



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión Industrial

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA *KAIZEN* EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Ing. Marlon Alberto Santizo Hernández

Asesorado por el M.A. Ing. Arnaldo Alvarado Cifuentes

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA *KAIZEN* EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. MARLON ALBERTO SANTIZO HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL M.A. ING. ARNALDO ALVARADO CIFUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL DE DEFENSA

DECANA	M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	M.A. Inga. Ericka Nathalie Lopez Torres
EXAMINADOR	M.A. Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIO	M.A. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA *KAIZEN* EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADO EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Estudios de Postgrado de la facultad de Ingeniería, con fecha noviembre de 2020.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above the name of the author.

Ing. Marlon Alberto Santizo Hernández

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.141.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA KAIZEN EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Ing. Marlon Alberto Santizo Hernández**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Arámbela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2023

LNG.EEP.OI.141.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA KAIZEN EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”

presentado por **Ing. Marlon Alberto Santizo Hernández** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala 20 de abril 2022.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** titulado:
“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA KAIZEN EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA” del estudiante **Marlon Alberto Santizo Hernández** quien se identifica con número de carné **202090866** del programa de **Maestría en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MA. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador
Maestría en Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 29 de octubre de 2021.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

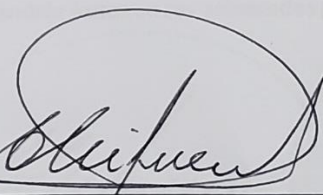
Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **"MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA KAIZEN EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA"** de la estudiante **Marlon Alberto Santizo Hernández** del programa de Maestría en **Gestión Industrial**, identificada con número de carné: **202090866**.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Arnaldo Alvarado Cifuentes
INGENIERO INDUSTRIAL
COL. 6807



MSc. Ing. Arnaldo Alvarado Cifuentes

Colegiado No. 6807

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, fortaleza y la bendición de tener la capacidad de alcanzar esta meta.
Mis padres	Irma Hernández y Marco Santizo, por su amor incondicional, motivación y quienes serán siempre mi inspiración para alcanzar mis objetivos.
Mi Hermana	Irma Fabiola Santizo, honrando su memoria y por sus bendiciones desde el cielo (q.e.p.d.).
Mis Hermanos	Marco y Luis Renato Santizo. Por su apoyo moral, motivación y cariño.
Mis Sobrinos	Kenny, Kevin, Kenneth, Marvin, Fabiola y Dylan Santizo, por inspirarme y demostrar que se pueden alcanzar las metas.
Mi cuñada	Ivanna de Santizo, por su apoyo y cariño.
Mis amigos	Iveth Esquivel, Kevin Marroquin y Jorge López, por el cariño, apoyo y amistad durante la Maestría.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en el conocimiento adquirido en mi carrera profesional.
Facultad de Ingeniería	Por la organización del programa de Maestría de Gestión Industrial.
Mis amigos de la Maestría en Gestión Industrial	Estuardo Castañeda, Elmer Vásquez, Luis Días y Byron Irriarte, por el todo el apoyo y amistad en la maestría de Gestión Industrial.
Mi asesor	M.A. Ing. Arnaldo Cifuentes, Por compartir sus conocimientos profesionales, en la asesoría y apoyo en la elaboración de la presente tesis.
Mis Catedráticos de Maestría	Dra. Aura Rodriguez, por su profesionalismo y dedicación al compartir sus conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XIX
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Productividad.....	5
2.2. <i>KAIZEN</i>	6
2.2.1. Cómo es el funcionamiento del método <i>Kaizen</i>	7
2.2.2. ¿Por qué es eficiente?	7
2.2.3. Ventajas del método <i>Kaizen</i>	9
2.2.4. Herramientas de Gestión de la Calidad englobadas a <i>Kaizen</i>	10
2.2.4.1. Las cinco S del método	10
2.2.4.2. El Diagrama de Ishikawa	12
2.2.4.3. Círculos de calidad	16
2.2.4.4. Diagrama de flujo de proceso	19
2.2.4.5. F.O.D.A.....	20
2.2.4.6. Diagrama de Pareto.....	25

2.2.4.7.	Histograma	27
2.2.4.8.	Gráficos de control	29
2.2.4.8.1.	Gráfico de control de variable.....	31
2.2.4.8.2.	Control por atributos.....	33
2.2.4.9.	Diagrama de hombre máquina	36
2.3.	Planta de cerveza	37
2.3.1.	Área de cocimiento.....	37
2.3.2.	Área de fermentación	37
2.4.	Área de envasado	38
2.4.1.	Embotelladora	38
2.4.1.1.	Tipo de llenadora Isobaro métricas	39
2.4.1.2.	Lavadora de envase.....	39
2.4.1.3.	Taponadora	39
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	41
3.1.	Objetivo 1. Diagnosticar la línea de producción, en el proceso de llenado de botella.	41
3.1.1.	Observación directa.....	41
3.1.2.	Entrevista	43
3.1.3.	Aplicación de carta de control np.....	45
3.1.4.	Diagnóstico de F.O.D.A.	50
3.2.	Objetivo 2. Analizar los problemas críticos en el proceso de llenado de botella	52
3.2.1.	Diagrama de Ishikawa	52
3.2.1.1.	Los equipos	53
3.2.1.2.	Los métodos y procedimientos.....	54
3.2.1.3.	Trabajadores	55
3.2.1.4.	Materiales.....	55

3.2.1.5.	Diseño de la herramienta.....	56
3.2.2.	Gráfico de Pareto.....	60
3.3.	Objetivo 3. Determinar los beneficios de la aplicación de la herramienta <i>Kaizen</i> en el proceso de llenado de botellas	62
3.4.	Objetivo general. Proponer el mejoramiento de la productividad, en el área de envasado, utilizando la herramienta <i>Kaizen</i> en una planta de cerveza ubicada en la ciudad de Guatemala.....	65
3.4.1.	Implementar carta de control np en la línea de producción	66
3.4.2.	Aplicación de diagrama de Pareto	66
3.4.3.	Hoja de registro para utilización en Pareto	67
3.4.4.	Hoja de <i>Kaizen</i>	67
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
4.1.	Internos.....	72
4.2.	Externos	72
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES.....	77
	REFERENCIAS	79
	APÉNDICES	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de Ishikawa o espina de pescado.....	13
2.	Simbología para diagramas de flujo	20
3.	Ejemplo de gráfico de Pareto	26
4.	Ejemplo devolución por falta de calidad	27
5.	Diagrama de correlación	29
6.	Partes de gráfico de control.....	31
7.	Gráfica de control np de muestra 6,480 botellas	49
8.	F.O.D.A. Proceso de envasado.....	50
9.	<i>Ishikawa</i> del proceso de llenado de cerveza en botella	53
10.	Gráfico de Pareto de paradas no programadas	61
11.	Gráfico de control controlado	64
12.	El antes del proceso de envasado en botella	70
13.	El después del proceso de envasado en botella	71

TABLAS

I.	Operativización de variables	XX
II.	Observación de datos para muestra de 6,480 botellas	47
III.	Paradas programadas.....	57
IV.	Paradas no programadas.....	57
V.	Frecuencia de paradas no programadas.....	60
VI.	Comparación proceso de envasado.....	70

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$/$	División
$^{\circ}$	Grado
$=$	Igualdad
μ	Mu
$\%$	Porcentaje
$-$	Resta
$+$	Sumatoria
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

Batch	Es un conjunto de registros que garantizan la integridad de los datos y la trazabilidad en los procesos productivos. Este registro histórico Batch debe estar disponible, debe ser trazable y seguro.
Calidad	Se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas seguir un parámetro, un cumplimiento de requisitos de calidad es un concepto subjetivo.
Control de lote	Permite segmentar de manera uniforme la materia prima de una forma más regulada, ya sea producto terminado, incluyendo los coproductos o subproductos.
Control de procesos	Pruebas, ensayos y mediciones efectuadas durante la elaboración de un producto, incluyendo su acondicionamiento destinado para asegurar que el producto resultante cumple con las especificaciones.
Eficacia	Capacidad para producir el efecto deseado o de ir bien para determinada cosa.
Eficiencia	Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

F.O.D.A.

Son un acrónimo de las palabras de fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas, para identificar una matriz de análisis que permite diagnosticar la situación estratégica en que se encuentra una empresa, organización, persona o un proceso a fin de desarrollar con éxito un determinado proyecto.

Gestión de calidad

Es una herramienta que le permite a cualquier organización planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para el desarrollo de la misión, a través de la presentación de servicios con altos estándares de calidad, los cuales son medidos a través de los indicadores de satisfacción.

Kaizen

Mejora continua o mejoramiento continuo.

Pasteurización

Es un procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente un líquido a una temperatura aproximada de 80 °C, durante un periodo de tiempo enfriándolo después de una manera rápida con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

Tiempo Muerto

Se denomina tiempo muerto a aquél durante el cual el obrero no hace ninguna tarea, no por pereza, sino porque no tiene los elementos necesarios para llevarla a cabo.

TPM

Mantenimiento productivo total, es una estrategia de mantenimiento industrial, el objetivo de este tipo de mantenimiento es no detener nunca la producción, producir sin defectos, eliminar el *downtime* imprevisto, todo ello sin accidente de trabajo.

RESUMEN

En el estudio de la investigación se describe el proceso para el mejoramiento de la productividad utilizando la herramienta de *Kaizen* en el área de envasado de una planta de cerveza, con los resultados alcanzados del análisis realizado en la investigación.

Proponer el mejoramiento de la productividad, en el área de envasado, utilizando la herramienta *Kaizen* en una planta de cerveza ubicada en la ciudad de Guatemala.

El problema que se identificó en la línea de envasado fue la determinación de paros no programados durante el proceso de llenado, causado por fallos mecánicos y eléctricos de las válvulas llenadoras de cerveza, teniendo cantidades de botellas con nivel de cerveza defectuosas.

La metodología tiene un enfoque mixto, el diseño es no experimental porque las variables no sufrieron ninguna modificación y manipulación en laboratorio, un tipo de estudio es descriptivo ya que se realizó una recolección de datos que describen las actividades y procesos, es de forma transversal por el estudio realizado en un determinado tiempo. El alcance metodológico es descriptivo, ya que es una investigación de propuesta.

El principal resultado obtenido es comprobación de lo valiosas que son las herramientas de gestión de la calidad englobando el *Kaizen* en los procesos con el objetivo de buscar la mejora continua, con ellos se pudo diagnosticar y conocer cómo se encuentra el proceso de producción de la línea de envasado, donde la

calidad se ha convertido en los últimos años muy importante para los consumidores a la hora de elegir un producto.

En la conclusión principal se realizó una propuesta en base a las necesidades encontradas en la investigación que se adaptan al proceso productivo de la empresa, utilizando las herramientas de cartas de control para determinar la variabilidad de cómo se encuentre cada lote de producción, la aplicación de un diagrama de Pareto para contabilizar la frecuencia de los problemas apoyándose con una hoja de registro para tener un mejor control de las fallas de las válvulas y así generar información estadística para dar seguimiento a los problemas a resolver utilizando una hoja de *Kaizen* ya que se pueden tener registros de los problemas para la aplicación de cinco ¿Por qué?, que consiste en realizar los pasos de planeación, hacer, estandarización y verificación.

Se recomienda aplicar lo propuesto mencionado en la conclusión, hacer necesario la implementación de la propuesta de la herramienta de *Kaizen* para mejorar la productividad y tener un mejor control de los problemas que surjan en la línea de producción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ineficiencia en el proceso de llenado de botellas en el área de envasado, en una planta de cerveza.

- Descripción del problema

En una planta de cerveza de la ciudad capital de Guatemala, una de las principales áreas, como lo es la de envasado, se tienen retrasos en el tiempo y mermas al momento de envasar el producto en las botellas, siendo estos: ineficiencia de la capacidad instalada y posible descuido de operación, provocando paros continuos en los equipos durante proceso de producción, ninguna persona tiene registro de los problemas.

El envase que traslada bodega a la planta de envasado, es nuevo, pero llega sucio de polvo, los operarios deben lavar el envase antes de usarlo y la cantidad de envase dependerá del producto que se necesite envasar.

No se cuenta con la máquina para el proceso de pasteurización en el área de envasado, por lo que el supervisor tiene que coordinar con bodega para que traslade el producto a otra área de envasado dentro de la misma empresa, quien es la que realiza el proceso de pasteurización, finalizada la pasteurización, el supervisor vuelve a coordinar con bodega para que se encarguen de recoger el producto y lo lleven de regreso a la planta donde se fue envasado, para que se pueda iniciar con el proceso de etiquetar; ya etiquetado el producto, el supervisor nuevamente vuelve a coordinar con bodega para que lleven dicho producto al área de trasiego, que es el área encarga del empaque final.

- Delimitación del problema

El estudio se realiza en el área de envasado de una empresa que se dedica a la elaboración de cerveza. El proyecto tendrá una duración de 18 meses, comprendido de junio 2020 a noviembre del 2021.

Por políticas y normas de la empresa, motivo de este estudio, no se puede hacer mención ni utilizar el nombre de la misma para este proyecto.

- Pregunta central

¿Cómo una herramienta *Kaizen* puede mejorar la productividad del área de envasado de la planta de cerveza?

- Preguntas auxiliares

- ¿Como se encuentra la línea de producción de la cerveza?
- ¿Qué problemas se presentan el llenado de botella?
- ¿Qué beneficios se obtendrán al aplicar la herramienta *Kaizen* en la productividad del área de envasado?

OBJETIVOS

General

Proponer el mejoramiento de la productividad, en el área de envasado, utilizando la herramienta *Kaizen* en una planta de cerveza ubicada en la ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Diagnosticar la línea de producción, en el proceso de llenado de botella.
2. Analizar los problemas críticos en el proceso de llenado de botella.
3. Determinar los beneficios de la aplicación de la herramienta *Kaizen* en el proceso de llenado de botellas.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Para el presente trabajo la metodología tiene un enfoque mixto aplicada a variables cuantitativas y cualitativas, el diseño es no experimental porque las variables no sufrieron ninguna modificación y manipulación en laboratorio, ya que se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural.

El tipo de estudio es descriptivo ya que se realizó una recolección de datos que describen las actividades del proceso llenado de botella, es transversal por el estudio de la investigación del proceso de llenado de botellas, realizado en un determinado tiempo. El alcance metodológico es descriptivo, ya que es una investigación de propuesta y con ello se describieron las variables independientes observadas para correlacionarlas con los efectos o variables dependientes las cuales serán importantes para desarrollo y determinar los resultados de la investigación.

Las variables en estudio son características que se evaluaron en el proceso de la investigación, se describen a continuación:

- Frecuencia de fallos del equipo: que tanto se presentan los problemas en las máquinas envasadoras.
- Cantidad de botellas llenadas: se tomaron la cantidad de botellas buenas y malas llenadas durante el proceso de producción.
- Productividad: son los resultados obtenidos del análisis del proceso

A continuación, en la tabla I, se muestra la operativización de variables de la metodología en la cual se definen los indicadores correspondientes:

- Etapas de la metodología

Tabla I. **Operativización de variables**

OBJETIVO	VARIABLES	TIPOS DE VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS
Diagnosticar la línea de producción, en el proceso de llenado de botella.	Proceso de llenado de botellas	Cuantitativa Continuas Dependiente	Cantidad de botellas con cerveza buenas y malas producidas.	Observación directa, entrevista y herramientas de gestión de calidad.
Determinar los problemas críticos en el proceso de llenado de botella.	Problemas críticos	Cuantitativas Continuas Independientes	Frecuencia de fallos en el equipo.	Herramienta de gestión de calidad.
Establecer los beneficios de la aplicación de la herramienta <i>Kaizen</i> en el proceso de llenado de botellas.	Beneficios de la herramienta <i>Kaizen</i>	Cuantitativa Y cualitativa Continua Dependiente	Minimización de botellas malas llenadas. Productividad de la línea.	Herramientas de gestión de calidad.

Fuente: elaboración propia.

La investigación debe cumplir con los objetivos de diseño de investigación, debe llevarse a cabo a continuación, se describen las fases que explican la metodología en el proceso de investigación:

- Fase 1. Revisión documental

Se revisó toda la documentación recopilada de tesis, libros, artículos científicos, revistas, fichas bibliográficas y toda la información relacionada al tema de investigación que se propuso.

- Fase 2. Diagnóstico del proceso de llenado de botella

Se utilizó una observación directa y una entrevista estructurada para identificar y analizar los problemas existentes del proceso de llenado de botella involucrando las personas que realizan las actividades del mismo, la realización de cartas de control por atributos np, para determinar la merma al momento del embotellado y un F.O.D.A., para determinar un diagnóstico del proceso, se incluyó al personal que ejecuta cada actividad del proceso de llenado y sus observaciones de tiempos directos e indirectos para obtener información del proceso.

- Fase 3. Análisis de los factores críticos

Para el análisis de los problemas críticos, se realizó lo siguiente:

- Diagrama de Ishikawa, para determinar las causas y efectos del problema.
- Determinar la frecuencia de los problemas con un diagrama de Pareto.

- Fase 4. Beneficios obtenidos

La presentación de los resultados en la utilización de *Kaizen* engloba las herramientas de gestión de calidad ya que ayudan para la mejora continua de procesos, estará comprendida por identificar los problemas que estén afectando al proceso, las causas y efectos del mismo, identificación de los problemas de

mejora de actividades involucradas internas y externas en el proceso de llenado de botella y análisis de propuesta para la mejora continua de la productividad.

- Unidad de análisis

Para el análisis de la investigación tanto cualitativo y cuantitativo, se tomó el total de la población la cual está conformada por seis operarios multifuncionales del área de la planta de cerveza para conocer el proceso y para el diagnóstico la cantidad de botellas producidas por día en la línea de producción de envasado de cerveza, cuales representan el universo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es una sistematización, debido a que presenta una propuesta del mejoramiento de la productividad en el proceso de llenado de botellas en el área de envasado en una planta de cerveza utilizando la herramienta *Kaizen*, Mejora Continua.

El problema que tiene el área de envasado consiste en retrasos al momento del proceso de llenado de cerveza en botellas de la línea envasado, siendo estos los siguientes factores: ineficiencia de la capacidad instalada, actividades internas y externas del proceso, y posible descuido de operación.

La metodología utilizada para la presente investigación fue un enfoque mixto, maneja variables cuantitativas que es en base a todo lo teórico y cualitativa por qué se hace uso del método estadístico, tiene un diseño no experimental, un tipo de alcance descriptivo, porque se hizo una recolección de datos y es una propuesta.

La importancia del trabajo de investigación está alineado a la estrategia para tener un mejoramiento de productividad en el proceso en el llenado de botellas, con la oportunidad de mejorar cada actividad involucrada, para obtener mayor capacidad de respuesta a la solicitud de pequeños lotes de producción.

Los resultados que se obtuvieron de la investigación, es establecer lo que se tiene de base teórica como marco de referencia para el desarrollo del trabajo de investigación. Diagnóstico de la variación del proceso a través del tiempo en el llenado de botellas de cerveza y la identificación de los problemas de mermas

por paros no programados en el proceso, para una oportunidad de mejorar la productividad del proceso de llenado de botellas.

Se buscó el aporte de una propuesta para mejorar la productividad en el área de envasado en su proceso de llenado de botellas, utilizando la herramienta de *Kaizen* que se acople a las necesidades de las actividades del proceso.

Los beneficios que se obtuvieron con este trabajo de investigación es una propuesta para la aplicación de la herramienta *Kaizen* en el proceso de llenado de botella, que proporcione identificación de los problemas por paros no programados del equipo y determinar el control de las mermas en el proceso de llenado y de los tiempos muertos, generando un incremento en la mejora continua del proceso.

Finalmente se esperó a obtener el reporte final del trabajo de investigación en base al estudio establecido por la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El estudio fue factible por todos los recursos necesarios para la ejecución de cada una de las fases de investigación y poder cumplir con los objetivos propuestos. Se contó con el personal a disposición para realizar las tareas que se requieran necesarios para la investigación. En la obtención de la Información, se tuvo acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad. Equipo e infraestructura, movilidad dentro de la empresa, así como la infraestructura que permita la realización de la investigación. Tecnología, se cuenta con los recursos necesarios como internet, energía eléctrica y computadora para la realización del proyecto.

Para la solución de la necesidad que se tiene en el área de envasado, se realizó un trabajo de investigación para mejorar los procedimientos de las actividades, para identificar los problemas causados en el área e incrementar la productividad, para esto se realizó una revisión documental, luego una visita a la planta de envasado, para poder observar el proceso de llenado de botella, así diagnosticar el proceso, identificar los problemas que se tienen del proceso y poder hacer un análisis de los problemas críticos, para finalizar con una elaboración de la propuesta de mejora de productividad.

Primer capítulo del marco referencial, es donde se muestran los resultados de la revisión documental de estudios en los cuales se llevaron a cabo para investigaciones de procesos de mejora continua, definiciones y aplicaciones en otros documentos de investigación de aplicación en la industria.

Segundo capítulo del presente trabajo de investigación corresponde al desarrollo del marco teórico, donde se realizó una revisión teórica con relación a la productividad, donde se desarrollan los conceptos de productividad, *Kaizen* que engloba herramientas de gestión de calidad que sirven para la mejora continua, también la descripción de lo que contiene una planta de cerveza y lo que es el área de envasado de cerveza.

El tercer capítulo, corresponde a la presentación de resultados, donde se realizó en la primera etapa un diagnóstico en el proceso de llenado de botella, para poder definir el punto de partida para la segunda etapa donde se determinan los problemas críticos y las estrategias a utilizar para el desarrollo de la investigación para la tercera etapa donde se indican los beneficios de las herramientas aplicadas al proceso.

En el cuarto capítulo, se realizó la discusión de resultados del análisis internos y externos para verificar el impacto que tuvo la investigación en el proceso del llenado de botella con relación a los antecedentes de la investigación.

1. MARCO REFERENCIAL

La implementación de la mejora continua en Guatemala y en muchos países del mundo, se han desarrollado estudios en diferentes industrias de distintos indoles, con el objetivo de mejorar la productividad utilizando implementación de la metodología *Kaizen*, esto permite la mejorar los procesos de producción de una forma continua, así como la reducción de tiempos en la línea de producción, incrementar la disponibilidad de la línea y también minimizar el costo operativo relacionado. También es un sistema de gestión corporativa donde su objetivo es una orientación para mejorar los procesos de producción de sus áreas de trabajo que se requiera ser analizado con esta metodología.

La metodología de la mejora continua de procesos productivos, es una satisfacción en un menor costo para los clientes, y es importante, para resolver problemas en las actividades de procesos de producción o administrativos. Todos los procesos deben examinarse constantemente para definir las oportunidades de mejora, ya que es una estrategia que, en la actualidad, las empresas deben obtener la máxima eficiencia para lograr la competitividad, deben contar con un método que les permita encontrar el camino de la mejora y aplicarlo con éxito, es el método para lograr los objetivos organizacionales.

En cuanto a, Quiñonez (2012) en su tesis de maestría *análisis de la cadena de valor de una línea de producción de efervescentes, en una planta farmacéutica donde producen medicamentos de venta libre*. Menciona la siguiente definición de la mejora continua, se debe de entender que es un conjunto de estrategias, planes, métodos, herramientas e instrumentos que consisten en mejorar los procesos como materia de calidad, tiempos de entrega,

niveles de satisfacción, reducción de costos, aumento de productividad, servicio al cliente

El aporte del antecedente, ayudo a comprender el concepto de lo que se trata la mejora continua en el proceso de cualquier línea de producción y administrativa, para el mejoramiento de la calidad, costos, entre otros. Donde se pueda crear la lealtad y compromiso en los colaboradores para una planta de cerveza.

En cuanto a, Suarez y Dávila (2011) Definen el *Kaizen* como mejoramiento continuo se puede aplicar en la vida social, familiar, personal y de trabajo. Cuando se aplica en cualquier área de trabajo, el *Kaizen* involucra a todo el personal de una empresa, como pueden ser gerentes, supervisores y trabajadores por igual.

El aporte es una definición de *Kaizen*, ayudo a entender que significa la palabra de la herramienta a utilizar en el desarrollo de la presente tesis, para obtener un mayor conocimiento, ya que es una metodología para la mejora continua en un proceso de producción en la reducción de tiempos, donde se involucra a todo el personal de una empresa.

En cuanto a, Suarez y Dávila. (2011) El *Kaizen* se define como una mejora constante para la resolución de problemas en el lugar de trabajo y la eliminación de la muda, la palabra muda viene de los japoneses que para ellos significa desperdicio o despilfarro; esto quiere decir que es toda actividad que consuma recursos y no cumpla con los requerimientos del cliente.

El antecedente aporto a entender el enfoque que tiene la herramienta *Kaizen* en el desarrollo de este trabajo de investigación, donde indica como ayuda

a eliminar todo el despilfarro que se puede tener en la línea de producción y lograr elevar el nivel de la productividad.

En cuanto a, Morabia (2015) en su tesis de maestría *Estrategias para el fortalecimiento de la información financiera, a través de la metodología kaizen, en las empresas de embutidos del sector agroindustrial del estado Aragua*. Realizó un estudio en el sector agroindustrial en el estado de Aragua, donde se investigó con el objetivo de poder demostrar la necesidad de implementar la metodología de *kaizen*, para mejorar los sistemas de estrategias y fortalecer la información financiera que cuenta la empresa. La metodología de la mejora continua no solo se utiliza en procesos de producción sino también para mejorar los procesos administrativos y financieros.

Este aporte, se puede saber que la metodología de *kaizen*, no solo se puede utilizar solo para temas de mejorar la producción, sino también, para mejoras del área financiera de un proceso, que ayude a las empresas a economizar gastos administrativos al igual que los gastos operativos.

En cuanto a, Guerra (2013) en su tesis de maestría *Diseño de la investigación de la metodología kaizen aplicada en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica*. Realiza en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica, donde se refiere a la implementación de la metodología *Kaizen*, en la cual se busca la mejora continua y la eliminación de desperdicio en el proceso de sellado del blíster, utilizando las siguientes herramientas: los siete desperdicios que afectan la productividad en una empresa de la metodología de 5S, un sistema de producción justo a tiempo, mantenimiento productivo.

Este aporte generó un amplio conocimiento para saber que herramientas de *Kaizen* se pueden utilizar en una línea de producción, para eliminar el

despilfarro, un sistema justo a tiempo o la implementación de las 5 S, para poder mejorar el proceso productivo de producción.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

Es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de insumos empleados para conseguirla, cuando mayor sea la productividad de la empresa, menores serán todos los costes de producción ya que aumentará la competencia dentro del mercado.

El objetivo claro es reducir el tiempo total del proceso de producción de ejecución de las tareas y tener el control del proceso para los sistemas de incentivos, a continuación, se mencionarán los siguientes tiempos:

- Tiempo Estándar: es el tiempo establecido que se debe invertir en realizar una actividad, utilizando el método actual del proceso y este tiempo se puede llegar a reducir, siempre con una mejora continua.
- Tiempo por desempeño: es el tiempo que se encuentra debajo del tiempo normal, debido al bajo desempeño que se realiza en la operación de una actividad y esto hace que incremente el tiempo total de la actividad.
- Tiempo por incidencia: este tiempo se genera a base de errores de gestión, y dilatan todo el tiempo del proceso.
- La fórmula para la productividad es: $\text{productividad} = \text{producción} / \text{factores}$
- La productividad se puede plantear de la siguiente manera:

- Productividad parcial: es la correlación entre la producción final y un solo factor.
- Productividad total: es el resultado entre la producción total y todos los factores que influyen.
- Productividad multifactorial: es la relación de la producción final con varios factores, normalmente trabajo y el capital.

Al mencionar productividad, mide cada manera que se utilizó cada uno de los factores o recursos en el proceso hasta que sea necesario para obtener el producto, a esto se le llama eficiencia, la cual es la que mide los insumos entre la producción y la eficacia es cuando se logran cumplir los objetivos. (Cruelles, 2012)

2.2. KAIZEN

Es una administración de calidad que está orientado a mejorar los procesos de una forma continua en busca de disminuir o excluir todas las actividades que son ineficientes que conforman parte de un sistema de producción.

Cuando la mejora se hace realidad, la palabra *Kaizen* proviene de una palabra japonesa que significa cambiar para bien o cambiar para mejorar.

Kaizen es un instrumento que se basa en un enfoque que se caracteriza por:

- Mejora en pequeños pasos.

- Sin grandes inversiones.
- Contar con la intervención voluntaria de todos los trabajadores.
- Actuando, implantar de manera más ágil las mejoras. (Eugenio, 2007)

2.2.1. Cómo es el funcionamiento del método Kaizen

Este procedimiento se encarga del crecimiento de las actividades del proceso que integran el método productivo empresarial para un crecimiento en sus procesos, para establecer parámetros de calidad y poder medir continuamente los logros obtenidos para una mejora continua. (López, 2019)

2.2.2. ¿Por qué es eficiente?

Puede implicar a todos los colaboradores de una misma empresa, donde demuestra su energía ya que permite mejorar la productividad y tener productos de calidad que se producen, reduciendo: el tiempo de optimización de los procesos en la producción y los tiempos de espera, mejorando las condiciones de trabajo para la empresa. (Dellers, 2016)

- Términos claves:
 - Mejora continua: es la herramienta que sirve para usar métodos, haciendo cada vez más eficaces y con adecuada actividad de una organización; analizados, revisados y optimizados continuamente, son el motivo de buenas prácticas y de pequeños cambios.
 - *Lean management*: es uno del método japonés de gestión del trabajo que baja la sobrecarga y la muda generada por los procesos de trabajo inadaptados en una empresa.

- Toyotismo: es el método japonés de una organización en general del trabajo que optimiza la calidad y baja de los defectos, para poder iniciar una mejora continua en la empresa. Esta clase de organización del trabajo engloba la herramienta *Kaizen*.

Del toyotismo proviene la teoría de cero defectos es un concepto que propone un producto de total calidad sin ningún defecto alguno, el cual no se puede alcanzar por completo, el objetivo es crear una cultura con la que los empleados busquen constantemente la perfección. (Dellers, 2016)

El *Kaizen* se puede utilizar con otras herramientas para poder funcionar como:

- La administración de calidad TQM.
- Mejora de la productividad SMED.
- Mejora la condición de trabajo de las 5S.
- Las 5 por qué.
- Reducción de costes: costos de fabricación.

También cuenta con otras herramientas para utilizar como el TQM, SMED o PDCA. (Dellers, 2016)

Se cumple con los procesos para una mejora continua. Para ejecutar este método hay distintos elementos.

2.2.3. Ventajas del método *Kaizen*

Las ventajas de esta metodología son una mejora continua de productividad, calidad y las condiciones del trabajo. En la adaptación de esta herramienta se encontró otros puntos fuertes que brinda distintas ventajas.

- Minimización de los desperdicios:

Los empleados de las organizaciones son los más productivos al aumentar su capacidad de la toma de sus decisiones, por su trabajo ya que genera una menor cantidad de desperdicio. (López, 2019)

- Formar líderes en las empresas:

El aprendizaje de autogestión, es el método que desarrolla personas que son trabajadores con el don de liderazgo en el puesto de trabajo. (López, 2019)

- Crea valores laborales y personales:

Para crear empleados más eficientes y que se comprometan con la empresa, se debe de representar un buen comportamiento en sus valores personales que luego son reflejados en el trabajo. (López, 2019)

- Produce hábitos para el personal de forma positivos y constructivos:

Los empleados forman una cultura laboral de trabajo donde realizan desarrollos de sus habilidades tanto personales como laborales aumentando el compromiso con el trabajo, sin siquiera ser responsables de sus actos. (López, 2019)

- Aumenta la competitividad:

Para reducir los costos y aumentar la calidad del producto para mejorar la competitividad en la empresa, se cuenta con los trabajadores más eficientes, ya que son comprometidos para lograr una perfección del proceso de producción. (López, 2019)

2.2.4. Herramientas de Gestión de la Calidad englobadas a *Kaizen*

Son herramientas utilizadas como indicadores para analizar, medir y plantear soluciones a problemas que se identifican en los procesos de producción, ayudando en la mejora continua.

2.2.4.1. Las cinco S del método

Los japoneses tienen una cultura donde se determinan por su visión filosófica sobre creencias del mundo, esto ha beneficiado en las mentes que llegan hacer brillantes, donde sitúan a Japón como un país que tiene una sede de juegos que son importantes en el comercio.

Las 5S son una herramienta utilizada para generar estrategia en los sistemas productivo de las empresas, donde se logra mejorar una organización y tener un agradable ambiente laboral que sea disciplinado, esto sirve para disminuir o eliminar los tiempos improductivos o diseñar, paso por paso, una mejora en el sistema de producción.

Como empezar con las cinco S de *Kaizen*, cada palabra está escrita en japones que representa un procedimiento, que son las siguientes:

- *Seiri*: clasificar entre lo que sirve y lo que no sirve
- *Seiton*: ordenar lo que sirve y decidir sobre lo que no sirve
- *Seiso*: conservar siempre la limpieza y un orden adecuado
- *Seiketsu*: cuidar el aseo personal y la higiene del lugar de trabajo
- *Sheitzuke*: fomentar el autocontrol y la disciplina para una mejor productividad

La importancia de estas cinco S es que podemos aplicarlas en nuestra vida personal y no solo en la parte laboral. (López, 2019)

- ¿Cómo se puede aplicar el método en *Kaizen*?

La aplicación del *Kaizen* se puede realizar en grupos de trabajo, conoce dos pasos que se pueden aplicar a este método que son los siguientes:

- Simplificar las tareas:

El principal objetivo es distribuir las actividades de una forma adecuada para que se pueda alcanzar día con día, así poder lograr una mayor efectividad. (López, 2019)

- Aplicación del método a diario:

Se trata de poner en marcha el paso no. 1, para poder crear un hábito se debe de comenzar con leer libros, nunca se puede leer un libro entero en un solo

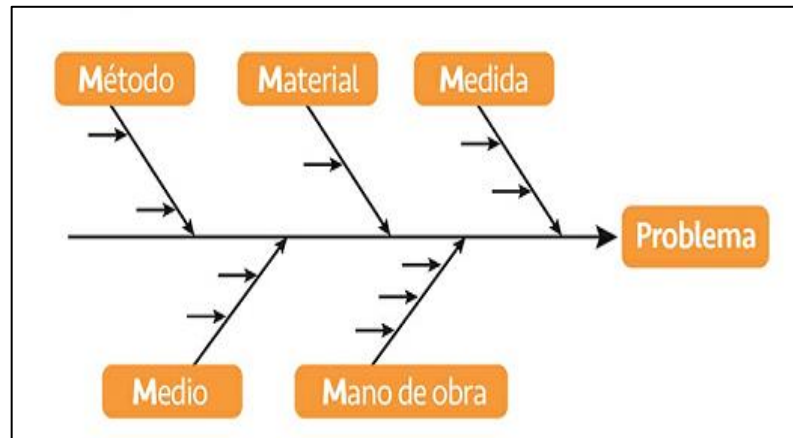
día, debes enfocarte a leer una cierta cantidad en un determinado tiempo en cada día y poco a poco iras tomando el hábito de leer libros, así mismo sucede con las actividades, debes de ir poco a poco realizando una por una como un objetivo diario. Es necesario que conozcas varias herramientas importantísimas para el *Kaizen*: (López, 2019)

2.2.4.2. El Diagrama de Ishikawa

Se aplica para realizar un análisis preliminar de una primera etapa de la investigación del problema principal, es un instrumento de forma visual donde se utiliza para establecer los puntos de mejora, con este diagrama se pueden determinar las causas del porqué de un problema, y analizando los factores posibles que son implicados para la ejecución de un proceso.

Una empresa fabrica una cantidad de artículos, pero estos tienen defectos, utiliza un gráfico de *Ishikawa* para encontrar el problema critico de la producción, encontrando los resultados correspondientes así poder lograr concluir con soluciones. (López, 2019)

Figura 1. **Diagrama de *Ishikawa* o espina de pescado**



Fuente: Vieira. (2019). *Diagrama de Ishikawa: ¿qué es y para qué sirve?* Consultado el 3 de marzo de 2022. Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-diagrama-de-ishikawa/>.

Con el diagrama de *Ishikawa* se pueden evaluar los siguientes puntos de las causas:

- Duración de un procedimiento: se identifica el tiempo de una actividad durante su fabricación o el tiempo de entrega de un artículo, como puede ser un servicio, ejemplo el cambio de llanta de un automóvil.
- Cantidad de productos: es donde interesa el número de productos que fueron fabricados. Esto se calcula con la medida de intervalos de tiempo muy definidos.
- Tasa de satisfacción: pueden ser los empleados de la empresa, los clientes son el enlace con los pedidos o cualquier otro factor que pueda intervenir en el proceso, se mide la satisfacción antes y después de la aplicación de *Kaizen*.

- Residuos: emplea la merma y la cantidad de productos que se desechan, productos que presentan un tipo de defecto en la fabricación o pueden estar vencidos.
- Coste: se calcula el precio del coste de un producto. (Dellers, 2016)

También llamado Diagrama de causa y efecto, método de las 5M o de espina de pescado. Ahora que ya sabes qué es un instrumento de la gestión de calidad y conoces algunos de sus beneficios y aplicaciones para los problemas, ahora hay que conocer cómo se aplica el método, los siguientes pasos son: (Vieira, 2019)

- Define el problema

El primer paso hay que definir el problema de manera específica, para que sea de una manera objetiva.

- Crea la espina de pescado

Hacer una línea horizontal, luego en la extremidad del lado derecho de esa línea, colocar un rectángulo y escribe el problema principal dentro de él.

Luego se trazan líneas perpendiculares a esta línea horizontal y Cada una de las líneas perpendiculares se identificará con una categoría de causas.

- El diagrama de *Ishikawa* cuenta con 6 tipos de causas, son llamados 6 Ms.
 - Método: para ejecutar el proceso hay acciones de forma de patrones.

- Máquina o Equipamiento: diferentes problemas son provenientes de errores o de las fallas en máquinas.
 - Mano de obra o personas: las causas de muchos problemas pueden suceder por la falta de calificación, la desmotivación y la imprudencia de los trabajadores o proveedores, incluso puede ser afectado por ejemplo la familia.
 - Materiales: aquí se define la materia prima utilizada en los procesos o puede ser cualquier otro material que sea necesario.
 - Medida: esta se da por las acciones o decisiones que se tomaron con anteriormente.
 - Medio ambiente: el surgimiento de problemas puede ser provocado por un desastre natural o contaminación del medio ambiente, calor y falta de espacio son algunos ejemplos. (Vieira, 2019)
- Analizar las causas

Con las 6 Ms, es la oportunidad de analizar todas las posibles causas y poder determinar el surgimiento del problema.

Se sugiere hacer con la participación de las personas involucradas en el proceso una lluvia, para lograr conocer las diferentes perspectivas y visiones. (Vieira, 2019)

- Hacer subgrupos

Realiza subgrupos para analiza cada categoría de causas. Por ejemplo, se puede investigar los errores de un empleado, la máquina o equipos, puede estar la subcategoría de automóvil. La subcategoría puede existir otras causas, como motor, neumáticos, puertas entre otros. (Vieira,2019)

- Destaca la causa principal

Para concluir el diagrama de *Ishikawa* se debe resaltar la causa principal que genera el mayor del problema, esta puede depender del problema, ya puede haber más de una. (Vieira,2019)

- Planifica acciones

Es necesario analizar las posibilidades de solución que estén al alcance de los trabajadores.

Hay que definir responsables y estipular para cada actividad que será hecha, diferentes alternativas, es necesario crear un plan de acción para solucionar la causa discutidas.

2.2.4.3. Círculos de calidad

Es un grupo personas que pueden ser empleados o cualquier clase de personas de organizaciones específicas de una empresa que tienen personalidades técnicas y administrativas que se reúnen periódicamente bajo la dirección de la supervisión de jerarquías para resolver y analizar los problemas que puedan afectar en su organización.

- Los círculos de calidad son formados por personas de pequeños grupos que pueden ser de 4 a 15 y 5 a 9 número más adecuado.
- El grupo deben trabajar en el mismo taller o proceso productivo
- Las personas del grupo trabajan bajo la supervisión de un encargado que forma parte del mismo círculo.
- Todos participan de forma voluntaria.
- Reunirse por lo menos una vez durante la semana o el mes en el horario de trabajo y recibir algo a cambio por dicha actividad.
- Deben tener una sala especial para reunirse alejada del área de trabajo.
- Los miembros del círculo deben de recibir una instrucción especial de lo que se puede hacer.
- Las personas que forman parte del grupo de los círculo, son quienes eligen los problemas y dificultades sobre los cuales trabajan, y no lo determina la gerencia.
- Cuando el grupo lo necesite la gerencia debe darle apoyo.
- Los círculos de calidad pueden ser asesorados por un facilitador que eventualmente asiste a las reuniones, pero no forman parte de círculo.
- Exposición de las conclusiones del círculo de calidad son presentadas a la gerencia o aspectos técnicas que tiene el poder para tomar la decisión.

- Existencia de los círculos depende de los miembros del círculo pueden ser anual, mensual, entre otros. (Serrano, 2003)
- Procesos de funcionamiento.
 - Identificar el problema
 - Explicar el problema a la gerencia, solución propuesta al problema de grupo
 - Ejecución o ejecutar la solución
 - Evaluar los logros alcanzados al ejecutar la solución del problema
- Condiciones de éxito de control del círculo.
 - Debe emplear a relación con problemas medibles y a corto plazo
 - Obtener la ayuda constante de la alta dirección
 - Las habilidades del círculo deben aplicarse al área de trabajo o círculo de grupo
 - Se debe de capacitar a los supervisores o encargados de las empresas o darles facilidades para obtener una capacitación
 - Deben de contemplar puntos de partida para un planteamiento donde sean más participativos para la utilización en un futuro (Serrano, 2003)

2.2.4.4. Diagrama de flujo de proceso






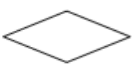

Es utilizado para representar y registrar todas las actividades del proceso, como actividades no productivas, también, así como los procesos de almacenamientos, las distancias o traslados y los retrasos. Cuando se identifican las actividades no productivas se pueden tomar medidas para minimizar y reducir costos y tiempos en las actividades del proceso.

Aparte de las actividades de inspección y operación, también se pueden mostrar todos los movimientos de actividades de retraso y almacenamiento a los que se expone un producto a medida que está funcionando la planta de producción.

Se debe de contener un encabezado donde indique toda la información sobre el proceso a trabajar al momento de su realización, donde se verifica cuantas veces se ha actualizado, número de actividades, se registran el tiempo consumido por actividad y luego se tiene que sacar el tiempo promedio de las actividades como resultado.

Son la representación gráfica del flujo de un proceso, donde utiliza varios símbolos para poder representar cada actividad del proceso, los desplazamientos menores a 1.5 mts. (5 pies) por lo general no deben de registrar, y deben incluir los tiempos de almacenamiento y los retrasos dados en el proceso los cuales se representa por medio de la figura 2. (Niebels, 2009)

Figura 2. **Simbología para diagramas de flujo**

SIMBOLO	REPRESENTA
	Operaciones. Fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto.
	Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo.
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Entrada de bienes. Productos o material que ingresan al proceso.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

2.2.4.5. F.O.D.A.

El objetivo F.O.D.A., es identificar problemas para perfeccionar las iniciativas exitosas de las empresas, es una herramienta usada para planificación estratégica de un proceso de productivo o administrativo.

En español se dice que la matriz D.O.F.A., es una herramienta con más uso común para la planificación de los negocios. (Content, 2020)

El significado de las siglas de F.O.D.A. en español es lo siguiente:

- Fortalezas
- Oportunidades
- Debilidades

- Amenazas

Se escucha la mención que algunas personas lo llaman de diferente forma en análisis de matriz DOFA que significa lo mismo que FODA (Oportunidades, Debilidades, Fortalezas y Amenazas).

Posiblemente se dice fue creada en el año 60 en la Universidad Estadunidense de Stanford, a través del estudio de las mejores 400 universidades norteamericanas.

Hoy es una de las metodologías muy clásicas para implementar en la administración de procesos.

El análisis FODA, es muy funcional estratégicamente para planificación de los nuevos proyectos o mejoras en el proceso de las empresas, se considera hacer una realización de un diagnóstico completo sobre procesos de negocio y el ambiente que lo rodea.

El emprendedor tiene que formular sus estrategias de gestión de calidad en los procesos para alcanzar una mayor seguridad.

El resultado del análisis también se le puede llamar DOFA, para identificar los factores como internos que se deben trabajar y factores externos que demandan una mayor problemática para la solución. (Content, 2020)

- El análisis FODA

Esto sirve para cuando se tiene que realizar un diagnóstico completo sobre un proceso en la empresa, reduciendo los riesgos, para poder dar una aclaración

importante en la investigación, como crear nuevas estrategias que pueden ser de mercadeo, encontrar nuevos mercados o mejorar los mercados existentes con lanzamiento de un nuevo producto.

- La matriz F.O.D.A., ayuda al negocio de la siguiente forma
 - Conocer con el escenario
 - Dar la seguridad para una toma de decisión
 - Comprender la posición de los competidores
 - Anticiparse a los movimientos externos
 - Indicar alternativas de acción

La metodología es bastante fácil y útil de aplicar, se volvió una herramienta común y pasó a ser usada por grandes y pequeños negocios, productos, lugares, nuevos proyectos, incluso personas.

En cualquier situación es necesario tomar una decisión, para esto nos ayuda el análisis F.O.D.A., que puede ser usado en cualquier escenario. (Content, 2020)

- Quién puede hacer un análisis de FODA

La persona encargada de dirigir o administrar la empresa o una persona profesional de quien realizará el análisis para el estudio de un problema principal, será dependiendo del aporte del negocio, Si todo el equipo de trabajo se involucra

en el proceso será de mayor facilidad para escuchar la opinión de todos y poder cubrir las necesidades.

Los gestores son expertos en cada área del proceso o administrativa que conocen, tienen una visión general del negocio, como las metas propuestas y las necesidades dentro de su entorno del trabajo.

- Los factores internos

Identificar los puntos fuertes y débiles del proceso de una empresa que se quiere mejorar, porque son factores que lo colocan en desventaja o ventaja con relación a la competencia.

Para el desarrollo en el análisis de FODA se puede hacer una autoevaluación de la empresa en las actividades internas, para las letras de la sigla: Fortalezas y Debilidades. La propia empresa puede eliminar puntos débiles o mejorar puntos en sus procesos de producción.

Qué elementos deben ser analizados en los procesos internamente, los factores son claves para lograr el éxito, identificar los factores que son esenciales dentro de tu área de trabajo para obtener un mejoramiento en el desempeño de los procesos de empresa, a continuación, se mencionan unos ejemplos:

En el área de lo financiero se puede analizar la tradición y la credibilidad pueden considerarse factores importantes para el logro del éxito.

En un restaurante se puede analizar la atención al servicio brindado por los empleados, para una agencia de viajes puede ser la amabilidad, agilidad operativa, servicio al cliente y un soporte eficiente.

Estos son algunas observaciones que se puede analizar en el proceso de tu empresa para identificar tus fortalezas y debilidades:

- Ubicación
 - Tiempo de mercado
 - Reputación
 - Recursos humanos
 - Recursos financieros
 - Marketing
 - Administración
 - Capacidad de funcionamiento
 - Tener acceso a la materia prima
 - Materiales (herramientas) y equipos (maquinaria). Content, 2020)
- Análisis de los factores externos

Estos factores es imposible controlar un 100 por ciento, ninguna actividad dentro del proceso de una empresa puede llegar a afectar como una actividad externa, las oportunidades y amenazas se pueden evaluar en lo que está en el ambiente externo que puede afectar a las empresas o a un proceso como tal. El análisis FODA determinara el impacto que se puede tener en las actividades que conforma un proceso en la empresa.

Las empresas deben de estar preparados en un futuro, para los movimientos que se puedan dar en el mercado, sector de la economía, en la política, inclusive en la sociedad en general, pero nadie puede predecir qué sucederá en el futuro, pero se debe de pensar en estar preparados para cualquier situación que se pueda presentar. (Content, 2020)

2.2.4.6. Diagrama de Pareto

Es un esquema gráfico de una forma especial, en el cual las frecuencias de ciertas circunstancias aparecen de una forma ordenadas de mayor a menor o de izquierda a derecha, para poder asignar un orden de donde facilitan el origen y el porqué de los inconvenientes que afectan el proceso productivo.

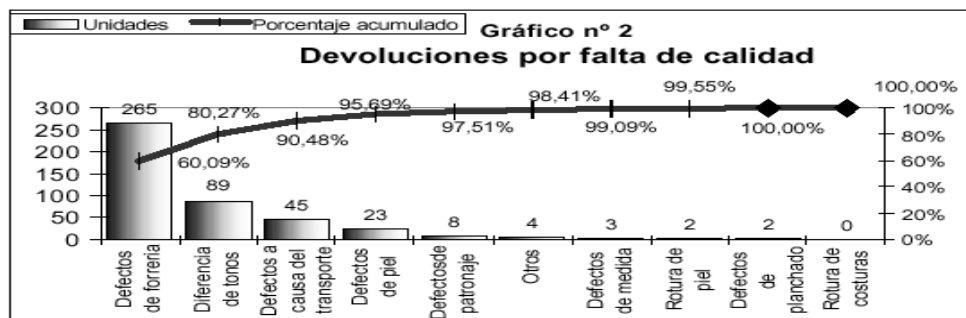
Es una demostración gráficamente de recopilación de datos que se consiguieron sobre un problema donde los resultados se basan en la metodología de 80/20, donde significa que un 80 por ciento de los datos se da por los problemas debido al 20 por ciento lo provocan las causas del problema, es una de las mejores técnicas a aplicar para el mejoramiento de nuestro plan de inspección en la producción que se desea cubrir.

El uso de este instrumento te ayuda en la clasificación de los procedimientos de las 5S en clasificar y organización. Donde se utiliza para la elección de un problema y para resolver los que son de más importancia. También se puede usar para implementación al conseguir un nivel mayor de mejorar el mínimo empeño posible, consiguiendo así un ahorro de costes que se pueden considerar a partir de una planificación a la conclusión de inconvenientes. (López, 2019)

- Un diagrama de Pareto cuenta con los siguientes objetivos
 - Identificar las áreas principales en el proceso para una intervención
 - Llamar el interés de todos los procesos
 - Concentrar los recursos

- Se pueden anotar las causas que producen los problemas
- Ponderar los problemas o asignarles un valor
- Ordenar de lo más grande a lo más pequeño todas las frecuencias
- Obtener resultados en la acumulación de los resultados
- Representar con porcentajes relativos y absolutos

Figura 3. Ejemplo de gráfico de Pareto



Fuente: Serrano. (2003). *Herramientas de la gestión de la calidad*. Consultado el 20 de noviembre de 2020. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/4_herramientas/4_herramientas.htm.

Figura 4. Ejemplo devolución por falta de calidad

Devoluciones por falta de calidad	Und. devueltas.	%	% acumulado
Defectos de forrería	265	60,09%	60,09%
Diferencia de tonos	89	20,18%	80,27%
Defectos por transporte	45	10,20%	90,48%
Defectos de piel	23	5,22%	95,69%
Defecto de patronaje	8	1,81%	97,51%
Otros	4	0,91%	98,41%
Defectos de medida	3	0,68%	99,09%
Rotura de piel	2	0,45%	99,55%
Defectos de planchado	2	0,45%	100,00%
Rotura de costuras	0	0,00%	100,00%
Total	441	100,00%	
Ventas en unidades	10000		
Devoluciones en unidades	441	4,41%	

Fuente: Serrano. (2003). *Herramientas de la gestión de la calidad*. Consultado el 20 de noviembre de 2020. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/4_herramientas/4_herramientas.htm.

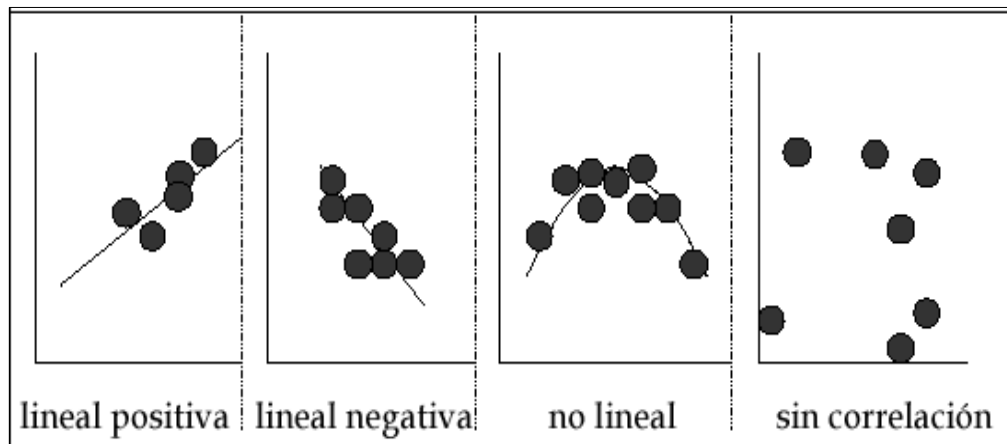
2.2.4.7. Histograma

Es una representación gráfica de las variaciones de un conjunto de datos, que predominan en este caso en las actividades del proceso productivo, que indica cómo se distribuyen los valores de características en una población o muestra, pudiendo evaluar el rendimiento de las variables en cuestión.

Se usa para ordenar valores obtenidos de la medición donde se eligieron los problemas para el perfeccionamiento de la calidad, es como una fotografía para analizar el proceso donde el eje que define un punto en un plano, el eje horizontal, se encuentran los valores que son objeto de estudio de variables de una forma ordenada, en el eje vertical, se encuentran los datos numéricos que serían las repeticiones de cada dato. (López, 2019)

- Estos gráficos pueden ser de cuatro tipos:
 - Correlación positiva: es donde aumenta la estimación de una variable y aumenta otro valor de la variable.
 - Correlación negativa: cuando aumenta una variable, pero disminuye la otra variable.
 - Correlación no lineal: es la relación entre las variables y la estadística, donde no es descrita por una línea recta.
 - Sin correlación

Figura 5. **Diagrama de correlación**



Fuente: Serrano. (2003). *Herramientas de la gestión de la calidad*. Consultado el 20 de noviembre de 2020. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/4_herramientas/4_herramientas.htm.

2.2.4.8. Gráficos de control

Es un instrumento para controlar y resolución de problemas es la descripción de un control donde muestra un diagrama con las características de los datos producto de la evaluación en la calidad, donde se establece una línea media o un valor nominal. El objetivo del promedio histórico, próximo a uno o varios límites, como superior o inferior se usan para determinar si es necesario un análisis eventual. Se dividen por variables y por atributos debe ser cuantitativas que se puedan medir.

Variabilidad, es el campo de un tamaño con variación en los datos numéricos, hay dos clases de causa de variación.

- Causa interna, pueden ser comunes o no asignables

- Son datos aleatorios
- En un proceso existe una gran variedad de causas de poca importancia en cada una de ellas en su resultado final
- Son predecibles por las causas de variabilidad estable
- Es difícil reducir los efectos al no cambiar el proceso
- Causas externas, pueden ser especiales o asignables
 - En un proceso pueden ser menor las que se presentan simultáneamente, produce un efecto final sobre cada una de ellas para obtener un resultado final.
 - No son predecibles en el momento que aparecerá
 - Al eliminar las causas van a desaparecer los efectos

Límite superior de control (LCS): este límite se identifica con el resultado más grande aceptación en el proceso.

$$LCS = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$LCS = \bar{D}_4 \bar{R}$$

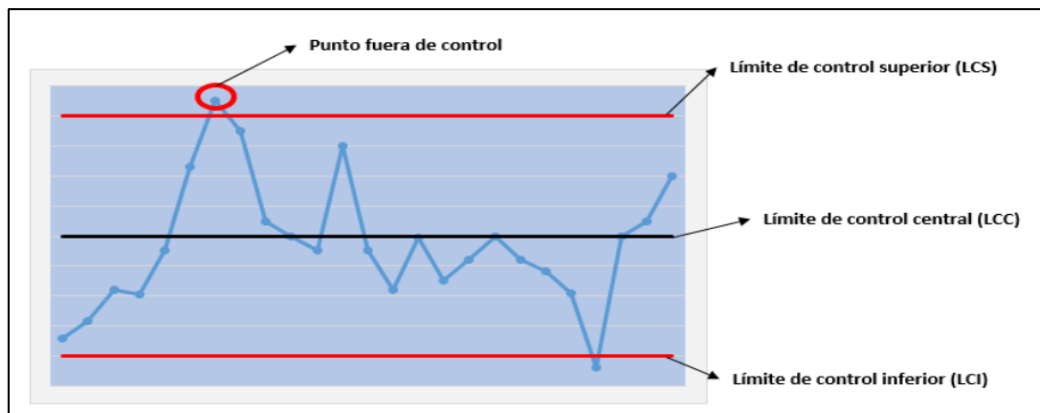
Límite inferior de control (LCI): este es lo opuesto al límite superior, es decir, que tiene el valor mínimo.

$$LCI = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

$$LCS = \bar{X} + D_3 \bar{R}$$

Límite central de control (LCC): en el gráfico es la línea central, que indica que tan próximo están los valores a la línea media que establece el proceso. (Gehisy, 2017)

Figura 6. Partes de gráfico de control



Fuente: Gehisy. (2017). *El grafico o diagrama de control*. Consultado el 20 de octubre de 2020.
Recuperado de <https://aprendiendocalidadyadr.com/grafico-o-diagrama-de-control/>.

2.2.4.8.1. Gráfico de control de variable

Son gráficos de control basados en el uso de la estadística para la observación de la variación de las características medibles del producto de calidad.

N = tamaño de elementos

Tendencia central: característica específica de la mayoría de las consecuencias por lo cual es observada por la misma.

\bar{X} = Media aritmética

Dispersión: alcance de la diseminación con la que los datos de una disminución de frecuencia se distribuyen en la zona de tendencia central.

Recorrido (R): es una medida de dispersión correspondiente a la diferencia o conjunto de datos.

Desviación estándar (S): es una medida de la dispersión distribuida de frecuencia.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{(N - 1)}}$$

Gráfica: es un diagrama donde puede observar qué tanto se están cerca o alejadas las mediciones de la línea media de tendencia, que es el promedio o la media.

Gráfica R: se determina cuanto beneficio o pérdida de igualdad puede haber en los resultados de las muestras en un proceso, se coloca sobre la otra de las gráficas para analizar cómo es la actuación de cada punto, utilizando ambos tipos de gráficos para medir una relación de la calidad con la dispersión y la tendencia central, para determinar el rango se tiene que restar del valor mayor menos el valor menor de una muestra.

2.2.4.8.2. Control por atributos

Son una variable no medible para aquellos procesos donde se caracterizan de calidad relevante. Esto se realiza con variables que son discretas en un proceso, se deducen cuatro tipos de gráficos:

Gráfico p: es el gráfico de control por fracción de unidades no conformes, se conoce como P es el porcentaje de las unidades no conformes encontradas en la muestra controlada. Un ejemplo, si tienen 100 productos como muestra y se tienen como mínimo 20 unidades un defecto por unidad, entonces se tiene una fracción de 0,2 que significa el porcentaje de defectuosa.

Media:

$$\underline{P} = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots Pn}{N}$$

LCSp:

$$\underline{N} = \frac{N1 + N2 + N3 + \dots Nn}{N}$$

LCSp:

$$\underline{P} + 3 = \sqrt{\frac{\underline{P} (100 - \underline{P})}{\underline{N}}}$$

LCIp:

$$\underline{P} - 3 = \sqrt{\frac{\underline{P} (100 - \underline{P})}{\underline{N}}}$$

Gráfico np: gráfico de control de número de unidades no conformes, se conoce como NP donde es la cantidad de unidades no conformes, es equivalente

al gráfico anterior, pero aplicable si son del mismo tamaño las muestras. Se tienen 100 productos, pero se toman al menos 20 de ellos un defecto, donde se deberá ubicar el valor de 20 en el gráfico sobre el eje y.

Media:

$$\underline{NP} = \frac{NP1 + NP2 + NP3 + \dots NPn}{N}$$

LCSnp:

$$\underline{NP} + 3 = \sqrt{NP \left(\frac{1 - NP}{N} \right)}$$

LCInp:

$$\underline{NP} - 3 = \sqrt{NP \left(\frac{1 - NP}{N} \right)}$$

Gráfico C: gráfico de control de número de disconformidades, conocido como C que es el número de disconformidades equivalente al gráfico de U si aplica cuando son del mismo tamaño todas las muestras N. Ejemplo, si una chaqueta tiene número de alguna parte desgastadas del cuero, entonces se considera una unidad no conforme porque la chaqueta tiene más de 7 partes desgastadas.

Media:

$$\underline{C} = \frac{C1 + C2 + C3 + \dots Cn}{N}$$

LCSc:

$$\underline{C} + 3\sqrt{\underline{C}}$$

LCIc:

$$\underline{C} - 3\sqrt{\underline{C}}$$

Gráfico u: gráfico de control de conformidades por unidad de producción durante un período de muestreo se conoce como U que es el número desconformidades o defectos de una unidad, se emplean cuando pueden aparecer muchas desconformidades independientes en una misma unidad o servicio.

U1 = Es el número de desconformidades por unidad de la muestra.

N = Numero de muestra.

Media:

$$\underline{U} = \frac{U1 + U2 + U3 + \dots + Un}{N}$$

Para el cálculo del límite de control superior LCSu:

Se debe calcular el tamaño medio de las muestras N:

$$\underline{N} = \frac{N1 + N2 + N3 + \dots + Nn}{N}$$

LCSu:

$$\underline{U} + 3\sqrt{\underline{U}/\underline{N}}$$

LCIu:

$$\underline{U} - 3\sqrt{\underline{U}/\underline{N}}$$

2.2.4.9. Diagrama de hombre máquina

Es una representación gráfica de las operaciones en donde intervienen las personas y máquinas, este diagrama permite determinar la organización y con ello la eficiencia.

- **Objetivos**

Se utiliza para realizar un estudio, analizar y mejorar una sola estación de trabajo que contempla varias operaciones.

Por medio de este diagrama se puede identificar las operaciones de las personas y la máquina.

Una variante común en este diagrama es donde una persona atiende varias máquinas a la vez. (Niebel, 2009)

- Los siguientes pasos para desarrollar el diagrama son
 - Seleccionar la operación que se desea estudiar
 - Determinar donde inicia y donde concluye el ciclo que se desea diagramar
 - Observar detenidamente la operación en varias oportunidades y circunstancias, para dividirlas en sus elementos o pasos y así identificarlo claramente. Observar que este punto incluye personas, máquinas y otros equipos.

- Medir el tiempo que conlleva la realización de cada uno de los pasos que integran las operaciones. (Niebel, 2009)

2.3. Planta de cerveza

Es un proyecto que se compone por tres áreas, cocimiento, fermentación y envasado, donde se realiza todo el proceso para la elaboración de cerveza, que es una bebida alcohólica de sabor amargo y color amarillento u oscuro, que se obtiene por una fermentación de la cebada y se aromatiza con lúpulo, y es muy reconocida por el mundo detectando un mercado potencial, con el objetivo a las necesidades principales de los clientes amantes a la cerveza.

2.3.1. Área de cocimiento

Es donde sucede el proceso de molienda y la maceración, es donde se muele el grano de la malta, entonces se mezcla con agua, se cocina a diferentes temperaturas y tiempos, transformando el almidón en azúcares fermentables, luego se pasa por un filtro para separar la cascara de la cebada para obtener un líquido llamado mosto. El mosto se lleva a ebullición con el objetivo de agregar el lúpulo que es lo que le da el amargor y sabor a al mosto y se esteriliza el mosto para la coagulación de las proteínas para ser desechadas, ya que generan aromas indeseables en el líquido para la separación es sometido a un proceso de Whirlpool.

2.3.2. Área de fermentación

Es donde ya el mosto ingresa a un tanque de acero inoxidable llamado fermentador y ahí mismo se agrega lo que es la levadura para su proceso de fermentación, dependiendo el estilo de cerveza va a fermentar a diferente

temperatura, es la transformación de los azúcares fermentables en alcohol y CO₂. Después de terminar su proceso de fermentación, se tiene que poner en su proceso de maduración, donde la cerveza se somete a bajas temperaturas para que el sabor y los aromas durante el proceso puedan estabilizarse y tener un balance entre los ingredientes.

2.4. Área de envasado

Generalmente al terminar la maduración de la cerveza, se debe de filtrar para separar todas las partículas de la levadura que se encuentran en suspensión. Una vez filtrada esta lista para poder ser envasada en sus diferentes presentaciones.

La función del área de envasado de bebidas para su distribución y satisfacción de las personas, es la introducción de un producto alimenticio en un envase o recipiente en contacto directo con el mismo, donde el cliente cervecero solo debe preocuparse por abrir, servir y disfrutar.

En el área se cuenta con las siguientes maquinas, una envasadora de botellas, que es la que se encarga de introducir el líquido dentro de la botella, una taponadora que se encarga del sellado de la botella y una etiquetadora.

2.4.1. Embotelladora

Son máquinas llamadas también envasadoras, tienen como principal objetivo y misión introducir la cerveza o liquido en el interior de la botella o envase, alcanzando un nivel de volumen adecuado a la capacidad nominal y de la temperatura, garantizando la estabilidad de las cervezas embotelladas.

Estas máquina es semiautomático, ya que es controlada por operadores del área de envasado, y el envase o botella se introduce a la máquina manualmente, las embotelladoras se componen de un depósito donde acumulador del líquido a embotellar, donde por acción de presión, gravedad o por vacío en la botella, se empuja el líquido hacia los elementos o, teniendo un movimiento de sistema circular que puede ser automático o semiautomático, donde por fin llega al punto de las cañas o boquillas de llenado, también tienen la capacidad de adecuarse a cualquier tamaño de presentación o volúmenes que requiera la botella a llenar.

2.4.1.1. Tipo de Llenadora Isobaro métricas

Estas máquinas contienen un solo depósito de alimentación para el líquido, en el cual mantiene una misma presión entre el depósito y la botella en el proceso de llenado, esta presión puede ser igual a la atmosférica situándose por debajo o encima de la misma.

2.4.1.2. Lavadora de envase

El objetivo principal de la lavadora es limpiar el envase vacío de la parte interior de la botella, aplicando agua tratada o solución de limpieza y luego escurre el agua de la botella colocándolas con el cuello de botella hacia abajo, para que pueda escurrir el agua o la solución de limpieza que fue aplicado a las botellas.

2.4.1.3. Taponadora

Es un depósito donde se colocan las tapas que servirán para sellar la botella de una forma automática.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al propósito de los objetivos de investigación, se presentan los siguientes resultados de diagnosticar, identificar, beneficio y propuesta:

3.1. Objetivo 1. Diagnosticar la línea de producción, en el proceso de llenado de botella

Para definir la línea de producción de llenado de botella de cerveza, se encontraron los siguientes hallazgos:

3.1.1. Observación directa

Para los resultados del primer objetivo consiste en la recolección de información por medio de una observación directa realizada en la planta (véase apéndice 1) donde se pudo observar y conocer a los operadores realizando las tareas diarias al momento del proceso de llenado hasta que finalizan el turno de producción.

La planta de cerveza se encuentra en un segundo nivel, en la cual laboran tres operarios de forma directa, se cuenta con una máquina envasadora de 24 válvulas para llenado de cerveza, el proceso de colocación de envase vacío en la máquina es manual, ya que un operario debe de realizar la función de ingresarlas a la máquina botella por botella, otro operario es el encargado de manejar y configurar la máquina llenadora de cerveza y el tercer operario es el encargado de retirar en la línea final del proceso cada botella ya llena con cerveza, inspeccionando siempre el nivel, luego si van bien las coloca en cajilla

de 24 unidades y son colocados en un pallets formados de 45 cajas para ser trasladadas al área de bodega.

Al inicio de la producción el operador encargado de la máquina de envasado, antes de iniciar el proceso realiza sus actividades en tiempo y forma adecuada, empieza verificando que todo en el área se encuentre en ordenado y limpio, antes y después del proceso de producción de llenado de botellas siendo el responsable de su trabajo y teniendo el interés de solucionar los problemas que se presenten.

En las actividades del proceso se inspecciona al inicio y al final el producto, así como las materias primas y el producto terminado cuando es enviado a bodega, aunque por ser un proceso semiautomático existe el error humano en las actividades que operan las personas encargadas.

Antes de iniciar producción verifica que la máquina esté funcionando correctamente y coloca la configuración para un proceso esterilización, que es pasar agua caliente a 85 grados Celsius durante 40 minutos, para la eliminación de microorganismos en la parte interior de la máquina para limpiar el paso de la cerveza por medio del traslado de la tubería, antes de iniciar con el llenado de cerveza en las botellas.

El espacio físico para operar es adecuado para el tipo de industria y producción que se emplea en la planta, ya que cuenta con todas las condiciones de seguridad industrial.

En la planta se tiene que cargar y descargar el producto de envase vacío para subirlo o bajarlo de la planta ya que se encuentra en un segundo nivel, por medio de un ascensor de carga, así como también cuando es producto terminado

que se envía a bodega, realizado por los operarios del área de envasado al finalizar la producción del día.

Los operarios ejercen un buen comportamiento en el grupo de trabajo, pero hay ocasiones que existen bromas algo fuertes entre los mismos compañeros de trabajo, provocando un ambiente incomodo entre ellos y eso hace que también baje la productividad de la producción.

Al momento de la producción se pudo observar que, durante el tiempo transcurrido del proceso del llenado de botellas con cerveza, existen demasiados paros continuos de la máquina afectando el volumen de cerveza en la botella, interrumpiendo la producción.

3.1.2. Entrevista

Se utilizó la población para la entrevistar (véase apéndice 2) a los operadores que permitió conocer las necesidades, como es el funcionamiento de la máquina envasadora y el proceso con más detalles, para determinar cuál es la demanda diaria, su jornada, qué actividades les lleva más tiempo y cuáles son los problemas a lo largo del proceso de llenado de botella. En la tabulación de los resultados de forma descriptiva se enfocó en tomar el resultado de los operarios que están directamente en el área de envasado, que a continuación se presenta los resultados:

- ¿Cuál es su horario laboral?

Los operarios tienen un horario laboral de 6:00 a.m. a 15:00 p.m., de lunes a viernes, se pueden extender a horas extras si el proceso lo requiere hasta el horario de 18:00 p.m.

- ¿A qué hora inician y termina el proceso de llenado de botella en un día de producción?

El proceso inicia a las 6:30 a.m., y dependerá de la cantidad a producir y que la máquina no falle mecánicamente y eléctricamente para terminar la producción, pero si todo marcha bien va terminado a las 11:00 a.m., pero hay producciones que terminan a las 14:00 p.m., considerando que se tengan fallas en el equipo y se debe de extender el horario.

- ¿Qué tarea del proceso le lleva más tiempo?
 - Cuando las válvulas fallan durante el proceso
 - Estabilizar la máquina llenadora de botella durante su proceso de llenado
 - Lavado de envase vacío
- ¿Qué tarea del proceso de llenado se le dificulta más realizar?
 - Determinar los fallos del equipo en su funcionamiento
 - Clasificar el producto de botellas de cerveza con el nivel bueno y malo cuando la máquina falla
 - El lavado de envase, ya que es caja por caja la que se lava con una manguera
- ¿Cuánto es la producción en un día de producción de llenado de botella?

La demanda a producir para el llenado de cerveza en botellas es de 6,480 unidades por día de cada estilo que se desea envasar.

- ¿Cuánto tiempo le toma el proceso de llenado de botella?

El tiempo de producción para llenado de cerveza en botella 6,480 unidades es de cinco horas.

- ¿Qué considera que puede mejorar en el proceso de llenado de botella?
 - Programar mantenimiento más seguido
 - Mantener repuestos de empaques y piezas, para válvulas llenadoras de cerveza en la parte mecánica
 - El método de lavado del envase vacío
 - El proceso de pasteurización, para evitar reproceso

3.1.3. Aplicación de carta de control np

Se realizó un estudio estadístico utilizando la carta de control np que se utiliza para atributo con características cualitativas que no pueden ser medibles donde el proceso requiere de inspeccionar el volumen de cerveza en las botellas y se determina si pasa o no pasa por un operario, en este caso son botellas de contenido de cerveza con un nivel bajo denominadas como botellas defectuosas.

La carta de control np, fue aplicada para unidades de botellas con cerveza defectuosas por subgrupos y la aplicación es porque la muestra de los subgrupos tiende a ser constante, las unidades de botella defectuosas equivalen a la unidades de botellas rechazadas por un volumen de cerveza bajo en las botellas identificadas de cada estilo, en seguida del envasado obtenidas al realizar las inspecciones por día de producción, no se contabilizaban las botellas de merma, con las cartas se inició a contabilizar las botellas de bajo nivel esto para poder determinar la variabilidad y comportamiento del proceso de llenado de botellas en la línea de envasado.

La planta de envasado en una semana de programación de llenados de botella, se envasan tres estilos de los seis principales que contiene la empresa formando un lote de producción. En el estudio de las cartas de control se tomó toda la población, siendo estas el total de unidades de botellas con cerveza producidas por día de producción. La toma de datos se obtuvo en un periodo de ocho meses en la parte de la observación directa.

En el análisis se determina la población con la cantidad botellas a producir con una muestra constante de botellas por día, se tomó de esta manera porque es la cantidad que solicita el área de mercado que se produzca por cada estilo de cerveza para completar un lote al área de producción. Por ser una planta pequeña se puede determinar la muestra de esta manera, ya que es fácil de controlar por el volumen de la demanda.

Los datos para la siguiente tabla 3, fueron tomados de cuatro lotes del presente año, cada lote contiene seis estilos de cerveza, envasando un estilo de cerveza por día, tomando en consideración que a la semana solo se puede envasar tres estilos de cerveza, el análisis se tomó de una población de 155,520 botellas producidas, tomando una muestra constante de 6,480 botellas por día

en cada estilo envasado de cerveza que maneja la empresa, otro dato adicional es que cada caja contiene un contenido de 24 botellas y un pallet es formado por 45 cajas, el número de botellas defectuosas en cada muestra se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla II. **Observación de datos para muestra de 6,480 botellas**

	Días	Tamaño de la muestra	Número de artículos defectuosos	Pi	LCnp	LCS	LCI
Lote No. 1	1	6480	168	0.03	384.00	441.02	326.98
	2	6480	312	0.05	384.00	441.02	326.98
	3	6480	600	0.09	384.00	441.02	326.98
	4	6480	720	0.11	384.00	441.02	326.98
	5	6480	408	0.06	384.00	441.02	326.98
	6	6480	360	0.06	384.00	441.02	326.98
Lote No. 2	1	6480	288	0.04	384.00	441.02	326.98
	2	6480	312	0.05	384.00	441.02	326.98
	3	6480	480	0.07	384.00	441.02	326.98
	4	6480	384	0.06	384.00	441.02	326.98
	5	6480	312	0.05	384.00	441.02	326.98
	6	6480	408	0.06	384.00	441.02	326.98
Lote No. 3	1	6480	264	0.04	384.00	441.02	326.98
	2	6480	120	0.02	384.00	441.02	326.98
	3	6480	840	0.13	384.00	441.02	326.98
	4	6480	408	0.06	384.00	441.02	326.98
	5	6480	192	0.03	384.00	441.02	326.98
	6	6480	504	0.08	384.00	441.02	326.98
Lote No. 4	1	6480	192	0.03	384.00	441.02	326.98
	2	6480	720	0.11	384.00	441.02	326.98
	3	6480	936	0.14	384.00	441.02	326.98
	4	6480	120	0.02	384.00	441.02	326.98
	5	6480	72	0.01	384.00	441.02	326.98
	6	6480	96	0.01	384.00	441.02	326.98
Total		155520	9216				

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

- Cálculos:
 - Población = 155,520 botellas con cerveza

- Muestra constante = 6,480 botellas producidas día

- Media:

$$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n} = 0.0593$$

- Limite central:

$$\mu = n\bar{p} = 384.00$$

- Desviación:

$$\sigma = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 19.01$$

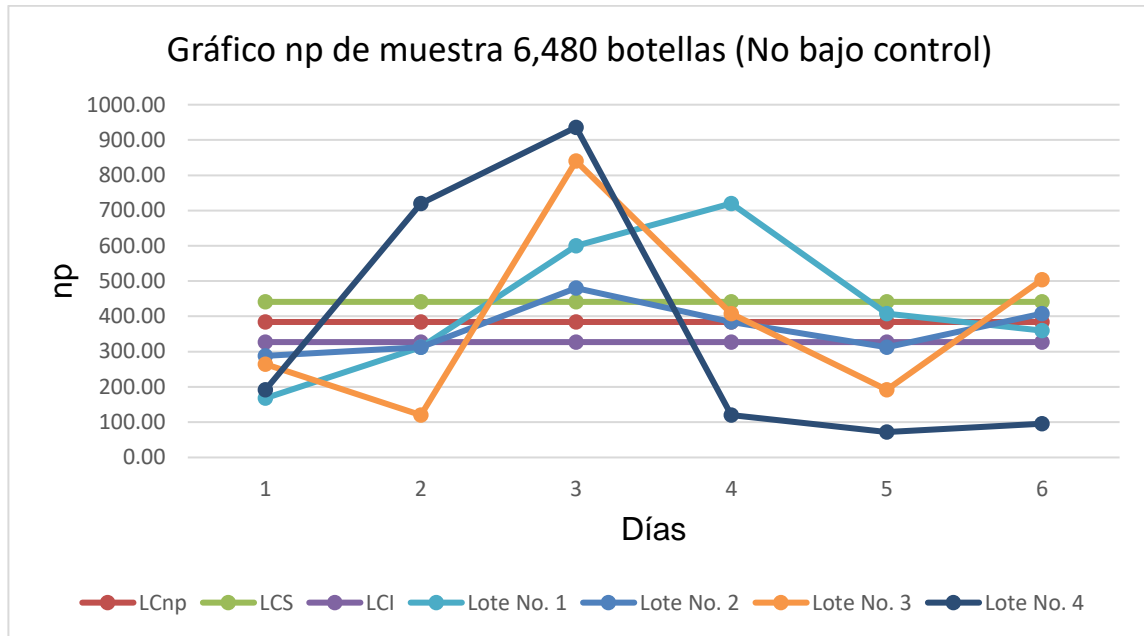
- Límite Superior:

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 441.02$$

- Límite Inferior:

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 326.98$$

Figura 7. **Gráfica de control np de muestra 6,480 botellas**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Se observa un comportamiento del proceso de llenado de botellas que es muy variable a su límite central, provocando que en algunos días de producción se encuentren fuera del límite máximo y mínimo, debido a que es un proceso que no está bajo control. Al inicio de la gráfica se puede ver un ascenso ya de botellas defectuosas que es el inicio de la producción de los lotes, luego durante el segundo y tercer día de llenado se tiene un pico más marcado de botellas defectuosas, esto es porque ya al momento de operación tienden a fallar las válvulas de llenado de cerveza mecánicamente o eléctricamente, ya que la máquina de envasado pasa parada el fin de semana.

3.1.4. Diagnóstico de F.O.D.A.

A continuación, se realizó un diagnóstico de F.O.D.A., para establecer las fortalezas, debilidades en la parte interna y como externas la oportunidad y amenazas de la evaluación del rendimiento como tal del proceso, durante los resultados que se obtuvieron de la observación directa y de la aplicación de la carta de control np determinando fallas no programadas durante el transcurso de llenado de botella.

Donde determinar las fortalezas y debilidades es muy útil para el análisis interno del proceso de producción, para lograr mejorar las circunstancias que se consideren necesarios en realizar trabajos constantes a lo largo del proceso para una mejora continua.

Figura 8. F.O.D.A. Proceso de envasado

FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZA
<ul style="list-style-type: none">•Control de mermas.•Producto de mejor calidad.•Demanda en crecimiento.	<ul style="list-style-type: none">•Máximizarse el volumen de venta.•Elevare la eficiencia de la productividad.•Determinar a profundidad los paros de la máquina.	<ul style="list-style-type: none">•Bajo volumen de producción.•Paradas continuas de la máquinas.•No es un proceso continuo.•Demasiada merma con botellas de cerveza con nivel bajo.•Tiempo muerto.	<ul style="list-style-type: none">•Mal análisis de muestras por el área de Aseguramiento de calidad.•Paro temporal de la maquinaria por repuestos para las valvulas llenadora de cerveza.•Incumplimiento de producción.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 365.

En el análisis del F.O.D.A., por ser un proceso de demanda pequeña se tiene la ventaja que se puede tener controlado los Bach que se producen en la planta de envasado, así como contabilizar las mermas de la línea de llenado de cerveza para tener un producto de mejor calidad.

Es un proceso que va en crecimiento por tendencia de su mercado, donde pueden mejorar los volúmenes de venta, ya que es una demanda pequeña se puede determinar con mayor facilidad las fallas del equipo que provoca paros no considerados de la máquina llenadora de botella, así elevando la eficiencia en su productividad de la línea de envasado.

Como desventajas del proceso, se tiene poco volumen de ventas ya que no se tiene un proceso continuo de producción con la máquina de botellas, se tienen demasiadas paradas continuas por fallos del equipo en el proceso de producción, esto ocasionando demasiada merma de producto de cerveza en botella de nivel bajo, esto no permite tener una buena calidad del producto envasado y que puede provocar paros temporales o incumplimiento de entregas de producto significando pérdidas de ventas.

- La estrategia es adaptativa para las debilidades del proceso interno:
 - Identificar y cuantificar las causas de los problemas de la línea de producción.
 - Implementar mantenimiento preventivo a los equipos al finalizar cada lote de producción.

- Generar un listado de piezas de los equipos para mantener un *stock* de inventario y responder a mantenimiento correctivo en las emergencias.
- Resultado de las estrategias mencionadas evitara paradas continuas de los equipos aumentando la productividad del proceso.

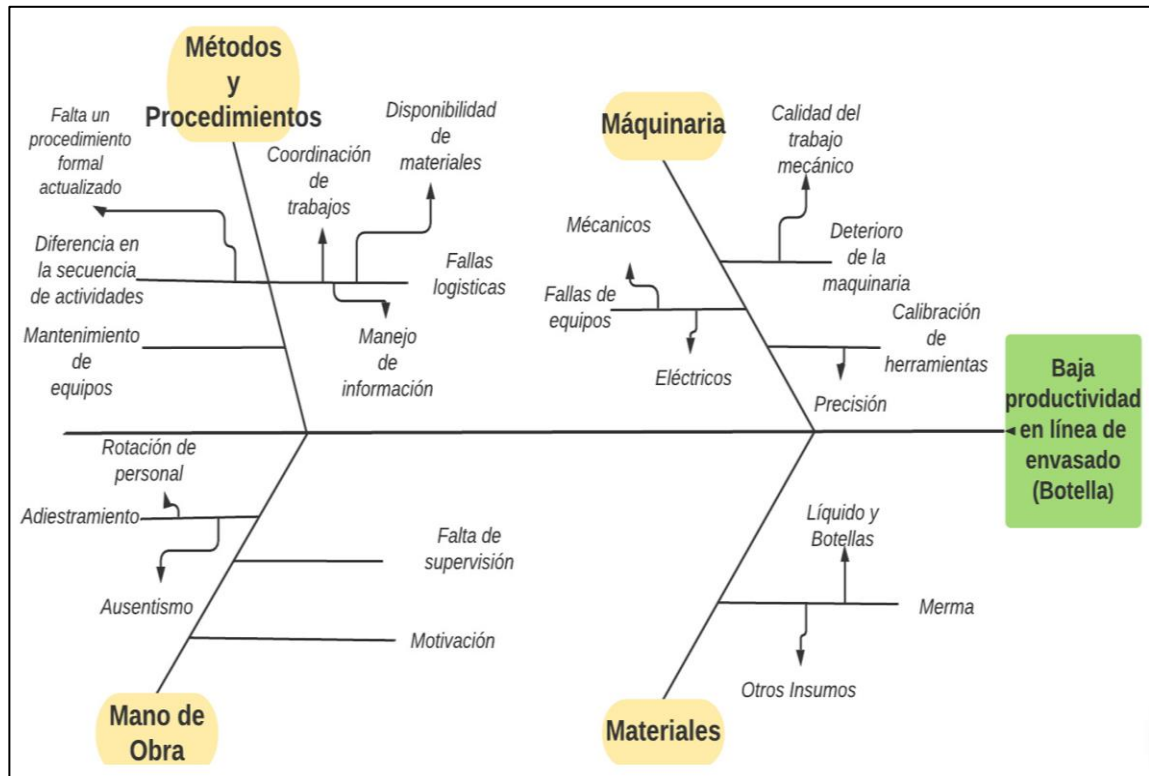
3.2. Objetivo 2. Analizar los problemas críticos en el proceso de llenado de botella

Para consecuencia de este análisis de estudio, se realizó un diagrama de *Ishikawa* para la observación de los problemas que afectan a la productividad al momento de llenar cerveza en botellas y lograr una visualización de las fallas principales en una forma descriptiva de la maquinaria que ocasionan los paros en la línea de envasado durante su producción.

3.2.1. Diagrama de *Ishikawa*

Por este motivo se indicaron cuáles son las dificultades que afectan a la máquina envasadora de botellas durante un periodo de tiempo de estudio observado y así poder indicar la ineficiencia del volumen de cerveza en las botellas de bajo nivel en las máquinas de la planta de envasado que implica bajos rendimiento en el proceso productivo. Con la ayuda de la información que se recolectó, se elaboró un gráfico en donde se representan las causantes que afectaron la productividad en la línea de envasado.

Figura 9. **Ishikawa del proceso de llenado de cerveza en botella**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio 2019.

En la figura 10. Se describe todas las causas y efectos del problema de baja productividad en el proceso productivo de envasado, seguidamente se describe el origen de los problemas obtenidos durante la investigación.

3.2.1.1. Los equipos

Deterioro de la maquinaria: Las máquinas se ven afectadas por la calidad en la parte mecánica y eléctrica, ya que con el tiempo y funcionamiento de las piezas de la máquina van sufriendo un tipo de desgaste teniendo como resultado en los ajustes de la máquina generando fallos de precisión, al momento del

cambio de estilo de cerveza o producto en la reparación de válvulas llenadora de cerveza u otras piezas cuando se presentan las fallas.

Fallas: al momento de producción de llenado, se empiezan a presentar problemas en la máquina ocasionando atrasos de la producción, ya que al momento de una esterilización o producción con cerveza, al determinar algunas fallas de las válvulas llenadoras de cerveza en la parte mecánica que se rompen empaques o requiere de engrasar las válvulas, esto provocando que el funcionamiento en la producción de llenado de botella se presenten los problemas que ocasionan atraso en el tiempo productivo y se disminuye el rendimiento de productividad de la maquina envasadora, afectando las características de la cerveza en botella para producto final.

3.2.1.2. Los métodos y procedimientos

Secuencia de actividades: no hay un seguimiento de las mismas secuencias de las actividades por los operarios durante el proceso o de una revisión a los problemas de la máquina, no existe un procedimiento formal actualizado.

Mantenimiento de equipos: se presentan las fallas por el motivo que no hay una planificación sobre el mantenimiento que se les debe de dar a las máquinas, dado que no existe ninguna hoja de control para los trabajadores donde se pueda tener un mejor control sobre los servicios que se han realizado o estén por realizarse.

Logística: se encontró debilidad en la coordinación de las actividades y localización de los repuestos o piezas mecánicas como también los instrumentos al momento del cambio o reparación de piezas mecánica o eléctricas, también la

maquinaria en su mayoría de partes todo es nuevo ya que tiene poco tiempo en funcionamiento desde su instalación y existe ocasiones donde se ve la obligación de poder mandar atraer de afuera algunos repuestos y estos demoran semanas en venir al país.

3.2.1.3. Trabajadores

Fallas de supervisión: siempre existe la falta de control hacia la máquina en operación por los operarios del área encargada así también como el trabajo que realizan en la operación como de mantenimiento, limpieza, abastecimiento de tapa o botella, etiqueta y colocación de fecha de vencimiento, ya que son operaciones que realiza el operador manualmente y es necesario la supervisión para ir garantizando la calidad de los mismos y la disminución de tiempos muertos durante el proceso.

Adiestramiento: hay una falta de interés al momento de enseñarles a los operadores, por ausentismo, rotación del personal, entre otros. Ya que no todos los empleados tienen el mismo interés por revisar que todo funcione de la mejor manera y pueda evitarles algún atraso al momento de la operación.

3.2.1.4. Materiales

Falla de servicios: estas fallas se dan eventualmente cuando no hay disponibilidad de CO₂, la presión de aire, electricidad, agua desaireada, y entre otros. Estos son elementos muy necesarios controlar, para el manejo de los equipos al momento de llenado de cerveza.

Problemas de calidad: la botellas que se utilizan son nuevas y son no retornables, pero llegan sucias con polvo de bodega para el área de envasado

en la cual hay un proceso de lavado antes de iniciar producción el cual lleva tiempo aproximadamente de 1 a 2 horas dependiendo de la demanda, hay ocasiones con el líquido en este caso es la cerveza que puede estar muy carbonatada o baja de temperatura, esto ocasionando que no se pueda llenar bien al momento de envasar, ya que tiende a espumear demasiado y provoca producto de bajo volumen, también al momento del etiquetado hay etiquetas que se quedan pegadas en los rodillos de la maquina provocando que algunas botellas salgan sin etiqueta al final de la producción, pero esto es porque el pegamento que se utiliza después de destapado pasa algunos días sin movimiento y tiende a ponerse duro, perdiendo su efectividad.

3.2.1.5. Diseño de la herramienta

Mantenimiento o servicio: el mantenimiento y limpieza para la máquina se realiza cada vez que no se tiene demasiada producción siempre dependerá de la demanda que se tenga para producir y la duración del mantenimiento exterior o interior es de una semana siempre dependerá el tiempo de mantenimiento de acuerdo al servicio que se realiza, que puede ser para la revisión y mantenimiento de válvulas. La limpieza para exterior e interior de la máquina es una parada productiva de 24 horas en 3 días con un turno de 8 horas. El tiempo puede diferir a una semana para cubrir mantenimiento y limpieza de válvulas y parte interior y exterior de las máquinas

Es importante separar todas las paradas programadas que son parte del proceso y que van a incurrir en un tiempo productivo, ver la tabla 4, se describe las actividades de paradas programadas identificadas, siendo parte del proceso de producción de llenado de botella.

Tabla III. **Paradas programadas**

Paradas	Descripción
Programadas	Limpieza de interna de la máquina
	Limpieza de la línea de llenado
	Mantenimiento
	Configuración
	Esterilización
	Cambio de estilo

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Las paradas no programadas son clasificadas por área donde todo pertenece a lo interno de envasado ya que los operadores deben de realizar las reparaciones que son del funcionamiento de los mismos equipos. Ver la tabla IV, se especifican las paradas no programadas identificados durante el proceso de producción de llenado de cerveza.

Tabla IV. **Paradas no programadas**

Paradas	Tipo	Área	Descripción
No programadas	Internas	Mécanico	Funcionamiento de la maquinaria y calibración.
		Operación	
		Eléctrico	
		Calidad	Botellas con defectos de fabricación.
			Tapas
			Análisis de Aseguramiento de Calidad.
		Lógistica	Falta de pallets
			Falta de envase
			Envío de producto a bodega
			Exceso de botellas no conformes
		Proceso	Falta de Cerveza
			Falta de presión.
			Falta de etiquetas
			Falta de tapas
		Utilidades	Falta de presión de CO2 y aire.
			Falta de cerveza
			Temperatura muy alta.
			Cerveza muy carbonatada

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

- Operación: son las paradas causadas por el bajo rendimiento debido a la manipulación inadecuada realizada en la maquinaria.
- Mecánico y Eléctrico: son paradas producidas por desperfectos del sistema eléctrico o mecánico de las máquinas.
- Logística de materiales: se identificaron los insumos siguientes
 - Botellas y pallets: la falta de suministro de botellas cuando se planifica la proyección de llenados para la semana puede variar la demanda debido a al momento de cambios en la producción, se debe de hablar al área de bodega para que envíen más envase vacío a la planta, pero el problema que se tiene es que hay ocasiones donde no se tiene a disposición el envase vacío ya que proviene de otra planta externa, también no hay disponibilidad del uso camión. Al momento cuando llega el envase llegan muchas cajas con botellas faltantes y otras botellas quebradas. Al igual sucede con los pallets.
 - Envío de producto a bodega: se tienen retrasos en el tiempo debido al apoyo por el área de bodega para el despacho de producto para pasteurizar y producto terminado.
- Calidad: se explican en los siguientes elementos
 - Tapas: tapas en mal estado o con un calibre diferente y textura fuera de las especificaciones requeridas.

- Botellas con defectos de fabricación: son botellas que están fuera de sus especificaciones que se requieren, cuales llegan rajadas o quebradas desde la bodega.
- Análisis de Aseguramiento de Calidad: son las paradas que el departamento de calidad realiza adicionalmente para la seguridad que el producto se encuentre en sus parámetros permitidos.
- Utilidades: son las siguientes paradas continuas
 - Falta de presión CO2 y aire: la falta en el suministro de CO2 en el área de envasado.
 - Falta de agua desaireada: el contenedor es pequeño y se tiene que estar controlando el nivel del agua, esto debido a que no se cuenta con un visor para controlar el volumen de contenido, ya que es agua con CO2 para que no tenga oxígeno.
 - Temperatura muy alta y carbonatación de la cerveza: al momento que estos elementos afectan llega a producir mucho producto de bajo nivel.
- Procesos, son las siguientes paradas no programadas
 - Falta de cerveza: falta de suministro de cerveza en la línea de envasado.
 - Falta de etiqueta y tapa: falta de suministro en bodega al momento de llenado de cerveza en botella y etiquetado de producto final.

3.2.2. Gráfico de Pareto

Es una herramienta para la utilización de ordenar la información y orientar un análisis enfocado a la frecuencia de los problemas críticos que se presentan con una mayor periodicidad en la parte de envaso, donde el 80 % representa los problemas y el 20 % es de las causas de las actividades.

En la próxima tabla V, se muestra las frecuencias de los problemas durante la operación de llenado de cerveza en botella, el gráfico de porcentaje acumulado es el total cuando estuvo parada la línea de envasado a causas de las fallas generadas por problemas durante el proceso de producción de envasado de cerveza.

Tabla V. Frecuencia de paradas no programadas

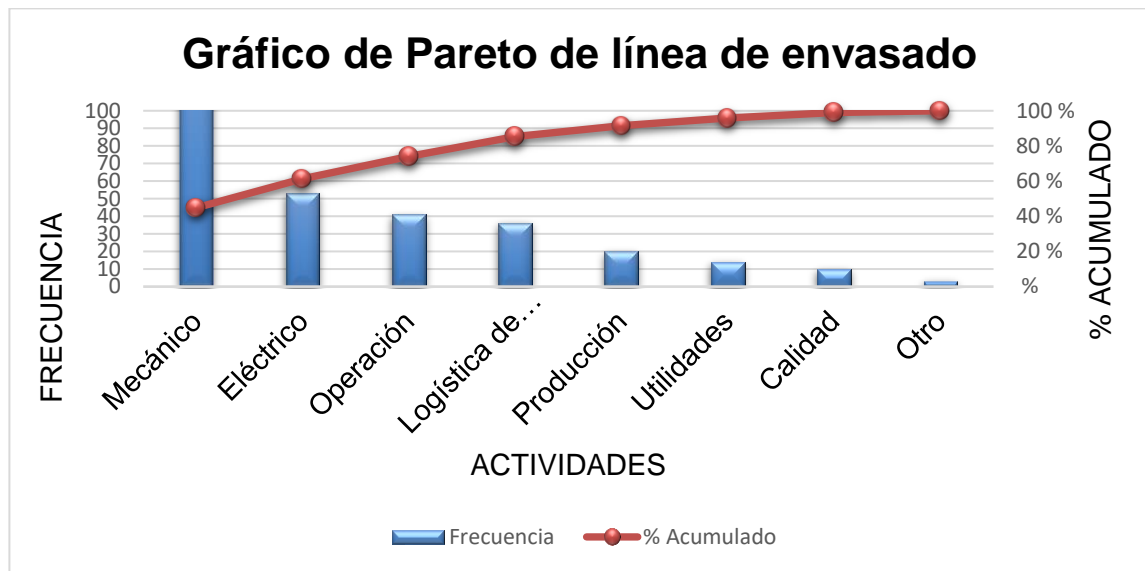
Actividad	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
Mecánico	144	45 %	144	45 %
Eléctrico	53	17 %	197	61 %
Operación	41	13 %	238	74 %
Logísticas materiales	36	11 %	274	85 %
Producción	20	6 %	294	92 %
Utilidades	14	4 %	308	96 %
Calidad	10	3 %	318	99 %
Otro	3	1 %	321	100 %
Total	321	100 %		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Se puede observar en los resultados que el mayor problema que se da en la línea de envasado, son identificando un 80 % de los problemas que son los mecánicos con una frecuencia de 144 con el 45 % de paradas, luego le siguen los eléctricos frecuencia de 53 con el 17 % de paradas y operación con frecuencia de 41 con el 13 % de paradas, esto se debe al desgaste que tiene la máquina durante su proceso de producción y debido que no se tiene una programación de

servicio de preventivos para las válvulas de llenado y los demás equipos de envasado.

Figura 10. **Gráfico de Pareto de paradas no programadas**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

En el gráfico se puede mostrar de una forma visual del porcentaje acumulado y las frecuencias con la que ocurren los problemas, para estos datos se obtuvo durante una observación del tiempo de estudio de ocho meses de las actividades no programadas en la línea de producción, estos problemas se obtienen cuando la máquina está parada a causa de las fallas generadas por problemas de las válvulas. Donde se observa que de izquierda a derecha están ordenadas las fallas que representan un mayor problema y a los cuales se debe de presentar una mayor importancia para darle una solución.

3.3. Objetivo 3. Determinar los beneficios de la aplicación de la herramienta Kaizen en el proceso de llenado de botellas

De acuerdo a la prueba piloto realizada, se determina los beneficios que tiene al aplicar la herramienta *Kaizen*, para la mejora continua del proceso de llenado de botellas.

A través de la observación directa y la encuesta a los empleados del área operativo, se conoció como son las actividades y el ambiente realizados durante el proceso de envasado de cerveza y conocer las opiniones acerca de las tareas que se realizan durante el mismo, se elaboró un diagrama que representa las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de las actividades involucradas generalizando el proceso, y que brinda una mirada realista basada en hechos y guiada por datos obtenidos para la determinación de factores internos y externos del proceso.

Los gráficos de control son una herramienta estadística que beneficia para conocer el comportamiento de control de un proceso donde se le permite a los operadores responsables de la operación analizar el comportamiento como se encuentra el proceso y poder conocer todas las causas de la variabilidad existente, permitiéndoles realizar predicciones, este gráfico se aplicó al mismo tipo de proceso contando las unidades de botella defectuosas (Producto de bajo nivel de volumen) teniendo muestra constante de 6,480 unidades de botellas por día de producción de cada estilo de cerveza, ya que no se cuenta con un control sobre esa merma de nivel bajo de cerveza en las botellas.

Con el uso del diagrama de espina de pescado, se logró una mayor visibilidad de las causas encontradas en los problemas que provocan los paros

no programados y poder ver los puntos de mejorar las actividades del proceso en la línea de producción, que beneficiara a la facilitación de análisis futuros.

Utilizando el diagrama de Pareto se permitió identificar las irregularidades y porcentajes de las actividades de paradas no programadas durante el proceso, ayudando a enfocar la prioridad de los problemas haciendo esfuerzos en las mejoras que tendrán mayores beneficios y así realizar un plan de acción para prevenir tiempos de atraso en la producción por fallas ocasionadas por el equipo para prevenir que los problemas se hagan más grandes.

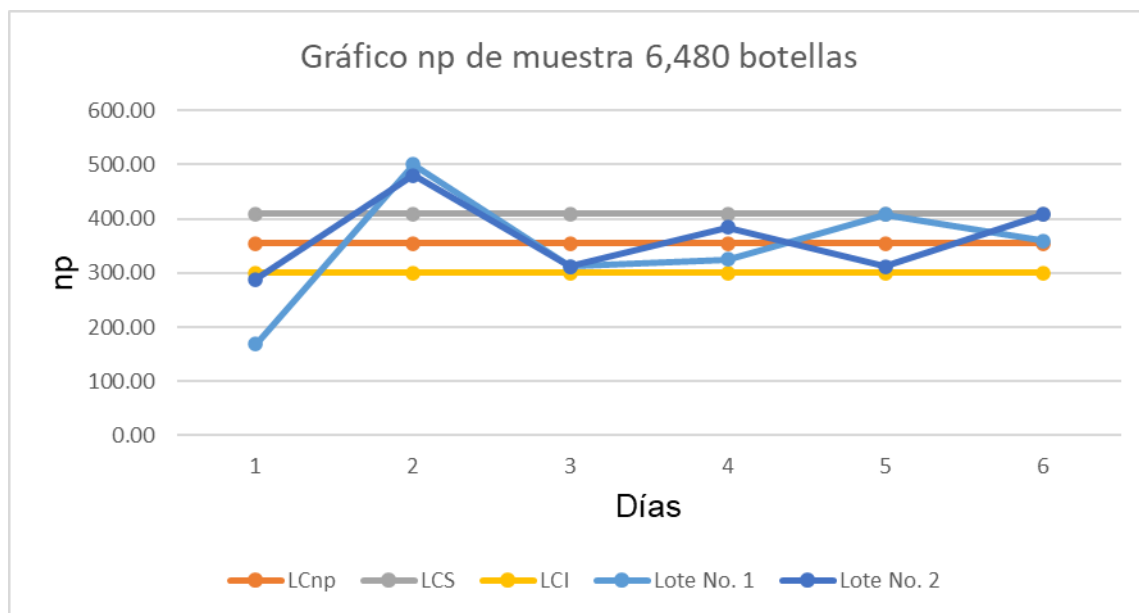
Con la ayuda en conjunto de las herramientas de calidad aplicadas en esta investigación se llegó a determinar los paros no programados durante el proceso de producción, donde se tomó información de la entrevista y observación directa para conocer primero el proceso y entender que sucede al momento de producción.

Luego se hizo la aplicación de cartas de control para diagnosticar y conocer cómo se encontró la línea de producción para un análisis estadístico, que lleva a la utilización de un F.O.D.A., enfocado al proceso determinando factores internos y externos que intervienen en el proceso y generando una estrategia adaptativa con oportunidades al desarrollo de la producción.

Debido que al determinar que se tiene mucha variación en el proceso por la utilización de cartas de control, se realizó un análisis de *Ishikawa* para la identificación de los problema críticos que ocasionan los paros continuos en la línea de producción al momento del llenado de botella, al tener identificado los problemas se realizó un Pareto, para cuantificar las frecuencias con los que ocurrían, identificando que los problemas más relevantes son por fallos mecánicos y eléctricos de las válvulas llenadoras de cerveza.

Recopilando toda la información en las últimas cuatro semanas antes de iniciar con dos nuevos lotes de producción se realizó un mantenimiento general de válvulas de la llenadora de botella, donde se cambiaron empaques y lubricación a la misma para ver el funcionamiento durante producción, y como resultado se tuvo un comportamiento más estable en el proceso donde las válvulas tuvieron la menor cantidad de fallos y se produjo de manera continua en esos días. Obteniendo un beneficio de una cantidad mínima de botellas defectuosas en la línea y mejorando la productividad para la mejora continua en el proceso.

Figura 11. **Gráfico de control controlado**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

En la figura 11. Se analiza una gráfica obtenida después de realizar un mantenimiento de forma general a las válvulas llenadoras de cerveza determinado por gráficas de control, observando que el proceso se encuentra

más controlado, donde en el día 1 y 2 que es el arranque se ve un ascenso de las botellas de bajo nivel y en el día 3 ya se tiene un descenso con una mínima variabilidad en el límite central y teniendo la mayor parte de puntos dentro de sus límites.

- Se definen los beneficios que son mencionados a continuación
 - Determinación de paradas no programadas y programadas
 - Se identificaron las causas y efectos de los problemas identificados en la línea de producción de envasado durante su funcionamiento
 - Se minimizó la cantidad de botellas de nivel bajo de cerveza
 - Conocer la variabilidad del proceso por medio de gráficos de control
 - Se aumento de la productividad al identificar los problemas
 - Al realizar el análisis de interno de fortalezas, debilidades y el externo con oportunidades, amenazas, se identificó un conjunto de estrategias para la solución y seguimiento de problemas.

3.4. Objetivo general. Proponer el mejoramiento de la productividad, en el área de envasado, utilizando la herramienta *Kaizen* en una planta de cerveza ubicada en la ciudad de Guatemala

Para el cumplimiento del objetivo general, consiste en utilizar la herramienta de *Kaizen* que ayuda en la mejora continua de los procesos de

producción y mejoras de indicadores de productividad, se muestra la propuesta de mejora para una planta de cerveza en la ciudad de Guatemala.

3.4.1. Implementar carta de control np en la línea de producción

Al utilizar cartas de control estadístico por atributo derivado que el proceso tiene valores discretos y datos que se pueden contar para el análisis y registro de los mismos. Estos gráficos permiten analizar las características, para detectar el control, variabilidad y mejora de un proceso productivo. En el cual se aplica en la observación para detectar y prevenir el comportamiento de variabilidad de cómo se encuentra un proceso en la producción en un periodo de tiempo, se pueden identificar los días con más cantidad de botellas defectuosas en la línea de producción o determinar las razones de los paros continuos en la máquina de llenado de botella y conocer la variabilidad de un proceso donde la demanda es pequeña y fácil de controlar para aplicar el comportamiento de cada lote producido por la empresa. Con esta herramienta puede orientar al operador o supervisor del área, si el proceso requiere de un mantenimiento preventivo al equipo, revisión de logística, calidad, operación o de utilidad. (Véase apéndice 3 y 4, formatos de carta de control np)

3.4.2. Aplicación de diagrama de Pareto

Es un gráfico en donde permite organizar y clasificar en un orden descendente, por medio de barras sencillas después de haber obtenido los datos para poder clasificar las causas donde se les puede determinar los problemas que tienen una mayor relevancia mediante el principio de pocos significativos, donde hay problemas sin mayor interés frente a unos graves, el 80 % de los resultados de los problemas son originados por el 20 % de los elementos. Con

esta herramienta se detectará la frecuencia de los problemas y darles prioridad para dar una rápida solución. (Véase apéndice 5)

3.4.3. Hoja de registro para utilización en Pareto

Es un formato constituido para la recolección de información de una forma fácil, donde se colocan los registros de pruebas de las observaciones del área operativa de la línea de producción, son descritos por el personal que en cualquier instante que requiera la mejora de un problema, para verificar el control del proceso (véase apéndice 6), la hoja de verificación se usa para:

- Contabilizar fallos en los equipos
- Determinar productos defectuosos de la línea
- Examinar la localización de defectos
- Separar las causas que provoca productos defectuosos
- Verificar y análisis de operaciones

3.4.4. Hoja de *Kaizen*

Es necesario poder utilizar formatos que definen una estructuración de cómo se guardan y representan archivos de forma electrónicos para registros de observaciones en la parte operativas de las empresas, estos documentos son llenados por la persona responsable encargada del área con el fin de querer identificar algún problema que requieran controlar para mejorarlo. Por medio de esta herramienta se pueden registrar problemas para la aplicación de 5 porque que consiste en los pasos de planeación, hacer, estandarización y verificación, esto ayuda para generar información estadística y darles seguimiento a los problemas a resolver. (Véase apéndice 7)

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los beneficios obtenidos se puede comprobar lo importante que son las herramientas de gestión de la calidad aplicando en los procesos con el objetivo de buscar el aumento de productividad, con ellos se pudo diagnosticar y conocer de cómo se encuentra el proceso de producción de llenado de cerveza al momento de envasar, donde la calidad se ha convertido determinante y muy importante para los consumidores a la hora de elegir un producto.

Los resultados que mayor problema se dan en la línea de envasado antes de realizar servicio a las válvulas, identificando el 80 por ciento de los problemas identificados, son los mecánicos con una frecuencia de 144 veces, representando el 45 % de paradas, luego le siguen los eléctricos frecuencia de 53 veces, representando un 17 % de paradas y operación con frecuencia de 41 veces, representando el 13 % de paradas.

Se realizó un análisis donde se hace la comparación antes y después del cambio de empaque y engrasado en las válvulas llenadoras de cerveza de los datos analizados por medio de las cartas de control, al inicio del proceso se realizó un diagnóstico contabilizando todas las botellas de cerveza de volumen bajo que se inspeccionaban por un operario, antes de determinar cuáles eran los problemas críticos de la línea en la siguiente figura 12 se muestra la gráfica donde se puede observar que es un proceso que no está bajo control.

Tabla VI. Comparación de las cantidades de botella de bajo nivel en los primeros dos lotes de producción de un antes y después de realizar un servicio

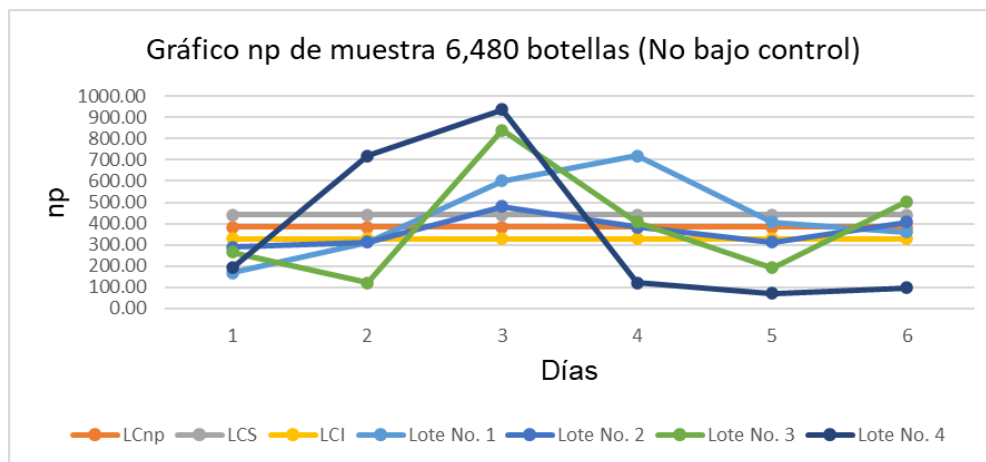
de mantenimiento de válvulas, donde se observa una minimización de la cantidad de artículos defectuosos.

Tabla VI. Comparación proceso de envasado

ANTES			DESPUES		
	Días	Número de artículos defectuosos		Días	Número de artículos defectuosos
Lote No. 1	1	168		1	152
	2	312		2	501
	3	600		3	310
	4	720		4	323
	5	408		5	398
	6	360		6	348
Lote No. 2	1	288		1	297
	2	312		2	470
	3	480		3	312
	4	384		4	354
	5	312		5	312
	6	408		6	400
Total		4752		Total	4177

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Figura 12. El antes del proceso de envasado en botella

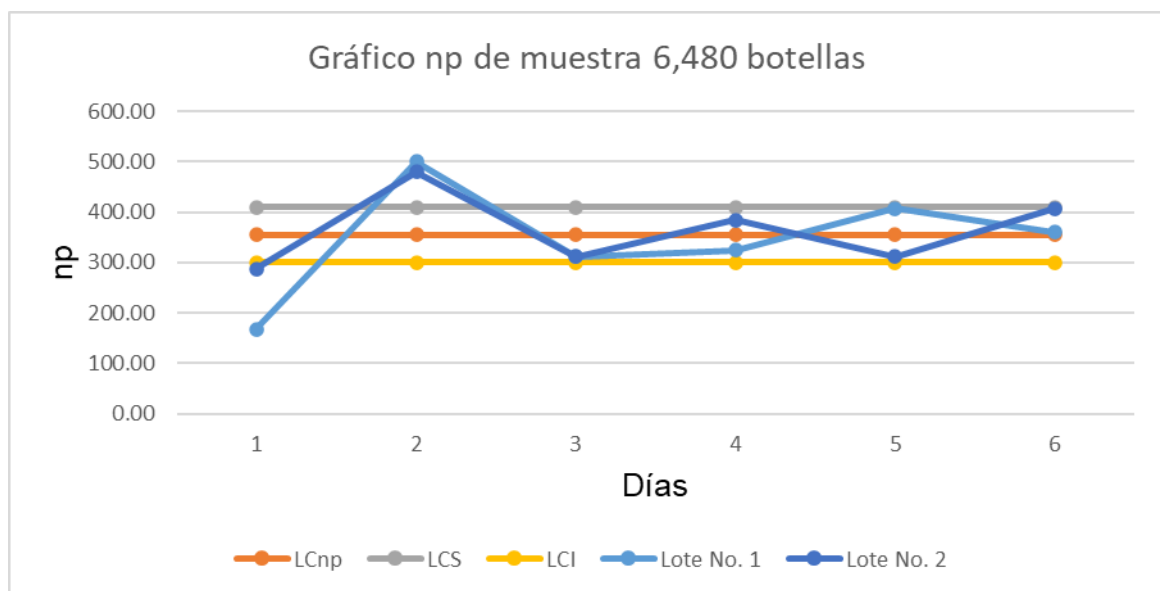


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

En la figura 12. Se muestra un gráfico de control después de haberse realizado un servicio en la parte mecánica de empaques y lubricación a las válvulas llenadoras de cerveza, determinado que la línea de envaso es un proceso más controlado.

En el análisis de carta de control por atributo np, se realizó un antes y un después de realizar servicio de empaques y engrasado a las válvulas, el resultado fue minimizar los paros de la máquina en la parte mecánica y reducir la cantidad de botellas defectuosas por la línea de envasado, logrando que el proceso tenga una variabilidad baja y se encuentre bajo control.

Figura 13. **El después del proceso de envasado en botella**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

4.1. Internos

Los resultados que se obtuvieron para los análisis son claros y concretos gracias a la planta de producción que brindó la oportunidad de realizar el estudio en el lugar del área de envasado, para lograr conocer las actividades del proceso de llenado de cerveza en botella y poder identificar los problemas críticos que suceden en la producción de envasado, esto debido a la pequeña demanda que contiene la planta de producción.

Se realizó la adaptación del uso de herramientas de gestión de calidad englobando el *Kaizen* al proceso de llenado de botellas para diagnosticar, identificar problemas críticos y determinar el aprovechamiento para la mejora continua en el proceso de la planta de envasado.

El estudio fue factible porque se contó con todos los medios necesarios para la ejecución de cada fase de investigación y poder realizar los objetivos propuestos.

Se contó con el personal a disposición para realizar las tareas que se requieran necesarios para la investigación teniendo acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad. Facilidad de movilidad dentro de la planta, así como la infraestructura que permitió la realización del estudio de campo para la investigación.

4.2. Externos

En los antecedentes se citó a Quiñonez (2012). Donde define la mejora continua, determinando que es un conjunto de estrategias, planes, métodos, herramientas e instrumentos que consisten en mejorar los procesos como

materia de calidad, tiempos de entrega, niveles de satisfacción, reducción de costos, aumento de productividad, servicio al cliente. En los resultados se comprende el concepto que se usa para la mejora continua en cualquier proceso, pero aquí se aplicó al proceso de la línea de producción de botellas para el mejorar de la calidad, aportando la identificación de merma y de tiempos muertos durante la producción.

En la investigación se comprobó el aporte de Suarez y Dávila (2011). Definiendo el *Kaizen* como mejoramiento continuo se puede aplicar en la vida social, familiar, personal y de trabajo. En este caso se aplicó en la planta de cerveza enfocado a la producción de envasado, donde se involucró a los empleados operativos del área como a los operadores y supervisor teniendo un aporte al conocimiento de la mejora continua, ya que es un procedimiento en un proceso de producción ayudando a la reducción de tiempos, creando la lealtad y compromiso en los colaboradores de una planta de cerveza.

Recordando de nuevo a Suarez y Dávila. (2011). Ellos definieron como una mejora constante para la determinación de problemas en el lugar de trabajo y la eliminación de la muda; esto quiere decir que es toda actividad que consuma recursos y no cumpla con los requerimientos del cliente. En la investigación se determinó minimizar las botellas de bajo nivel de cerveza en los fallos mecánicos de las válvulas de la llenadora de botellas, el cual ayudo a poder cumplir con los controles y parámetros de establecidos, asegurándole al cliente una excelencia en su producto.

En cuanto a, Morabia (2015) determino que en una empresa de embutidos realizó un estudio en el sector agroindustrial, donde se investigó con el objetivo de poder demostrar la necesidad de implementar la metodología de kaizen, para mejorar los sistemas de estrategias y fortalecer la información que cuenta la

empresa. Para esta investigación se utilizó un diagnóstico de FODA para la determinación de estrategias para saber que herramientas ayudan a la mejora continua así pudiendo englobar el *Kaizen*, para mejorar las actividades de los procesos, observar, diagnosticar y evaluar cómo se encontró la línea de producción y en base a eso poder realizar beneficios que ayudaran al proceso y a la empresa como tal.

En cuanto a, Guerra (2013) en la investigación que realizó en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica, se refirió a la puesta en marcha de la metodología *Kaizen*, en la cual se busca la mejora continua y quitar el desperdicio en el proceso de sellado del blíster aplicando herramientas de siete desperdicios. Entonces en esta investigación se utilizaron las siguientes herramientas de calidad, como diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, gráficos de control para diagnosticar y así se logró determinar los desperdicios de la línea de producción.

CONCLUSIONES

1. Al realizar el diagnóstico con las herramientas de carta de control por atributo np y un análisis F.O.D.A., se identificó que la máquina embotelladora no se le realiza un servicio de válvulas preventivo, provocando una alta variabilidad en el proceso de la línea de envasado.
2. Se analizaron los problemas críticos al momento del llenado de botella los cuales se identificaron y se analizaron por medio de las herramientas de calidad, *Ishikawa* y Pareto, donde se determinó que los problemas con mayor frecuencia son los mecánicos, eléctricos, producción y logística de materiales de empaque y repuestos para la línea de envasado.
3. Se determinaron los beneficios de la herramienta *Kaizen*, los cuales son: realizar un plan de servicio para evitar paradas que no son programadas, minimizar las unidades de botellas de nivel defectuoso de la línea de envasado y tener una producción más controlada.
4. Se realizó una propuesta con base a las necesidades encontradas en la investigación, aplicando las herramientas de gestión de calidad (Carta de control np, *Ishikawa* y Pareto), hoja de registro de fallos de válvulas y la hoja *Kaizen*, para la aplicación de 5 ¿Por qué?

RECOMENDACIONES

1. Establecer un programa de mantenimiento utilizando la herramienta de calidad TPM mensual, para el servicio de las máquinas de la línea de envasado y poder minimizar los paros no programados durante la producción.
2. Implementar herramientas de calidad para la mejora continua de la línea de producción, que ayuden a tener conocimiento de la variabilidad, registro de fallos, identificación de problemas para darles prioridad a resolver en la línea de producción.
3. Desarrollar un programa para llevar a la práctica la propuesta de la herramienta de *Kaizen*, para mejorar la productividad y tener un mejor control de los problemas que surjan en la línea de envasado.
4. Supervisar e inspeccionar los problemas de la línea de envasado con la ayuda de la hoja de registro de fallos de las válvulas y aplicar la hoja *Kaizen* para el manejo de los 5 ¿Por qué?, que consiste en realizar las acciones de planear, hacer, estandarizar y verificar para la mejora continua de la línea.

REFERENCIAS

1. Content, R. (11 de diciembre de 2019). Análisis FODA o Matriz DOFA entiende el concepto y ponlo en práctica. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/como-hacer-una-matriz-dofa/>.
2. Cruelles, J. (2012), *Productividad e incentivos: como hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. México D.F.; Alfaomega Grupo Editor, S.A.
3. Delers, A. (2016). *La filosofía del Kaizen pequeños cambios con grandes consecuencias*. España: en50MINUTOS.es.
4. Gehisy. (22 de mayo de 2017). El grafico o diagrama de control. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://aprendiendocalidadyadr.com/grafico-o-diagrama-de-control/>.
5. Guerra, R. (2013). *Diseño de la investigación de la metodología kaizen aplicada en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2741_IN.pdf.

6. López, A. (9 de noviembre de 2019). ¿Qué es el método *Kaizen* y cuáles son sus beneficios a las empresas? [Mensaje de blog]. noviembre 2019. Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/metodo-kaizen/>.
7. Morabia, R. (2015). *Estrategias para el fortalecimiento de la información financiera, a través de la metodología kaizen, en las empresas de embutidos del sector agroindustrial del estado Aragua* (Tesis de maestría). Universidad de Carabobo, Venezuela. Recuperado de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2114/mroa.pdf?sequence=1>.
8. Niebel, B. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseños del trabajo*. México: MCGRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
9. Quiñonez, J. (2012) *Análisis de la cadena de valor de una línea de producción de efervescentes, en una planta farmacéutica donde producen medicamentos de venta libre, en Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3258.pdf.
10. Serrano, S. (3 de septiembre de 2003). Herramientas de la gestión de la calidad. [Mensaje de blog]. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/4_herramientas/4_herramientas.htm.

11. Suarez, M. y Dávila, J. (julio, 2011). ¿qué es el *kaizen*? INNOVAR. *Revista de ciencias Administrativas y Sociales*, 21(41), 19-37.
Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/818/81822806003.pdf>.
12. Vieira, D. (12 de septiembre de 2019). Diagrama de Ishikawa: ¿qué es y para qué sirve? [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-diagrama-de-ishikawa/>.

APÉNDICES

Apendice 1. Observación directa

Estas páginas contienen información “elaborada por el estudiante” no deben continuar con la numeración de figuras y tablas.

Nombre del observador: _____

Proceso que observa: _____

Instrucciones: Observar si la ejecución de las actividades marcando con una (X) el cumplimiento de acuerdo con la escala establecida (Si, No o Tal vez).

Objetivo: Observar y evaluar el desempeño realizado por el trabajador dentro de la empresa.

No.	Aspectos a evaluar	Si	No	Tal vez	Observaciones
1	Elabora sus actividades en tiempo y forma adecuada.				
2	Verifica su área de trabajo que este limpia y ordenada antes y después del proceso de llenado.				
3	Revisan el producto que recibe y el que envía a bodega				
4	Carga y descargan el producto por el ascensor				
5	Verifica que las máquinas funcionen correctamente antes y durante el proceso				
6	El espacio donde trabaja es el adecuado.				
7	Cumple los pasos establecidos para la elaboración de las actividades del proceso				
8	Ejerce un buen comportamiento en el grupo de trabajo.				
9	Es responsable en su trabajo				
10	Si falla algo del proceso tiene el interés de solucionarlo.				

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apendice 2. Entrevista

Instrucciones: Contesté las siguientes interrogantes con honestidad y responsabilidad de acuerdo a las preguntas que encontrará a continuación.

Nombre: _____

Puesto: _____

1. ¿Cuál es su horario laboral?
2. ¿A qué hora inician y termina el proceso de llenado de botella en un día de producción?
3. ¿Qué tarea del proceso le lleva más tiempo?
4. ¿Qué tarea del proceso de llenado se le dificulta más realizar?
5. ¿Cuánto es la producción en un día de producción de llenado de botella?
6. ¿Cuánto tiempo le toma el proceso de llenado de botella?
7. ¿Qué considera que puede mejorar en el proceso de llenado de botella?

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apendice 3. Hoja de carta de control np

Nombre del encargado: _____

Área de aplicación: _____ Fecha: _____

Días	Tamaño de la muestra	Número de artículos defectuosos	Pi	LCnp	LCS	LCI
Lote No. 1	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
Lote No. 2	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
Lote No. 3	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
Lote No. 4	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
	_____	_____				
Total						

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apéndice 4. **Formato para gráfico de control**



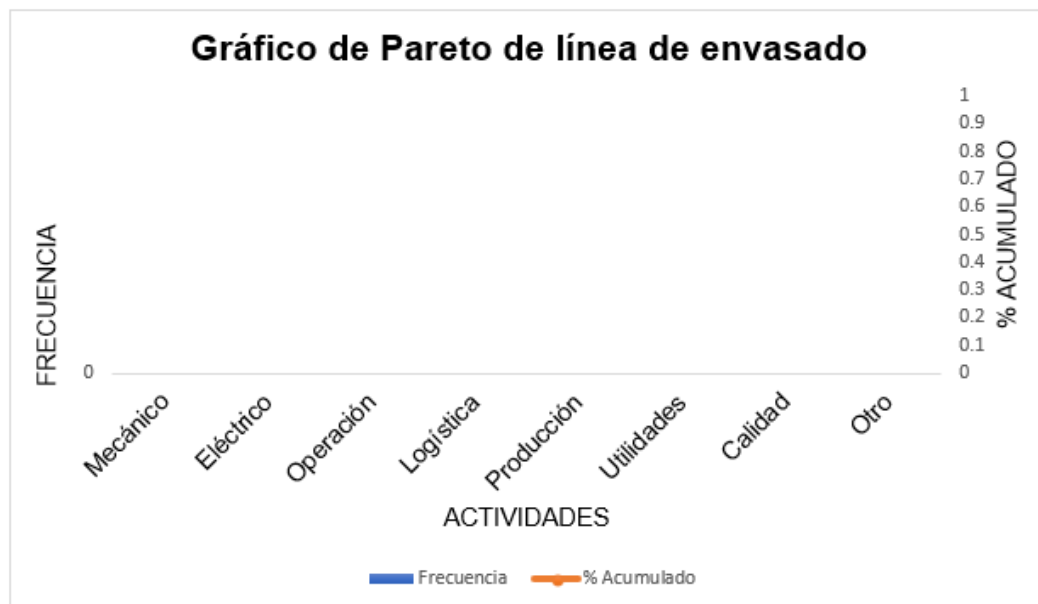
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apéndice 5. Hoja de pareto

Nombre del encargado: _____

Área de aplicación: _____ Fecha: _____

Actividad	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
Mecánico				
Eléctrico				
Operación				
Logística				
Producción				
Utilidades				
Calidad				
Otro				
Total	0			



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apéndice 6. Hoja de registro de fallos llenadora

REGISTRO DE FALLOS DE LLENADORA DE BOTELLAS

FRECUENCIA DE FALLOS SEMANAL								
No. De válvula	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Observación
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
Otra pieza:					Otro tipo de fallo:			

Simbología:				
L = Lubricación	H = Hidráulico	I = Inspección	C = Cambio	MA: Mantenimiento anual
M = Mecánico	EE = Electrónico	R = Reparación	IG = Inspección General	
E = Eléctrico	N = Neumático	A = Aseo	MS = Mantenimiento semanal	

Elaborado por: Nombre de encargado:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha realización:		
Área de aplicación:		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apéndice 7. **Hoja de Kaizen**

HOJA DE KAIZEN				
Departamento:		Elaborado por:	Fecha:	No. De código:
Área de aplicación:				
PLANEAR	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA QUE SE QUIERE MEJORAR (6W 1H)			
¿Qué problema se tiene?		¿Por qué es el problema?		
¿Quién es el responsable?		¿Por qué es el responsable esta persona?		
¿Dónde ocurre?		¿Por qué ocurre ahí?		
¿Por qué ocurre?		¿Por qué ocurre entonces?		
¿Cuándo ocurre?		¿Por qué ocurre así?		
¿Cómo ocurre?		Verificación		
		Antes		Después
HACER				
¿Cuál sería la solución?				
Acciones a realizar				
Acción No.1:				
Acción No.2:				
Acción No.3:				
FRECUENCIA		Qué tipo de problema identifico en el proceso		
¿Cuánto tiempo se pierde por cada vez que sucede?		1. Eléctrico 4. Sobreproducción		
¿Cuántas veces sucede por min, día, mes?		2. Mecánico 5. Inventario		
ESTANDARIZACIÓN		3. Calidad 6. Utilidad		
¿Se puede ser aplicado a otras áreas de la planta?		Beneficio:		Costo (Q.):
Fecha de revisión:	Nombre de responsable:	Fecha de implementación:	Vo. Bo. Del Supervisor	Firma de aprobación por gerente:

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apéndice 8. Matriz de coherencia

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA KAIZEN EN UNA PLANTA DE CERVEZA UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

preguntas de investigación	objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
General: ¿Cómo una herramienta <i>Kaizen</i> puede mejorar la productividad del área de envasado de la planta de cerveza?	General: Proponer el mejoramiento de la productividad, en el área de envasado, utilizando la herramienta <i>Kaizen</i> en una planta de cerveza en la ciudad de Guatemala.	Enfoque mixto. Diseño no experimental. Estudio descriptivo, correlacional, transversal. Alcance descriptivo	Se comprueban lo valiosas que son las herramientas de gestión de la calidad en los procesos con el objetivo de buscar la mejora continua, donde la calidad se ha convertido en los últimos años muy importante para los consumidores a la hora de elegir un producto.	Se realizó una propuesta con base a las necesidades encontradas en la investigación, aplicando las herramientas de gestión de calidad, hoja de registro de fallos de válvulas y la hoja <i>Kaizen</i> , para la aplicación de 5 ¿Por qué?	Supervisar y registrar los problemas de la línea de envasado con la ayuda de la hoja de registro para fallos de las válvulas y la utilización de la hoja <i>Kaizen</i> aplicado a los 5 ¿Por qué?, que consiste en realizar las acciones de planear, hacer, estandarizar y verificar para la mejora continua de la línea.
Pregunta auxiliar: 1. ¿Cómo se encuentra la línea de producción de la cerveza?	Específico: 1. Diagnosticar la línea de producción, en el proceso de llenado de botella.		Diagnóstico de variabilidad de la línea de envasado de botellas y análisis F.O.D.A. enfocado al proceso, por paros no programados en los equipos.	Al realizar el diagnóstico con las herramientas de carta de control por atributo np y un análisis F.O.D.A. se identificó que la máquina embotelladora no se le realiza un servicio de válvulas preventivo, provocando una alta variabilidad en el proceso de la línea de envasado.	Establecer un programa de mantenimiento utilizando la herramienta de calidad TPM mensual, para el servicio de los equipos de la línea de envasado y poder minimizar los paros no programados durante la producción.
Pregunta auxiliar: 2. ¿Qué problemas se presentan el llenado de botella?	Específico: 2. Determinar los problemas críticos en el proceso de llenado de botella.		Identificación y frecuencia de los problemas críticos en la línea de producción de envasado debido a paros no programados en la línea de envasado.	Se analizaron los problemas críticos al momento del llenado de botella los cuales se identificaron y se analizaron por medio de las herramientas de calidad, <i>Ishikawa</i> y Pareto.	Implementar herramientas de calidad para la mejora continua de la línea de producción, que ayuden a tener conocimiento de la variabilidad, registro de fallos, identificación de problemas para darles prioridad a resolver en la línea de producción.
Pregunta auxiliar: 3. ¿Qué beneficios se obtendrán al aplicar la herramienta <i>Kaizen</i> en la productividad del área de envasado?	Específico: 3. Evaluar los beneficios de la aplicación de la herramienta <i>Kaizen</i> en el proceso de llenado de botellas.		Se determinaron los beneficios de la herramienta <i>Kaizen</i> , los cuales son: realizar un plan de servicio para evitar paradas no programadas, minimizar la cantidad de botellas de nivel defectuoso de la línea de envasado y tener un proceso de producción más controlado.	Se determinaron los beneficios de la herramienta <i>Kaizen</i> , los cuales son: realizar un plan de servicio para evitar paradas no programadas, minimizar la cantidad de botellas de nivel defectuoso de la línea de envasado y tener un proceso de producción más controlado.	Se hace necesario el desarrollo de un programa para la implementación de la propuesta de la herramienta de <i>Kaizen</i> , para mejorar la productividad y tener un mejor control de los problemas que surjan en la línea de producción.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.