2$$

$$n = 2.24 \approx 3$$

Mediante la ecuación se determinaron que las mediciones necesarias son 3, las mediciones preliminares (10 mediciones), cumplen con el mínimo requerido es por ello que se procede a trabajar con las mediciones realizadas para no descargar ninguna.

4.7.2 Registro de tiempos: Triblock Mixer

A continuación, se muestra el estudio de tiempos relacionados con el Triblock- Mixer y que en su etapa inicial contaba con un total de 10 mediciones preliminares, cuyo propósito fue el de establecer el número óptimo de muestras a tomar, considerando para ello la actividad más prolongada.

Tabla 13. Registro de tiempos - Triblock- Mixer

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ	Des	LI	LS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Activación del sistema.	0.17	0.29	0.41	0.31	0.40	0.27	0.53	0.25	0.29	0.27	3.19	0.32	0.09	0.22	0.41
2	Apertura de válvula de aire.	0.27	0.36	0.36	0.41	0.50	0.47	0.47	0.27	0.55	0.24	3.90	0.39	0.10	0.29	0.49
3	Traslado al cuarto de máquinas.	0.81	0.74	0.93	0.83	0.62	0.68	0.63	0.87	0.83	0.82	7.76	0.78	0.10	0.68	0.88
4	Activación y verificación del sistema de alimentación de agua.	4.06	3.80	3.83	3.94	4.18	3.46	3.83	3.87	4.03	3.86	38.86	3.89	0.18	3.70	4.07
5	Encendido y purgado del sistema de enjuague.	1.14	1.11	0.99	0.86	1.08	0.86	0.92	1.00	0.93	0.89	9.78	0.98	0.10	0.88	1.08
6	Encendido del chiller.	0.14	0.23	0.25	0.35	0.08	0.29	0.16	0.27	0.19	0.24	2.21	0.22	0.08	0.14	0.30
7	Apertura de válvula de CO ₂ .	0.38	0.35	0.27	0.25	0.19	0.36	0.46	0.36	0.31	0.45	3.36	0.34	0.08	0.25	0.42
8	Retorno al puesto de trabajo.	0.69	1.12	0.72	0.51	0.79	0.91	0.62	0.80	0.55	0.89	7.60	0.76	0.17	0.59	0.93
9	Verificación del nivel de agua en el mixer.	0.08	0.29	0.42	0.23	0.34	0.43	0.15	0.29	0.24	0.32	2.79	0.28	0.10	0.18	0.38
10	Verificación de presión de CO ₂ en el mixer y llenadora.	3.07	2.82	2.97	3.03	2.94	2.81	2.80	2.82	3.13	2.86	29.25	2.92	0.12	2.81	3.04
11	Ingreso de agua al mixer hasta la alerta	0.13	0.18	0.31	0.37	0.31	0.24	0.20	0.07	0.06	0.05	1.93	0.19	0.11	0.08	0.30
12	Regulación de presión en carbocooler y agua carbonatada.	0.25	0.21	0.15	0.07	0.03	0.11	0.17	0.06	0.08	0.27	1.40	0.14	0.08	0.06	0.22
13	Lavado inicial de la llenadora.	0.09	0.31	0.04	0.10	0.10	0.43	0.02	0.32	0.04	0.38	1.83	0.18	0.15	0.03	0.33
14	Tiempo de lavado de la máquina.	4.73	5.01	4.78	4.89	4.94	4.87	5.10	4.86	5.09	5.10	49.37	4.94	0.13	4.81	5.06
15	Cierre de válvula de paso mixer-llenadora.	0.22	0.14	0.29	0.16	0.11	0.15	0.08	0.25	0.19	0.22	1.81	0.18	0.06	0.12	0.24
16	Drenaje del agua residual en la llenadora.	2.79	2.78	2.81	2.81	2.61	3.38	3.05	2.73	2.82	2.92	28.69	2.87	0.20	2.67	3.07
17	Configuración automática de válvulas de llenado.	0.10	0.14	0.00	0.05	0.12	0.15	0.04	0.13	0.31	0.32	1.35	0.13	0.10	0.03	0.24
18	Apertura de válvula de desfogue y CO ₂ en llenadora.	2.00	1.95	1.77	2.10	1.86	2.53	1.92	1.90	2.41	1.76	20.20	2.02	0.25	1.77	2.27
19	Verificación de presión en la taza de llenadora y apertura de válvula.	1.93	1.95	1.93	2.00	1.81	1.70	2.20	2.00	2.18	2.19	19.91	1.99	0.16	1.83	2.15
20	Restablecimiento de válvulas de desfogue y CO ₂ .	0.54	0.54	0.52	0.50	0.51	0.58	0.36	0.38	0.50	0.53	4.95	0.50	0.07	0.43	0.56
21	Llenado de botellas y control de calidad.	0.96	1.07	0.86	1.10	0.86	1.16	1.01	0.68	1.05	0.99	9.73	0.97	0.13	0.84	1.11
22	Envío de botellas a etiquetadora.	0.50	0.67	0.54	0.61	0.52	0.46	0.66	0.33	0.48	0.58	5.35	0.54	0.10	0.44	0.63

Método estadístico

Los valores destacados se sustituirán en la fórmula estadística para calcular el número de observaciones requeridas, teniendo en consideración la actividad que más tiempo de procesamiento presenta.

Tabla 14. Valores para el número de observaciones

N	X	X²
1	4.06	16.49
2	3.80	14.45
3	3.83	14.68
4	3.94	15.54
5	4.18	17.45
6	3.46	12.00
7	3.83	14.69
8	3.87	15.00
9	4.03	16.20
10	3.86	14.87
Σ	38.86	151.37

Sustituyendo estos valores en ecuación:

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{(10 * 151.37) - (38.86)^2}}{38.86} \right)^2$$

$$n = 3.49 \approx 4$$

Mediante la ecuación se determinaron que las mediciones necesarias son 4, las mediciones preliminares (10 mediciones), cumplen con el mínimo requerido es por ello que se procede a trabajar con las mediciones realizadas para no descargar ninguna.

4.7.3 Registro de tiempos: Etiquetadora

A continuación, se muestra el estudio de tiempos relacionados con la Etiquetadora y que en su etapa inicial contaba con un total de 10 mediciones preliminares, cuyo propósito fue el de establecer el número óptimo de muestras a tomar, considerando para ello la actividad más prolongada.

Tabla 15. Registro de tiempos - Etiquetadora

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Energización del sistema.	0.39	0.43	0.47	0.42	0.21	0.30	0.26	0.38	0.31	0.17	3.34	0.33
2	Apertura de válvula de presión de aire.	0.21	0.15	0.20	0.18	0.25	0.13	0.13	0.16	0.14	0.21	1.77	0.18
3	Verificación de anomalías en el arranque.	0.99	0.97	1.04	1.13	1.19	1.12	0.78	0.94	0.95	0.84	9.94	0.99
4	Arranque manual y verificación de funcionamiento.	4.93	4.95	4.87	5.04	4.91	5.07	4.88	5.00	5.08	4.97	49.71	4.97
5	Revisión y calibración de parámetros para la botella	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	1.98	2.01	1.99	2.00	19.99	2.00
6	Verificación de temperatura de la goma.	6.08	6.03	6.13	5.94	5.92	5.91	5.78	6.02	5.94	6.13	59.89	5.99
7	Inspección del sistema de vacío del tambor de etiquetado.	2.14	1.83	2.14	1.76	1.92	2.10	2.07	2.26	1.89	2.04	20.16	2.02
8	Ajuste y calibración del sensor del tornillo sin fin.	1.81	1.99	1.78	2.23	1.98	2.23	2.18	2.17	2.05	1.79	20.21	2.02
9	Ajuste y calibración del sensor de la cuchilla.	2.06	1.97	1.98	2.00	1.73	2.01	2.00	2.03	2.15	2.04	19.96	2.00
10	Verificación y ajuste del sensor de ingreso de botellas.	2.11	1.97	1.91	1.89	1.99	2.11	1.66	1.98	1.97	2.12	19.71	1.97
11	Verificación y ajuste del sensor de velocidad de ingreso de botellas.	2.06	1.95	2.00	1.80	1.83	1.87	1.96	1.84	2.14	2.09	19.54	1.95
12	Verificación de alimentación de botellas.	1.16	1.02	0.85	1.04	1.20	0.89	1.04	1.22	1.17	0.83	10.43	1.04
13	Calibración del etiquetado y verificación de la aplicación de goma.	5.22	4.77	4.81	4.97	4.95	5.56	4.86	4.97	5.00	4.92	50.04	5.00
14	Envío de botellas etiquetadas a la Termoencogedora.	5.01	4.70	4.81	4.63	5.28	5.11	4.96	4.95	5.52	4.92	49.89	4.99

Método estadístico

Los valores destacados se sustituirán en la fórmula estadística para calcular el número de observaciones requeridas, teniendo en consideración la actividad que más tiempo de procesamiento presenta.

Tabla 16. Valores para el número de observaciones

N	X	X ²
1	5.22	27.22
2	4.77	22.75
3	4.81	23.18
4	4.97	24.69
5	4.95	24.54
6	5.56	30.95
7	4.86	23.63
8	4.97	24.71
9	5.00	25.03
10	4.92	24.18
Σ	50.04	250.87

Sustituyendo estos valores en ecuación:

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{(10 * 250.87) - (50.04)^2}}{50.04} \right)^2$$

$$n = 3.07 \approx 4$$

Mediante la ecuación se determinaron que las mediciones necesarias son 4, las mediciones preliminares (10 mediciones), cumplen con el mínimo requerido es por ello que se procede a trabajar con las mediciones realizadas para no descartar ninguna.

4.7.4 Registro de tiempos: Termoencogedora

A continuación, se muestra el estudio de tiempos relacionados con la Termoencogedora y que en su etapa inicial contaba con un total de 10 mediciones preliminares, cuyo propósito fue el de establecer el número óptimo de muestras a tomar, considerando para ello la actividad más prolongada.

Tabla 17. Registro de tiempos - Termoencogedora

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Energización del sistema.	0.32	0.33	0.32	0.34	0.33	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	3.28	0.33
2	Apertura de válvula de presión de aire.	0.33	0.33	0.35	0.34	0.31	0.35	0.33	0.31	0.33	0.33	3.29	0.33
3	Verificación de temperatura de la cuchilla de corte.	2.89	3.07	3.07	2.85	3.22	3.09	3.01	3.06	3.04	3.08	30.37	3.04
4	Verificación de temperatura del túnel de termoencogido.	2.99	3.14	3.00	3.08	2.76	3.09	3.08	2.97	3.08	2.89	30.07	3.01
5	Ajuste del sensor de altura de botellas.	4.01	3.95	4.26	3.91	4.06	3.86	4.00	3.90	4.26	4.08	40.29	4.03
6	Ajuste del sensor de paso de botellas.	2.65	3.17	2.90	3.14	3.04	3.14	3.38	3.23	2.98	3.17	30.78	3.08
7	Ajuste del sensor de atrapamiento de botellas.	2.51	2.70	3.05	3.05	2.90	2.86	3.18	3.07	2.98	2.93	29.23	2.92
8	Ajuste del sensor de presión de corte.	3.22	2.77	3.01	3.50	2.82	3.11	2.85	3.13	3.42	3.06	30.88	3.09
9	Calibración de la velocidad del túnel.	0.49	0.41	0.37	0.37	0.63	0.56	0.69	0.50	0.58	0.60	5.21	0.52
10	Calibración de la velocidad de la máquina.	0.45	0.32	0.46	0.40	0.49	0.44	0.33	0.56	0.69	0.43	4.56	0.46

Método estadístico

Los valores destacados se sustituirán en la fórmula estadística para calcular el número de observaciones requeridas, teniendo en consideración la actividad que más tiempo de procesamiento presenta:

Tabla 18. Valores para el número de observaciones

N	X	X²
1	4.01	16.10
2	3.95	15.58
3	4.26	18.14
4	3.91	15.32
5	4.06	16.45
6	3.86	14.86
7	4.00	15.99
8	3.90	15.21
9	4.26	18.18
10	4.08	16.64
Σ	40.29	162.47

Sustituyendo estos valores en ecuación:

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{(10 * 162.47) - (40.29)^2}}{40.29} \right)^2$$

$$n = 1.76 \approx 2$$

Mediante la ecuación se determinaron que las mediciones necesarias son 2, las mediciones preliminares (10 mediciones), cumplen con el mínimo requerido es por ello que se procede a trabajar con las mediciones realizadas para no descargar ninguna.

4.8 Cálculo de factor de desempeño y suplementos

4.8.1 Proceso 1. Posicionador

Factor de desempeño

El factor de rendimiento se obtiene al comparar la velocidad o ritmo de trabajo del operario con un estándar preestablecido, ya sea a través de un observador debidamente capacitado o utilizando tablas de rendimiento. Un valor del 100% representa un ritmo estándar, mientras que los valores mayores o inferiores indican un rendimiento más rápido o más lento,

respectivamente. Para determinar el FD se emplean técnicas como la valoración objetiva de movimientos o la estimación basada en la experiencia del analista, garantizando la exactitud y consistencia de los datos recopilados.

Tabla 19. Factor de desempeño

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Sumatoria	FD
0	0	0	0	0	1

Suplementos

Los suplementos son ajustes que se suman al tiempo base para considerar aspectos inevitables como el cansancio, las necesidades individuales y los contratiempos inesperados. Estos ajustes se determinan mediante estudios sobre ergonomía y normativas particulares, asegurando que los tiempos establecidos sean viables y razonables. Se pueden distinguir entre suplementos fijos, que se aplican a todas las actividades, y suplementos cambiantes, que dependen de las circunstancias del entorno o de la dificultad de la tarea. Una distribución apropiada es crucial para establecer normas de producción justas y realizables.

Tabla 20. Suplementos

Sistema de suplementos por descanso	
Suplementos Constantes	HOMBRE
Necesidades personales	0.05
Básico por fatiga	0.04
Suplementos Variable	
a) Trabajo de pie	0.02
b) Postura normal	0.02
c) Uso de la fuerza o energía muscular	0.03
d) Iluminación	0.01
e) Condiciones Atmosféricas	0.02
f) Tensión visual	0.01
g) Ruido	0.03
h) Tensión mental	0.01
i) Monotonía mental	0.02
j) Monotonía Física	0.02
TOTAL	0.28
SUPLEMENTOS	1.28

4.8.2 Proceso 2. Triblock-Mixer

Factor de desempeño

El factor de rendimiento se obtiene al comparar la velocidad o ritmo de trabajo del operario con un estándar preestablecido, ya sea a través de un observador debidamente capacitado o utilizando tablas de rendimiento. Un valor del 100% representa un ritmo estándar, mientras que los valores mayores o inferiores indican un rendimiento más rápido o más lento, respectivamente. Para determinar el FD se emplean técnicas como la valoración objetiva de movimientos o la estimación basada en la experiencia del analista, garantizando la exactitud y consistencia de los datos recopilados.

Tabla 21. Factor de desempeño

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Sumatoria	FD
0	0	0	0	0	1

Suplementos

Los suplementos calculados para el proceso de Triblock-Mixer son los siguientes:

Tabla 22. Suplementos

Sistema de suplementos por descanso	
Suplementos Constantes	HOMBRE
Necesidades personales	0.05
Básico por fatiga	0.04
Suplementos Variable	
a) Trabajo de pie	0.02
b) Postura normal	0.02
c) Uso de la fuerza o energía muscular	0.03
d) Iluminación	0.01
e) Condiciones Atmosféricas	0.02
f) Tensión visual	0.01
g) Ruido	0
h) Tensión mental	0.01
i) Monotonía mental	0.02
j) Monotonía Física	0.01
TOTAL	0.24
SUPLEMENTOS	1.24

4.8.3 Proceso 3. Etiquetadora

Factor de desempeño

El factor de rendimiento se obtiene al comparar la velocidad o ritmo de trabajo del operario con un estándar preestablecido, ya sea a través de un observador debidamente capacitado o utilizando tablas de rendimiento. Un valor del 100% representa un ritmo estándar, mientras que los valores mayores o inferiores indican un rendimiento más rápido o más lento, respectivamente. Para determinar el FD se emplean técnicas como la valoración objetiva de movimientos o la estimación basada en la experiencia del analista, garantizando la exactitud y consistencia de los datos recopilados.

Tabla 23. Factor de desempeño

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Sumatoria	FD
0	0	0	0	0	1

Suplementos

Los suplementos calculados para el proceso en la estación de Etiquetado son los siguientes:

Tabla 24. Suplementos

Sistema de suplementos por descanso	
Suplementos Constantes	HOMBRE
Necesidades personales	0.05
Básico por fatiga	0.04
Suplementos Variable	
a) Trabajo de pie	0.02
b) Postura normal	0.02
c) Uso de la fuerza o energía muscular	0.01
d) Iluminación	0.01
e) Condiciones Atmosféricas	0.02
f) Tensión visual	0.01
g) Ruido	0
h) Tensión mental	0.01
i) Monotonía mental	0.02
j) Monotonía Física	0.01
TOTAL	0.22
SUPLEMENTOS	1.22

4.8.4 Proceso 4. Termoencogedora

Factor de desempeño

El factor de rendimiento se obtiene al comparar la velocidad o ritmo de trabajo del operario con un estándar preestablecido. Un valor del 100% representa un ritmo estándar, mientras que los valores mayores o inferiores indican un rendimiento más rápido o más lento, respectivamente.

Tabla 25. Factor de desempeño

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Sumatoria	FD
0	0	0	0	0	1

Suplementos

Los suplementos calculados para el proceso en la maquina Termoencogedora son los siguientes:

Tabla 26. Suplementos

Sistema de suplementos por descanso	
Suplementos Constantes	HOMBRE
Necesidades personales	0.05
Básico por fatiga	0.04
Suplementos Variable	
a) Trabajo de pie	0.02
b) Postura normal	0.02
c) Uso de la fuerza o energía muscular	0.02
d) Iluminación	0.01
e) Condiciones Atmosféricas	0.02
f) Tensión visual	0.01
g) Ruido	0
h) Tensión mental	0.01
i) Monotonía mental	0.02
j) Monotonía Física	0.02
TOTAL	0.24
SUPLEMENTOS	1.24

4.9 Cálculo de tiempo estándar

Para determinar el tiempo estándar, se emplea tiempo total correspondiente a la finalización de una tarea bajo condiciones de trabajo estándar, en donde también se utiliza tanto el tiempo base como los suplementos. El cálculo se realiza multiplicando el Tiempo Normal (TN) multiplicado por la suma del valor 1 más los valores de los suplementos calculados:

$$TS = TN \times (1 + S)$$

Tabla 27. Cálculo del tiempo estándar – Posicionador

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ	Des	LI	LS	FD	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Activación del sistema	0.16	0.17	0.18	0.16	0.16	0.15	0.19	0.18	0.17	0.16	1.68	0.17	0.01	0.16	0.18	1.00	0.17	1.28	0.22
2	Verificar voltaje	0.30	0.31	0.36	0.34	0.32	0.33	0.30	0.30	0.34	0.35	3.27	0.33	0.02	0.31	0.35	1.00	0.33	1.28	0.42
3	Apertura de válvula de aire	0.33	0.33	0.33	0.31	0.30	0.36	0.32	0.31	0.31	0.35	3.24	0.32	0.02	0.31	0.34	1.00	0.32	1.28	0.42
4	Verificar presión	0.29	0.27	0.37	0.27	0.32	0.35	0.31	0.33	0.33	0.37	3.20	0.32	0.04	0.28	0.36	1.00	0.32	1.28	0.41
5	Confirmar entrega de botellas	0.99	1.06	1.01	1.01	0.99	1.22	1.19	0.98	1.14	0.94	10.54	1.05	0.09	0.96	1.14	1.00	1.05	1.28	1.35
6	Cargar tolva (1500 ml)	1.01	1.18	0.92	0.93	0.82	1.11	0.99	0.92	1.16	1.02	10.06	1.01	0.11	0.90	1.12	1.00	1.01	1.28	1.29
7	Verificar parámetros 500 ml	0.34	0.36	0.30	0.32	0.35	0.38	0.33	0.25	0.32	0.32	3.27	0.33	0.03	0.29	0.36	1.00	0.33	1.28	0.42
8	Ajustar soplado	2.64	2.60	2.63	2.45	2.60	2.54	2.48	2.56	2.45	2.59	25.54	2.55	0.07	2.49	2.62	1.00	2.55	1.28	3.27
9	Iniciar posicionador	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.19	0.18	0.15	0.15	1.68	0.17	0.01	0.16	0.18	1.00	0.17	1.28	0.22
10	Ajustar velocidad	0.97	1.00	0.99	1.02	1.04	1.02	1.03	1.02	1.02	0.99	10.11	1.01	0.02	0.99	1.03	1.00	1.01	1.28	1.29
11	Reabastecer tolva	0.98	0.98	0.95	1.02	0.98	1.05	0.98	1.01	0.97	0.98	9.91	0.99	0.03	0.97	1.02	1.00	0.99	1.28	1.27
12	Transporte a Triblock	2.31	1.77	1.68	2.54	1.99	1.95	1.89	2.10	2.05	1.91	20.18	2.02	0.24	1.78	2.26	1.00	2.02	1.28	2.58
TIEMPO TOTAL																			13.14	

Tabla 28. Cálculo del tiempo estándar – Triblock-Mixer

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ	Des	LI	LS	FD	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Activación del sistema.	0.17	0.29	0.41	0.31	0.40	0.27	0.53	0.25	0.29	0.27	3.19	0.32	0.09	0.22	0.41	1.00	0.32	1.24	0.40
2	Apertura de válvula de aire.	0.27	0.36	0.36	0.41	0.50	0.47	0.47	0.27	0.55	0.24	3.90	0.39	0.10	0.29	0.49	1.00	0.39	1.24	0.48
3	Traslado al cuarto de máquinas.	0.81	0.74	0.93	0.83	0.62	0.68	0.63	0.87	0.83	0.82	7.76	0.78	0.10	0.68	0.88	1.00	0.78	1.24	0.96
4	Activación y verificación del sistema de alimentación de agua.	4.06	3.80	3.83	3.94	4.18	3.46	3.83	3.87	4.03	3.86	38.86	3.89	0.18	3.70	4.07	1.00	3.89	1.24	4.82
5	Encendido y purgado del sistema de enjuague.	1.14	1.11	0.99	0.86	1.08	0.86	0.92	1.00	0.93	0.89	9.78	0.98	0.10	0.88	1.08	1.00	0.98	1.24	1.21
6	Encendido del chiller.	0.14	0.23	0.25	0.35	0.08	0.29	0.16	0.27	0.19	0.24	2.21	0.22	0.08	0.14	0.30	1.00	0.22	1.24	0.27
7	Apertura de válvula de CO ₂ .	0.38	0.35	0.27	0.25	0.19	0.36	0.46	0.36	0.31	0.45	3.36	0.34	0.08	0.25	0.42	1.00	0.34	1.24	0.42
8	Retorno al puesto de trabajo.	0.69	1.12	0.72	0.51	0.79	0.91	0.62	0.80	0.55	0.89	7.60	0.76	0.17	0.59	0.93	1.00	0.76	1.24	0.94
9	Verificación del nivel de agua en el mixer.	0.08	0.29	0.42	0.23	0.34	0.43	0.15	0.29	0.24	0.32	2.79	0.28	0.10	0.18	0.38	1.00	0.28	1.24	0.35
10	Verificación de presión de CO ₂ en el mixer y llenadora.	3.07	2.82	2.97	3.03	2.94	2.81	2.80	2.82	3.13	2.86	29.25	2.92	0.12	2.81	3.04	1.00	2.92	1.24	3.63
11	Ingreso de agua al mixer hasta la alerta	0.13	0.18	0.31	0.37	0.31	0.24	0.20	0.07	0.06	0.05	1.93	0.19	0.11	0.08	0.30	1.00	0.19	1.24	0.24
12	Regulación de presión en carbocooler y agua carbonatada.	0.25	0.21	0.15	0.07	0.03	0.11	0.17	0.06	0.08	0.27	1.40	0.14	0.08	0.06	0.22	1.00	0.14	1.24	0.17
13	Lavado inicial de la llenadora.	0.09	0.31	0.04	0.10	0.10	0.43	0.02	0.32	0.04	0.38	1.83	0.18	0.15	0.03	0.33	1.00	0.18	1.24	0.23
14	Tiempo de lavado de la máquina.	4.73	5.01	4.78	4.89	4.94	4.87	5.10	4.86	5.09	5.10	49.37	4.94	0.13	4.81	5.06	1.00	4.94	1.24	6.12
15	Cierre de válvula de paso mixer-llenadora.	0.22	0.14	0.29	0.16	0.11	0.15	0.08	0.25	0.19	0.22	1.81	0.18	0.06	0.12	0.24	1.00	0.18	1.24	0.22
16	Drenaje del agua residual en la llenadora.	2.79	2.78	2.81	2.81	2.61	3.38	3.05	2.73	2.82	2.92	28.69	2.87	0.20	2.67	3.07	1.00	2.87	1.24	3.56
17	Configuración automática de válvulas de llenado.	0.10	0.14	0.00	0.05	0.12	0.15	0.04	0.13	0.31	0.32	1.35	0.13	0.10	0.03	0.24	1.00	0.13	1.24	0.17
18	Apertura de válvula de desfogue y CO ₂ en llenadora.	2.00	1.95	1.77	2.10	1.86	2.53	1.92	1.90	2.41	1.76	20.20	2.02	0.25	1.77	2.27	1.00	2.02	1.24	2.51
19	Verificación de presión en la taza de llenadora y apertura de válvula.	1.93	1.95	1.93	2.00	1.81	1.70	2.20	2.00	2.18	2.19	19.91	1.99	0.16	1.83	2.15	1.00	1.99	1.24	2.47
20	Restablecimiento de válvulas de desfogue y CO ₂ .	0.54	0.54	0.52	0.50	0.51	0.58	0.36	0.38	0.50	0.53	4.95	0.50	0.07	0.43	0.56	1.00	0.50	1.24	0.61
21	Llenado de botellas y control de calidad.	0.96	1.07	0.86	1.10	0.86	1.16	1.01	0.68	1.05	0.99	9.73	0.97	0.13	0.84	1.11	1.00	0.97	1.24	1.21
22	Envío de botellas a etiquetadora.	0.50	0.67	0.54	0.61	0.52	0.46	0.66	0.33	0.48	0.58	5.35	0.54	0.10	0.44	0.63	1.00	0.54	1.24	0.66
TIEMPO TOTAL																			31.65	

Tabla 29. Cálculo del tiempo estándar – Etiquetadora

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ	Des	LI	LS	FD	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Energización del sistema.	0.39	0.43	0.47	0.42	0.21	0.30	0.26	0.38	0.31	0.17	3.34	0.33	0.09	0.24	0.43	1.00	0.33	1.22	0.41
2	Apertura de válvula de presión de aire.	0.21	0.15	0.20	0.18	0.25	0.13	0.13	0.16	0.14	0.21	1.77	0.18	0.04	0.14	1.81	1.00	0.18	1.22	0.22
3	Verificación de anomalías en el arranque.	0.99	0.97	1.04	1.13	1.19	1.12	0.78	0.94	0.95	0.84	9.94	0.99	0.12	0.87	10.06	1.00	0.99	1.22	1.21
4	Arranque manual y verificación de funcionamiento.	4.93	4.95	4.87	5.04	4.91	5.07	4.88	5.00	5.08	4.97	49.71	4.97	0.07	4.90	49.79	1.00	4.97	1.22	6.07
5	Revisión y calibración de parámetros.	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	1.98	2.01	1.99	2.00	19.99	2.00	0.01	1.99	19.99	1.00	2.00	1.22	2.44
6	Verificación de temperatura de la goma.	6.08	6.03	6.13	5.94	5.92	5.91	5.78	6.02	5.94	6.13	59.89	5.99	0.10	5.88	59.99	1.00	5.99	1.22	7.31
7	Inspección del sistema de vacío del tambor de etiquetado.	2.14	1.83	2.14	1.76	1.92	2.10	2.07	2.26	1.89	2.04	20.16	2.02	0.15	1.87	20.31	1.00	2.02	1.22	2.46
8	Ajuste y calibración del sensor del tornillo sin fin.	1.81	1.99	1.78	2.23	1.98	2.23	2.18	2.17	2.05	1.79	20.21	2.02	0.17	1.85	20.38	1.00	2.02	1.22	2.47
9	Ajuste y calibración del sensor de la cuchilla.	2.06	1.97	1.98	2.00	1.73	2.01	2.00	2.03	2.15	2.04	19.96	2.00	0.10	1.89	20.06	1.00	2.00	1.22	2.44
10	Verificación y ajuste del sensor de ingreso de botellas.	2.11	1.97	1.91	1.89	1.99	2.11	1.66	1.98	1.97	2.12	19.71	1.97	0.13	1.84	19.84	1.00	1.97	1.22	2.40
11	Verificación y ajuste del sensor de velocidad de ingreso de botellas.	2.06	1.95	2.00	1.80	1.83	1.87	1.96	1.84	2.14	2.09	19.54	1.95	0.11	1.84	19.65	1.00	1.95	1.22	2.38
12	Verificación de alimentación de botellas.	1.16	1.02	0.85	1.04	1.20	0.89	1.04	1.22	1.17	0.83	10.43	1.04	0.14	0.91	10.57	1.00	1.04	1.22	1.27
13	Calibración del etiquetado y verificación de la aplicación de goma.	5.22	4.77	4.81	4.97	4.95	5.56	4.86	4.97	5.00	4.92	50.04	5.00	0.22	4.78	50.26	1.00	5.00	1.22	6.10
14	Envío de botellas etiquetadas a la Termoencogedora.	5.01	4.70	4.81	4.63	5.28	5.11	4.96	4.95	5.52	4.92	49.89	4.99	0.25	4.74	50.15	1.00	4.99	1.22	6.09
TIEMPO TOTAL																			43.26	

Tabla 30. Cálculo del tiempo estándar – Termoencogedora

N	Descripción	Tiempo (minutos)										Total	Σ	Des	LI	LS	FD	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Energización del sistema.	0.32	0.33	0.32	0.34	0.33	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	3.28	0.33	0.00	0.32	0.33	1.00	0.33	1.24	0.41
2	Apertura de válvula de presión de aire.	0.33	0.33	0.35	0.34	0.31	0.35	0.33	0.31	0.33	0.33	3.29	0.33	0.01	0.32	0.31	1.00	0.33	1.24	0.41
3	Verificación de temperatura de la cuchilla de corte.	2.89	3.07	3.07	2.85	3.22	3.09	3.01	3.06	3.04	3.08	30.37	3.04	0.10	2.94	30.47	1.00	3.04	1.24	3.77
4	Verificación de temperatura del túnel de termoencogido.	2.99	3.14	3.00	3.08	2.76	3.09	3.08	2.97	3.08	2.89	30.07	3.01	0.11	2.90	30.17	1.00	3.01	1.24	3.73
5	Ajuste del sensor de altura de botellas.	4.01	3.95	4.26	3.91	4.06	3.86	4.00	3.90	4.26	4.08	40.29	4.03	0.13	3.89	40.42	1.00	4.03	1.24	5.00
6	Ajuste del sensor de paso de botellas.	2.65	3.17	2.90	3.14	3.04	3.14	3.38	3.23	2.98	3.17	30.78	3.08	0.19	2.89	30.97	1.00	3.08	1.24	3.82
7	Ajuste del sensor de atrapamiento de botellas.	2.51	2.70	3.05	3.05	2.90	2.86	3.18	3.07	2.98	2.93	29.23	2.92	0.19	2.74	29.42	1.00	2.92	1.24	3.62
8	Ajuste del sensor de presión de corte.	3.22	2.77	3.01	3.50	2.82	3.11	2.85	3.13	3.42	3.06	30.88	3.09	0.23	2.86	31.11	1.00	3.09	1.24	3.83
9	Calibración de la velocidad del túnel.	0.49	0.41	0.37	0.37	0.63	0.56	0.69	0.50	0.58	0.60	5.21	0.52	0.11	0.42	5.31	1.00	0.52	1.24	0.65
10	Calibración de la velocidad de la máquina.	0.45	0.32	0.46	0.40	0.49	0.44	0.33	0.56	0.69	0.43	4.56	0.46	0.10	0.35	4.66	1.00	0.46	1.24	0.57
TIEMPO TOTAL																			25.79	

4.10 Análisis de cuello de botella

En todo proceso existe una fase que por lo general restringe dicho proceso y opera a una capacidad inferior o distinta al resto de fases u etapas, que por lo general se lo denomina cuello de botella. Por lo cual, es esencial en un proceso la identificación de actividades, tiempos y anomalías para maximizar la eficiencia y eliminar los tiempos improductivos. En el análisis actual, se procederá a evaluar el tiempo estándar de cada fase del proceso productivo: Posicionador, Triblok-Mixer, Etiquetadora y Termoencogedora, con la finalidad de discernir cuál de estas constituye el cuello de botella. Este análisis facilitará la identificación de limitaciones operativas y la formulación de estrategias de optimización con el objetivo de aumentar la productividad global del sistema.

Tabla 31. Resumen del tiempo estándar

Etapa	Proceso	Tiempo (minutos)
Etapa 1:	Posicionador	13.14
Etapa 2:	Triblock Mixer	31.65
Etapa 3:	Etiquetadora	43.26
Etapa 4:	Termoencogedora	25.79

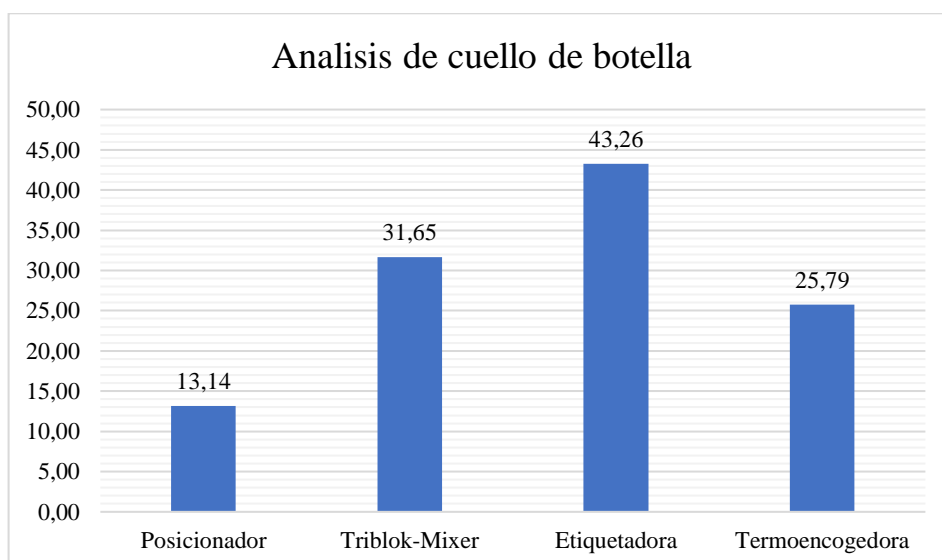


Figura 10. Análisis del cuello de botella

Los tiempos de procesamiento expresados en minutos para cada fase del sistema de producción: Posicionador (13.14 minutos), Triblok-Mixer (31.65 minutos), Etiquetadora (43.26 minutos) y Termoencogido (25.79 minutos). Contrariamente al análisis anterior, en el cual el Triblok-Mixer se identificaba como el cuello de botella, en esta instancia, el tiempo registrado más extenso corresponde a la etiquetadora (43.26 min), lo que la establece como el nuevo factor limitante dentro del procedimiento.

El cuello de botella se caracteriza como la fase en un sistema productivo que exhibe una duración superior o inferior en su capacidad de procesamiento, limitando el ritmo del proceso e incidiendo en la eficiencia global. En este contexto, el desempeño de la etiquetadora es menor al de las demás estaciones, lo cual ocasiona la acumulación de productos al inicio de su proceso, así como genera la subutilización de las fases subsiguientes y produce prolongados períodos de espera en las estaciones precedentes. Por lo cual estos factores crean un desequilibrio en el proceso lo cual pone en riesgo la productividad de la línea mesal y puede ocasionar demoras en la distribución del producto final.

Por otra parte, que la estación de etiquetado sea el cuello de botella en el proceso genera varios problemas en la línea mesal. En primer lugar, se disminuye la capacidad productiva total, dado que el proceso completo se ve afectado por la velocidad de esta fase. Posteriormente, puede provocar la acumulación del inventario en curso, dado que las estaciones anteriores (Posicionador y Triblok-Mixer) producen unidades a un ritmo superior, lo que puede provocar una congestión antes de la estación de la etiquetadora.

Asimismo, un problema posterior es la disminución del ritmo de trabajo de la siguiente estación, que en este caso es la Termoencogedora, ya que al poseer un menor tiempo de procesamiento (25.79 min), podría experimentar periodos extensos de inactividad durante la espera a la salida de productos desde la etiquetadora. Finalmente, esta restricción puede ocasionar un incremento en el tiempo de ciclo, lo cual incide directamente en la eficiencia operativa y en los tiempos de entrega, comprometiendo la capacidad de respuesta de la producción de la empresa frente a la demanda.

4.11 Desarrollo del VSM

El Mapa de la Cadena de Valor (VSM) es un instrumento el cual se utiliza en la administración de procesos, con el objetivo de visualizar, analizar y optimizar el flujo de materiales e información a lo largo de toda una cadena de producción. El propósito principal es el de identificar tanto las actividades que aportan valor como las que generan desechos, lo cual facilita la optimización de la eficiencia operativa. Además, se proporciona una representación exhaustiva del estado actual del proceso, lo cual facilita la detección de cuellos de botella, periodos de espera, actividades sin valor y oportunidades de mejora.

En el presente análisis, se utilizará el VSM para examinar el flujo de trabajo del proceso productivo, desde la fase de posicionamiento hasta la termoencogedora, con la finalidad de identificar ineficiencias y optimizar la productividad. Esta información permitirá la formulación de estrategias que minimicen los desechos, optimicen los tiempos de ciclo y mejoren la sincronización entre las distintas fases. Adicionalmente, el VSM constituirá el fundamento para la aplicación de metodologías de mejora continua, tales como Lean Manufacturing o Kaizen, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencias para potenciar la eficiencia y competitividad del sistema productivo.

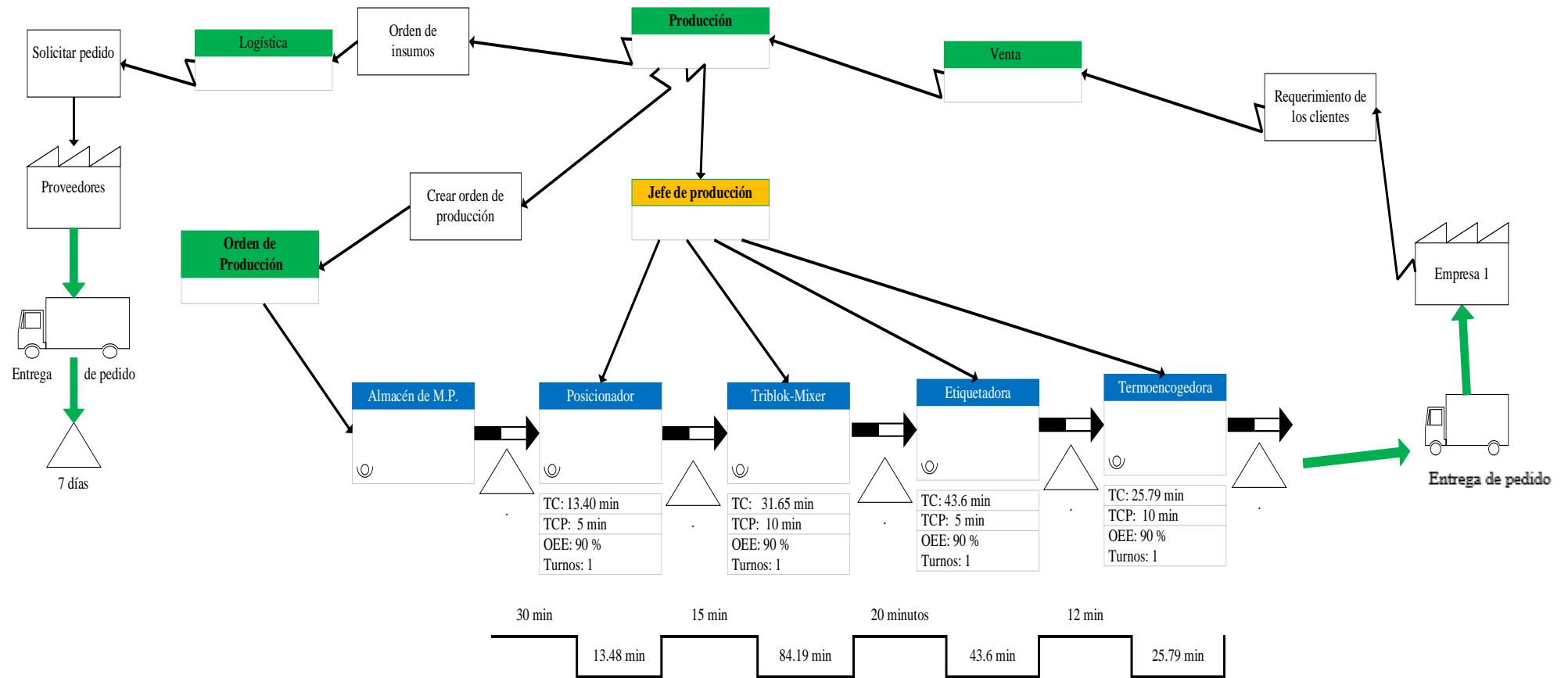


Figura 11. VSM de la Línea Mesal del proceso de producción la empresa “Fuentes San Felipe”

La evaluación del proceso de producción, especialmente en la identificación del cuello de botella en la etiquetadora (Etapa 3), permite sugerir una serie de medidas destinadas a la optimización de los tiempos de ciclo, la reducción de desperdicios y, finalmente, la mejora de la eficiencia global del sistema de producción. Por lo cual, las estrategias de intervención estarán enfocadas en el proceso que ejecuta cada estación en la línea mesal con el propósito de reducir en gran medida el actual cuello de botella.

1. Posicionador (Primera Etapa)

Cabe destacar que el tiempo de funcionamiento de la estación de posicionado de las botellas es uno de los más cortos de la línea mesal, con una duración de 13.14 minutos. Sin embargo, es de suma importancia el optimizar sus operaciones, para evitar la acumulación de la materia prima en la tolva y asegurar un flujo constante hacia la siguiente etapa del proceso. Algunas alternativas son las siguientes:

- a) Automatizar el sistema de vigilancia del voltaje y de la presión, mediante el uso de sensores, HMI y alarmas automáticas para la generación de alertas en tiempo real.
- b) Mejorar el suministro de la tolva con un sistema de alimentación automática
- c) Incrementar la capacidad de almacenamiento de la tolva.
- d) Estandarizar los procedimientos relacionado a la calibración y ajuste de tiempos y velocidades de las máquinas.

2. Triblock-Mixer (Segunda Etapa)

Esta estación presenta un tiempo con una duración de 31.65 minutos, siendo la segunda etapa más crítica de la línea mesal, Por lo cual las alternativas que se proponen para la mejora del proceso en esta etapa son las siguientes:

- a) Automatizar la verificación del nivel de presión y de agua con el uso de sensores

- b) Implementar un sistema de limpieza en el lugar, para agilizar los procesos de lavado y purga
- c) Instalar válvulas con un mayor rango y velocidad de llenado para optimizar el flujo de agua y CO₂.

Con estas alternativas se podrán disminuir los periodos de inactividad y los tiempos improductivos.

3. Etiquetado (Etapa Tercera - Cuello de botella)

La estación de etiquetado es la fase de mayor criticidad para el proceso de la línea mesal, dado que es aquí donde se produce el cuello de botella del proceso de producción, con una duración de 43.26 minutos. Por lo cual las mejorar se centran en acelerar el proceso de etiquetado y eliminar los tiempos de inactividad, así pues, se presentan las alternativas de mejora:

- a) Automatizar el proceso de arranque y calibración de la estación con un sistema de guardado para las configuraciones anteriores.
- b) Optimizar el sistema de adhesión de las etiquetas
- c) Aumentar la capacidad del cilindro de etiquetado
- d) Mantener una correcta sincronización de las estaciones de etiquetado y termoencogido
- e) Regular la velocidad de salida de la etiquetadora.

4. Termorencogido (Etapa 4)

En esta estación el tiempo de operación es menor al de la anterior estación, con una duración de 25.79 min, lo cual es favorable para el proceso. A pesar de esto también se poseen algunas alternativas de mejora para la maximización de dicha etapa para la entrega final del producto:

- a) Automatizar el sistema de calibración de los sensores para las diferentes variables de la maquina

- b) Optimizar el túnel de termoencogido mediante un control de temperatura más eficiente.
- c) Usar películas termoencogibles de mayor calidad, para minimizar el desperdicio de material

4.12 Propuesta de mejora basada en la teoría de restricciones (TOC)

La ejecución de actividades de mejora en un proceso de producción es crucial para aumentar la eficiencia operativa, disminuir el desperdicio y optimizar la capacidad de producción. En este contexto, la Teoría de Restricciones (TOC) es una gran herramienta, ya que se enfoca en reconocer y manejar el elemento limitante que impide lograr el máximo rendimiento del sistema. Por lo cual, a través de la implementación del TOC, se adopta un enfoque holístico, que permite detectar las áreas de mejora en cada fase del proceso, especialmente aquellas que presentan tiempos de ciclo prolongados o que causan cuellos de botella.

En este contexto, se plantea la necesidad de revisar y ajustar las actividades realizadas en cada una de las etapas del proceso, desde el posicionador hasta la termoencogedora, con el objetivo de reducir tiempos improductivos, mejorar la sincronización entre las fases y aumentar la velocidad del proceso sin comprometer la calidad del producto final. A continuación, se detallan las principales estrategias de mejora que podrían implementarse para optimizar el flujo de trabajo y aumentar la eficiencia del sistema en su conjunto.

Tabla 32. Propuesta de mejora

Proceso	#	Descripción	Tiempo (Min)	Agrega Valor	No Agrega Valor	Solución			Actividad	Descripción de mejora	Tiempo propuesto (min)
						Reducir	Eliminar	Mejorar			
Posicionador	1	Activación del sistema	0.22	X				X	Inicio del sistema	Activación del sistema y verificar voltaje	0.59
	2	Verificar voltaje	0.42		X	X					
	3	Apertura de válvula de aire	0.42	X				X	Preparación del aire y presión	Apertura de válvula de aire y verificar presión	0.72
	4	Verificar presión	0.41		X	X					
	5	Confirmar entrega de botellas	1.35		X	X			Verificación inicial	Confirmar entrega de botellas y verificar parámetros 500 ml	1.56
	6	Cargar tolva	1.29	X				X			
	7	Verificar parámetros 500 ml	0.42		X		X		Carga de tolva	Cargar tolva, reabastecer tolva	2.26
	8	Ajustar soplado	3.27	X				X			
	9	Iniciar posicionador	0.22	X				X	Ajuste del proceso	Ajustar soplado y ajustar velocidad	4.29
	10	Ajustar velocidad	1.29	X				X			
	11	Reabastecer tolva	1.27		X	X			Inicio de producción	Iniciar posicionador y transporte a Triblock	2.61
	12	Transporte a Triblock	2.58	X				X			
TIEMPO TOTAL			13.14						TIEMPO TOTAL	12.03	

Triblok-Mixer	1	Activación del sistema.	0.40	X				X	Apertura de válvula de aire	se activa el sistema y la válvula de aire.	0.48
	2	Apertura de válvula de aire.	0.48	X				X	Encendido del chiller y Apertura de válvula de CO ₂	Encender el chiller y la válvula de CO ₂ .	0.96
	3	Traslado al cuarto de máquinas.	0.96		X	X		X	Activación y verificación del sistema de alimentación de agua	Este paso es independiente y crítico para el proceso.	4.56
	4	Activación y verificación del sistema de alimentación de agua.	4.82	X				X	Verificación del nivel de agua en el mixer y presión de CO ₂	purga el sistema, se puede verificar el nivel de agua y la presión de CO ₂ .	3.63
	5	Encendido y purgado del sistema de enjuague.	1.21	X				X	Regulación de presión en carbocooler y agua carbonatada	Ajustar la presión del carbocooler y el agua carbonatada.	0.2
	6	Encendido del chiller.	0.27	X				X	Configuración automática de válvulas de llenado	Lava la llenadora, se configuran automáticamente las válvulas.	0.23
	7	Apertura de válvula de CO ₂ .	0.42	X		X			Tiempo de lavado de la máquina	lavado de la máquina	6.12
	8	Retorno al puesto de trabajo.	0.94		X	X			Cierre de válvula de paso mixer-llenadora	Cierre de válvula de paso	0.22
	9	Verificación del nivel de agua en el mixer.	0.35		X	X			Apertura de válvula de desfogue y CO ₂ en llenadora	Drena el agua residual, se puede abrir la válvula de desfogue y CO ₂	3.56
	10	Verificación de presión de CO ₂ en el mixer y llenadora.	3.63		X			X	Restablecimiento de válvulas de desfogue y CO ₂	Verificar la presión, se restablecen las válvulas de desfogue y CO ₂ .	2.47
	11	Ingreso de agua al mixer hasta la alerta	0.24	X				X			

12	Regulación de presión en carbocooler y agua carbonatada.	0.17	X		X		
13	Lavado inicial de la llenadora.	0.23	X				X
14	Tiempo de lavado de la máquina.	6.12		X			X
15	Cierre de válvula de paso mixer-llenadora.	0.22	X		X		
16	Drenaje del agua residual en la llenadora.	3.56		X			X
17	Configuración automática de válvulas de llenado.	0.17	X				X
18	Apertura de válvula de desfogue y CO ₂ en llenadora.	2.51		X	X		
19	Verificación de presión en la taza de llenadora y apertura de válvula.	2.47	X				X
20	Restablecimiento de válvulas de desfogue y CO ₂ .	0.61	X				X
21	Llenado de botellas y control de calidad.	1.21		X	X		
22	Envío de botellas a etiquetadora.	0.66	X				X
TIEMPO TOTAL		31.65					
TIEMPO TOTAL							22.43

Etiquetadora	1	Energización del sistema.	0.33	X			X	Activación y verificación inicial	Apertura de válvula de presión de aire, Verificación de anomalías en el arranque	0.86
	2	Apertura de válvula de presión de aire.	0.18	X		X		Arranque y calibración del sistema	Arranque manual y verificación de funcionamiento y calibración de parámetros para 500 ml	4.56
	3	Verificación de anomalías en el arranque.	0.99		X		X	Verificación de temperatura de la goma	Revisa la temperatura de la goma antes de continuar	5.97
	4	Arranque manual y verificación de funcionamiento.	4.97	X			X	Inspección del sistema de vacío	el sistema de vacío del tambor de etiquetado	1.98
	5	Revisión y calibración de parámetros para 500 ml.	2.00	X		X		Calibración de sensores de corte	Ajuste y calibración del sensor del tornillo sin fin. calibración del sensor de la cuchilla	1.76
	6	Verificación de temperatura de la goma.	5.99		X		X	Ajuste y sincronización de sensores	Verificación y ajuste del sensor de ingreso de botellas y ajuste del sensor de velocidad de ingreso de botellas	1.86
	7	Inspección del sistema de vacío del tambor de etiquetado.	2.02	X			X	Verificación de alimentación de botellas	Inspecciona el ingreso correcto	1.01
	8	Ajuste y calibración del sensor del tornillo sin fin.	2.02	X		X		Sincronización de alimentación y etiquetado	Verificación de alimentación de botellas y calibración del equipo	4.95
	9	Ajuste y calibración del sensor de la cuchilla.	2.00	X			X	Envío de botellas a la termoencogedora	Trasladan las botellas etiquetadas	4.83
	10	Verificación y ajuste del sensor de ingreso de botellas.	1.97	X			X			
	11	Verificación y ajuste del sensor de velocidad de ingreso de botellas.	1.95		X	X				
	12	Verificación de alimentación de botellas.	1.04		X		X			
	13	Calibración del etiquetado y verificación de la aplicación de goma.	5.00	X		X				
	14	Envío de botellas etiquetadas a la Termoencogedora.	4.99	X			X			
TIEMPO TOTAL			35.46					TIEMPO TOTAL		27.78

Termoencogedora	1	Energización del sistema.	0.33	X					Inicio del sistema	Apertura de válvula de presión de aire	0.56
	2	Apertura de válvula de presión de aire.	0.33	X					Verificación de temperaturas	Verificación de temperatura de la cuchilla de corte, verificación de temperatura	5.59
	3	Verificación de temperatura de la cuchilla de corte.	3.04		X				Ajuste de sensores de botellas	Ajuste del sensor de altura, atrapamiento de botellas	9.56
	4	Verificación de temperatura del túnel de termoencogido.	3.01	X					Calibración de sensores de corte	Ajuste del sensor de presión de corte	3.09
	5	Ajuste del sensor de altura de botellas.	4.03	X					Calibración de velocidad final	Calibración de la velocidad de la máquina	0.45
	6	Ajuste del sensor de paso de botellas.	3.08		X						
	7	Ajuste del sensor de atrapamiento de botellas.	2.92	X							
	8	Ajuste del sensor de presión de corte.	3.09	X							
	9	Calibración de la velocidad del túnel.	0.52	X							
	10	Calibración de la velocidad de la máquina.	0.46	X							
TIEMPO TOTAL			20.80					TIEMPO TOTAL			19.25

El análisis de la mejora realizada en el proceso productivo muestra una optimización significativa del tiempo total de operación, reduciendo la duración total de 101.05 minutos a 76.14 minutos. Lo cual evidencia una mayor eficiencia en la ejecución de actividades y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 33. Resumen de los tiempos obtenidos con el plan de mejora

Etapas	Tiempo actual (min)	Tiempo mejora (min)
Posicionador	13.14	12.03
Triblok-Mixer	31.65	22.43
Etiquetadora	35.46	22.43
Etiquetadora	20.80	19.25
Tiempo Total	101.05	76.14

Cabe destacar que uno de los principales logros fue la eliminación de actividades que no agregaban valor al flujo productivo, en donde se identificaron los tiempos muertos y las verificaciones innecesarias que generaban retrasos, permitiendo su eliminación o integración en otras tareas más críticas.

De igual forma, la sincronización de tareas fue otro aspecto clave en la optimización del proceso. Es así que, se agruparon las actividades complementarias y se reordenaron algunas secuencias de trabajo para minimizar el tiempo de espera entre operaciones.

Adicionalmente a la disminución del tiempo total de operación, se realizaron modificaciones en la configuración de parámetros y la calibración de los equipos, maximizando su rendimiento y garantizando que cada dispositivo opere con mayor exactitud desde el comienzo del proceso. En el caso de la etiquetadora, por ejemplo, la calibración de los sensores y la comprobación de la temperatura del adhesivo fueron estratégicamente reorganizadas para prevenir interrupciones en la línea de producción.

Otro punto relevante fue la mejora en la carga y el traslado de insumos. La reestructuración de tareas en el posicionador facilitó un mejor abastecimiento del recipiente, evitando períodos de inactividad en la alimentación de botellas. También, se optimizó el transporte entre estaciones, reduciendo acumulaciones y asegurando una mejor coordinación con las siguientes etapas del proceso.

En conclusión, la eliminación de tareas innecesarias, la fusión de funciones, la optimización de calibraciones y la mejora en el transporte de insumos han ayudado a agilizar el flujo laboral sin poner en riesgo la calidad del producto final. Esta mejora, en línea con los principios de la

Teoría de Restricciones, ha logrado potenciar el rendimiento del sistema y disminuir la incidencia de cuellos de botella. Con un seguimiento constante de estos cambios y una evaluación continua del proceso, se podrán seguir descubriendo oportunidades para aumentar la productividad y maximizar el rendimiento global de la línea de producción.

4.13 Análisis de la mejora de eficiencia

El análisis de efectividad tiene como propósito el identificar hasta qué punto las actividades mejoradas cumplen con las metas fijadas en relación a tiempo, rendimiento y uso de recursos. Por lo tanto, este aspecto permite comprobar si los métodos adoptados han conseguido mantener o aumentar los tiempos de operación sin afectar la calidad, al mismo tiempo que aseguran un empleo eficaz de los recursos humanos y técnicos.

Por lo cual, la eficiencia se evalúa estudiando la habilidad de cada etapa del proceso para cumplir con los criterios de producción y calidad, reduciendo cuellos de botella, disminuyendo errores frecuentes y eliminando desperdicios innecesarios. Esta evaluación es vital para garantizar que las mejoras introducidas no solo produzcan beneficios temporales, sino que también favorezcan una optimización duradera del sistema productivo. A continuación, se presentan los cálculos realizados:

- Tiempo actual: 101.05 min
- Tiempo mejorado: 76.14 min

$$\text{Mejora de eficiencia} = \frac{\text{Eficiencia actual} - \text{eficiencia mejorada}}{\text{Eficiencia actual}} * 100\%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \frac{101.05 \text{ min} - 76.14 \text{ min}}{101.05 \text{ min}} * 100\%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = 24.65\%$$

El resultado muestra una mejora significativa en la eficiencia del proceso productivo, ya que la reducción del tiempo total de operación paso de 101.05 minutos a 76.14 minutos, lo cual representa una mejora del 24.65% en los tiempos de producción. Esta mejora indica que las estrategias implementadas han permitido agilizar las operaciones, eliminando tiempos improductivos y optimizando el uso de recursos.

Por consiguiente, la disminución del tiempo de ciclo sin comprometer la calidad indica una mejora en la coordinación de las tareas, la eliminación de duplicaciones y una gestión más eficiente de los procesos esenciales. Además, este aumento en la eficacia no solo significa un ahorro temporal, sino que también puede resultar en una capacidad de producción ampliada, reducción de gastos operativos y una mejor utilización de maquinaria y mano de obra.

Desde un enfoque estratégico, este avance tiene un efecto positivo en la producción general, elevando la competitividad del sistema de producción. Sin embargo, es recomendable seguir monitoreando el desempeño de los procesos para identificar nuevas oportunidades de optimización y garantizar que los beneficios obtenidos se mantengan a largo plazo.

4.14 Cálculo de la capacidad de producción mejorada

Cabe destacar que actualmente la empresa “Fuentes San Felipe” actualmente produce un total de 45000 a 50000 unidades al día en una jornada de 8 horas, es decir de 480 min. Con base al estudio de tiempos realizado se puede determinar el cual era el tiempo estándar actual de la línea mesal, siendo un total de 101.05 minutos.

Posterior a esto, en base a la mejora propuesta la línea mesal podría alcanzar un tiempo de trabajo estándar de 76.14 minutos, para lo cual se va a determinar cuál sería la capacidad de producción mejorada en base al tiempo mejorado calculado en jornada de 480 min.

$$Tasa\ de\ producción\ actual = \frac{45\ 000\ unidades}{480\ min}$$

$$Tasa\ de\ producción\ actual = 93.75 \frac{unidades}{min}$$

En base a la actual tasa de producción se muestra que la línea mesal produce alrededor de 93.75 unidades por minuto, por lo cual la nueva tasa de producción para el tiempo estándar mejorado de 76.14 minutos es la siguiente:

$$\text{Nueva tasa de producción} = 93.75 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} \times \frac{101.05 \text{ min}}{76.14 \text{ min}}$$

$$\text{Nueva tasa de producción} = 124.44 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

El resultado muestra que la tasa de producción mejorada es de 124.44 unidades por minuto, que la línea mesal podría producir, por lo tanto, la capacidad de producción mejorada para una jornada de 480 min es la siguiente:

$$\text{Capacidad de producción mejorada} = 124.44 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} \times 480 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad de producción mejorada} = 59,731 \text{ unidades}$$

Por lo tanto, con un tiempo optimizado de 76.14 minutos, la capacidad de producción aumentada alcanza aproximadamente 59,731 unidades en una jornada laboral de 480 minutos, lo que supone una mejora considerable en la productividad.

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

- El desarrollo del presente proyecto ha permitido ejecutar el análisis del proceso productivo de la línea mesal de la empresa "Fuentes San Felipe", mediante el desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos, con el cual se ha podido identificar diversas restricciones y limitaciones, ocasionados por la estación de etiquetado, la cual se identificó como el cuello de botella que restringía la eficiencia operativa del proceso, limitando una mayor generación de productos durante la jornada.
- Asimismo, los resultados derivados del estudio de tiempos permitieron realizar la aplicación de la teoría de restricciones TOC, con la cual se planteó una propuesta de mejora enfocada en la línea mesal, demostrando que los cuellos de botella y las limitaciones que presentaba el actual proceso, podían ser abordados mediante un enfoque estructurado. Asimismo, la aplicación del TOC demostró que se podía realizar una reducción del tiempo, si se considera la reasignación de recursos a las áreas que posean una mayor demanda o a su vez si se realizaba un rediseño de las tareas para maximizar el flujo continuo.
- Por otra parte, la propuesta de nuevas estrategias de optimización con respecto al proceso actual, permitía reducir significativamente el tiempo total de operación, cambiando de 101.05 minutos de operación a 76.14 minutos de operación en la línea mesal. Por lo tanto, se obtenía un 24.65% de eficiencia en el proceso mejorado, con respecto al proceso actual. Lo cual permitirá agilizar el flujo de trabajo y la optimización del uso de los recursos disponibles para el proceso sin comprometer la calidad del producto final.
- Por lo tanto, se ha determinado que la sincronización de actividades y la eliminación de tareas innecesarias son factores determinantes en la optimización del proceso. Asimismo, la reorganización de secuencias de trabajo y la calibración precisa de los equipos contribuyen en gran medida a disminuir los tiempos muertos y mejorar la continuidad de la producción. Mientras que, realizar el ajuste en la carga y el transporte de materiales permite reducir acumulaciones y garantizar un flujo constante en la línea de producción.

5.2 Recomendaciones

- Cabe destacar que, a partir del desarrollo del presente proyecto, es fundamental continuar con la optimización de la eficiencia operativa, con la puesta en marcha de un plan de monitoreo y mejora continua, así como la implementación de sistemas de control en tiempo real, lo cual permitirá la fácil detección de posibles alteraciones en el rendimiento de cada estación de la línea mesal del proceso, permitiendo ejecutar los debidos ajustes para mantener la estabilidad del flujo de producción.
- De igual manera para conseguir una reducción significativa de los cuellos de botella, se recomienda realizar la implementación de mejoras en los procesos más críticos, así como realizar la optimización de la logística del transporte y la automatización parcial de las tareas que lo requieran.
- Además, se recomienda evaluar la posibilidad de implementar una línea extra de etiquetado debido a que esta fase era la principal restricción del sistema. En donde la adquisición de maquinarias más actualizadas y de mayor potencia permitiría reducir los tiempos muertos en la operación y maximizar en gran medida la producción en masa.
- Se recomienda realizar una capacitación para el personal, la cual se enfoque en identificar aquellas actividades que no generan valor a la línea de producción y en técnicas de mejora continua para contrarrestar los tiempos de inactividad mediante estrategias innovadoras.
- Se recomienda principalmente la implementación de tecnologías de mejora continua como Lean Manufacturing, Kaizen y Six Sigma, con el objetivo de potenciar al máximo el proceso de producción para fortalecer la competitividad de la empresa y generar mejores beneficios económicos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Gonzáles, «Política Agraria Común y la de cohesión frente a la Estrategia Europa 2020,» *Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante*, vol. 44, n° 173, pp. 105-132, 2020.
- [2] C. Jurado, «Optimización de Operaciones y Recursos de Producción en la Línea De Retail de la Planta de manufactura,» 2024.
- [3] A. Vallejo, «Estudio de factibilidad de creación de la empresa purificadora de agua,» 2021.
- [4] J. Soledispa y K. Travez, «Optimización de la productividad en la línea Pet mesal en la empresa Fuentes Sn Felipe,» 2023.
- [5] C. Chamba y V. Toapanta, «Estudio de sistemas comunitarios de agua potable existentes en Pesillo Imbabura,» 2018.
- [6] A. Alarcón, «Propuesta de mejora de productividad en la línea de envasado de la empresa embotelladora Latacunga,» 2018.
- [7] W. Orrala, «Análisis y diseño de la propuesta para otimizar la producción de la planta procesadora de alimentos,» 2019.
- [8] K. Acuña y C. Guarníz, «Estudio de tiempos y movimientos para aumentar la productividad en Trujillo,» 2021.
- [9] G. Rolando, «Optimización de recursos para la mejora de los procesos productivos de la empresa metalmecánica,» 2020.
- [10] J. Loaiza, «Proyecto de factibilidad para creacion dela microempresa embotelladora y comercializadora,» 2021.
- [11] A. Escalante, «Optimización de procesos productivos por medio de estudios de tiempos uy movimientos de una fábrica de tejidos,» 2019.
- [12] H. Santillan y J. Beltrán, «Estudio para la optimización de la gestión de producción,» 2019.
- [13] L. Sorja, «Fuentes de abastecimiento hídricas alternativas para la irrigación agrícola,» 2021.
- [14] R. Nuñez, «Planificación de producción y requerimientos de materiales en la empresa CM original,» 2022.

- [15] A. Ochoa y D. Diez, «Análisis del concepto de participación en estudiantes de secundarias públicas,» *Sinéctica*, vol. 54, n° 10, p. 20, 2020.
- [16] J. Jablonsky, «Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche,» *Información tecnológica*, vol. 28, n° 4, p. 22, 2019.
- [17] R. Espín y B. Toalombo, «Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica,» *Revista Digital Novasinergia*, vol. 5, n° 2, p. 27, 2022.
- [18] E. Mejía y N. Fonseca, «Optimización del proceso productivo en la línea de producción automática de paneles de resortes de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A,» 2022.
- [19] J. Ramón y M. Ortiz, «Determinación de las principales fuentes de agua que generan escorrentía en zonas de páramo y su contribución, usando trazadores ambientales,» 2018.
- [20] C. Pesántez y S. Muñoz, «Plan de negocio para la producción y comercialización de agua carbonatada en la ciudad de Quito,» 2023.
- [21] R. Gavilanes y B. Huacón, «Optimización de recursos para la mejora de los procesos productivos de la empresa metalmecánica,» 2020.
- [22] A. Fernández, «Miradas positivas y negativas de personas universitarias,» *Revista Educación*, vol. 46, n° 1, p. 18, 2022.
- [23] H. Cedeño y M. Retamales, «Evaluación de la aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en un proceso de elaboración de productos plásticos bajo pedido,» 2019.
- [24] Y. Núñez, «Modelo teoría de restricciones (TOC) para el manejo de inventarios de la empresa FADICOM,» 2021.
- [25] X. Carrión, «Análisis de la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) en la industria como un sistema de mejoramiento continuo: caso de estudio Sismode Cía. Ltda.,» 2020.
- [26] B. López, «Mapeo de la Cadena de Valor” (VSM) como Estrategia de Reducción de costos,» 2018.
- [27] SafetyCulture, «¿Qué es la teoría de las restricciones?,» 2024.

- [28] B. Salazar, «Ingeniería industrial online,» 25 06 2019. [En línea]. Available: <https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 23 01 2025].
- [29] Gravatar, «Teoría de las Restricciones (TOC),» 2024.
- [30] CRE, «Constitucion de la Republica del Ecuador 2008,» 2008.
- [31] O. Asaquibay y E. Orellana, «Propuesta de optimización de mejora en la distribución de la planta para el taller metal mecánico,» 2021.
- [32] A. Sánchez, «Optimización de una planta de fabricación industrial con ayuda de los gemelos digitales,» 2023.
- [33] C. Estrellés, «Proyecto de mejora de productividad de la línea de producción en la empresa sector químico,» 2020.
- [34] D. Acuña, «Implementación del sistema MRP y gestión logística de la empresa Julio Crespo Perú,» 2019.
- [35] P. Fominaya, «Elementos del MRP críticos para competir,» 2022.
- [36] A. Rodero, «La planificación económica en Andalucía,» *Revista de Estudios Regionales*, vol. 2, nº 75, pp. 41-68, 2019.
- [37] B. Verger, «La estrategia educativa 2020 o las limitaciones del banco mundial,» *Educação & Sociedade*, vol. 32, nº 117, pp. 911-932, 2021.
- [38] M. Yanchaliquin, «Universidad Técnica de Ambato,» 2022.
- [39] San Felipe, «Historia,» 2025.
- [40] A. Guarniz, «Estudio de tiempos y movimientos para aumentar la productividad en el área de producción de la distribuidora Vania S.R.L, Trujillo 2020».

ANEXOS

Anexo A. Plan de producción diciembre 2024

SKU	CATEGOR IA	PROYECCI ON V	PEND ENTREG A	VOL	Vel Nom	%. Ef	EP REAL
SF AGUA C/GAS VID 300ML 24U	A	54753	30153	24600	4800	62%	100%
SF AGUA S/GAS VID 300ML 24U	A	36287	21287	15000	4800	60%	100%
SF AGUA C/GAS VNR VID 300ML 1U	A	514	514	0	4800	50%	100%
SF AGUA S/GAS VID 1000ML 12U	A	1605	-13395	15000	3000	73%	100%
SF AGUA C/GAS VID 1000ML 12U	A	60344	45344	15000	3000	74%	100%
SF AGUA C/GAS PET 500ML 12UN	A	71952	11984	59968	12000	68%	85%
AGUA OMIZU PET 500 C/G	B	144264	84972	59292	12000	70%	85%
SF AGUA C/GAS 500 SIX PACK 6UN	A	8622	-3366	11988	6000	64%	64%
SX AGUA C/GAS PET 500ML 12UNI	B	15177	-4823	20000	12000	62%	85%
AK AGUA C/GAS PET 500ML 12UNI	B	5639	-4361	10000	12000	56%	85%
LA ORIGINAL AGUA C/GAS PET 500 12 UNI	B	17630	-2370	20000	12000	56%	85%
SF AGUA C/GAS PET 300ML 12UN	A	67205	57205	10000	12000	70%	100%
SF AGUA C/GAS PET 3000ML 6UN	A	20846	8846	12000	2502	80%	82%
AGUA OMIZU PET 1500 C/G	B	134429	9429	12500 0	6000	63%	68%
ORIGINAL AGUA C/GAS PET 1500ML 6UNI	B	10937	4859	6078	6000	60%	68%
ORIGINAL AGUA C/GAS PET 3000ML 6UNI	B	10080	-1920	12000	2502	75%	82%
AK AGUA C/GAS PET 1500ML 6UNI	B	3103	-2897	6000	6000	55%	70%
FRUMM PET PERA 1500 ML C/G	B	3534	-431	3965	6000	53%	70%
FRUMM PET FRUTOS ROJOS 1500 ML C/G	B	6623	1535	5088	6000	55%	70%
FRUMM PET MANZANA 1500 ML C/G	B	6493	-1253	7746	6000	48%	70%
FRUMM PET LIMALIMON 1500 ML C/G	B	4927	937	3990	6000	54%	54%
FRUMM PET PERA 300 ML C/G	B	37159	-17157	54316	12000	75%	
FRUMM PET MANZANA 300 ML C/G	B	52663	-11253	63916	12000	75%	

FRUMM PET FRUTOS ROJOS 300 ML C/G	B	69441	6293	63148	12000	70%	97%
FRUMM PET LIMA LIMON 300 ML C/G	B	48160	-5744	53904	12000	70%	97%
WAYCANA LGHT MARACUMANGO PET 400 ML	C	11870	-9322	21192	7000	53%	
PET LIMONADA 500 ML	B	15638	5638	10000	12000	50%	
PET NARANJADA 500 ML	B	13227	3227	10000	12000	50%	
SF AGUA C/GAS CON SABOR A TORONJA PET 500ML 12UN	A	10918	-1082	12000	12000	55%	
SF AGUA C/GAS CON SABOR A TORONJA PET 500ML SIX PACK 6UN	A	3000		12000	12000	55%	
SF AGUA C/GAS CON SABOR A TORONJA PET 1500ML 6UN	A	2994	-6	3000	6000	65%	70%
BOTELLON	A	27837	22952	4885	135	91%	
Capacitaciones						63%	82%
Limpieza de línea							
Cambio de formato							
ALMUERZO/CENA							
CORTE DE LUZ							
No. TURNOS			0				
HORAS POR TURNO			0				
TOTAL HORAS PROD		1304767	532687	77607	6	405347	37
			59%				27
			59,48%				

Anexo B. Proveedores

Los proveedores consideran la materia prima entre gas carbónico, plásticos (envases), saborizantes, etiquetas, químicos industriales:

La empresa se dedica a la producción de agua mineral, con gas, sin gas y agua saborizada, sin embargo, se tienen diferentes sabores y diseños, tal como se observa en la tabla:

Tabla 34. Proveedores
Proveedores

Logotipo	Empresa	Materia prima	Ciudad
	Codana S.A	<ul style="list-style-type: none"> Anhídrido carbónico. Gas carbónico (CO2) para la carbonatación del agua. 	Milagro
	Plásticos ecuatorianos S.A	<ul style="list-style-type: none"> PET plásticos reciclable. Botellas PeT capacidades: 300 ml, 500 ml, 1500 ml, 3000 ml 	Guayaquil
	Etiexpress S.A	<ul style="list-style-type: none"> Papel y material sintético para etiquetas 	Quito
	Quimpac S.A	<ul style="list-style-type: none"> Conservantes naturales Ácido cítrico 	Quito
	APD S.A	<ul style="list-style-type: none"> Saborizantes concentrados 	Quito

Anexo C. Clientes principales

Se consideraron las principales cadenas de distribución y consumidores dentro del mercado nacional considerando la ciudad de Latacunga, con una variedad de los sectores que incluyen el consumo masivo como empresarial. Entre ellos se tienen:

Tabla 35. Clientes
Clientes

Logotipo	Empresa	Materia prima
	Supermercados El rosario	<ul style="list-style-type: none"> • Agua mineral, agua con gas • Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml). • Agua sin gas • Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).
	Macor	<ul style="list-style-type: none"> • Agua mineral, agua con gas • Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml). • Agua sin gas • Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).
	Supermaxi	<ul style="list-style-type: none"> • Agua mineral, agua con gas • Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml). • Agua sin gas • Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).
	Tía	<ul style="list-style-type: none"> • Agua mineral, agua con gas • Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml). • Agua sin gas • Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).
	Supermercaos Akí	<ul style="list-style-type: none"> • Agua mineral, agua con gas • Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml). • Agua sin gas • Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).
	Tutimarker	<ul style="list-style-type: none"> • Agua mineral, agua con gas • Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml). • Agua sin gas • Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).



Hotel Boutique Oasis

- Agua mineral, agua con gas
- Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml).
- Agua sin gas



Farmacia Salud y Vida

- Agua mineral, agua con gas
- Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml).
- Agua sin gas



Mercados el ahorro

- Agua mineral, agua con gas
- Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml).
- Agua sin gas



Farmacias cruz azul

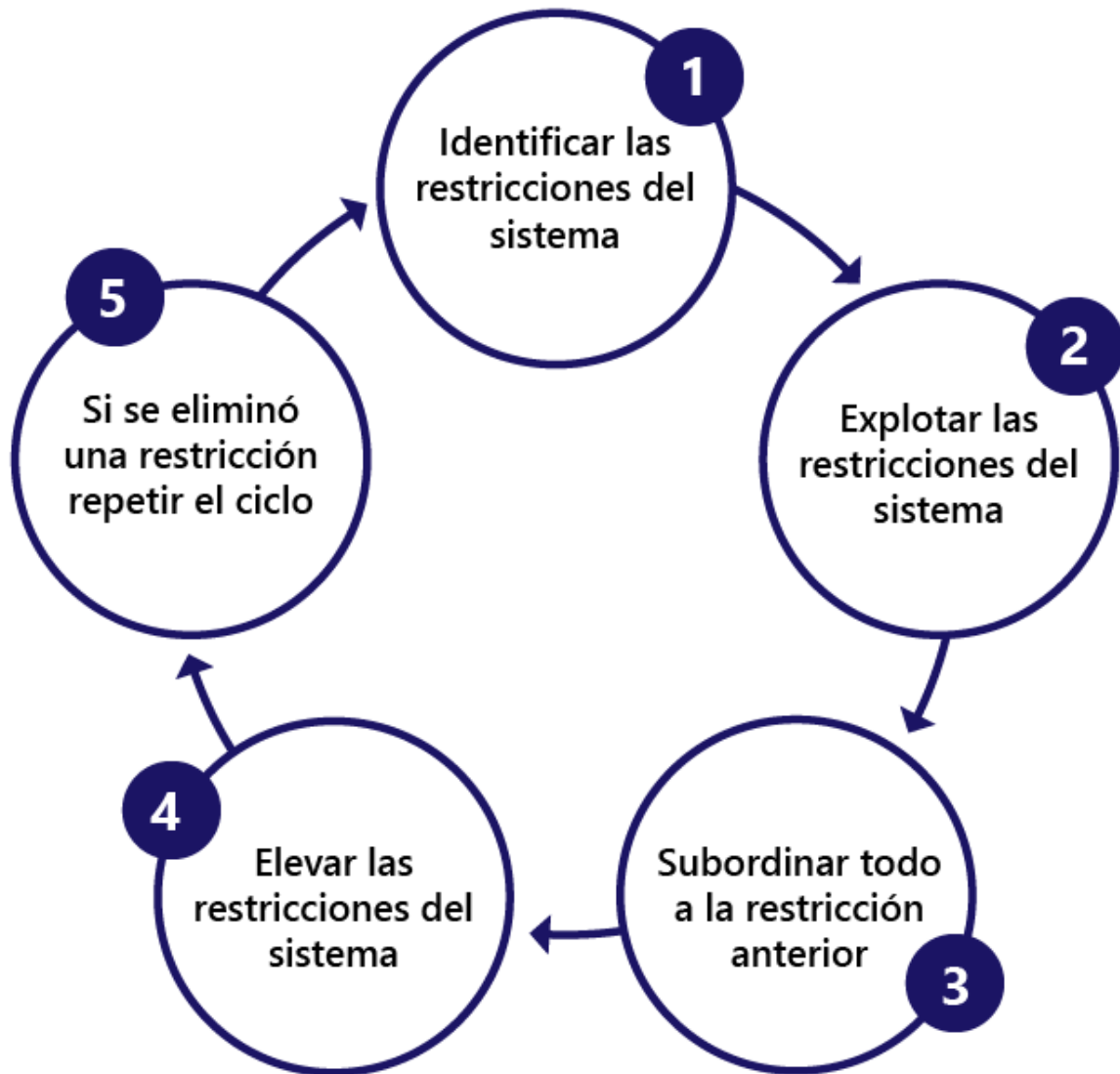
- Agua mineral, agua con gas
- Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml).
- Agua sin gas



Farmacias sanas sana

- Agua mineral, agua con gas
- Agua saborizada (500ml, 1500ml, 3000ml).
- Agua sin gas

- Agua saborizada (frutos rojos y maracuyá).
-

Anexo D. Pasos teoría de restricciones TOC

Nota. La información fue tomada de [29]