



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE MEJORA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD POR
MEDIO DE CÍRCULOS DE CALIDAD PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE SACOS JUMBO UBICADA EN GUATEMALA**

Marco Vinicio Toledo Morales

Asesorado por el M.A. Ing. Juan Carlos Castillo Domínguez

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE MEJORA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD POR
MEDIO DE CÍRCULOS DE CALIDAD PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE SACOS JUMBO UBICADA EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO VINICIO TOLEDO MORALES

ASESORADO POR EL M.A. ING. JUAN CARLOS CASTILLO DOMÍNGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

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 Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE MEJORA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD POR
MEDIO DE CÍRCULOS DE CALIDAD PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE SACOS JUMBO UBICADA EN GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 16 de enero de 2021.

Marco Vinicio Toledo Morales

Ref. EEPFJ-0556-2021
Guatemala, 13 de mayo de 2021

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: MEJORA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD POR MEDIO DE CÍRCULOS DE CALIDAD PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE SACOS JUMBO UBICADA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante **Marco Vinicio Toledo Morales** carné número **200615057**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Juan Carlos Castillo Domínguez
Asesor



Mtro. Carlos Humberto Aroche
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial – Fin de Semana



Mtro. Edgar Darío Álvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EEP-EIMI-039-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **MEJORA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD POR MEDIO DE CÍRCULOS DE CALIDAD PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE SACOS JUMBO UBICADA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Marco Vinicio Toledo Morales**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2021



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

DTG.010.2022

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 Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE MEJORA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD POR MEDIO DE CÍRCULOS DE CALIDAD PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE SACOS JUMBO UBICADA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Marco Vinicio Toledo Morales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero 2022

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la capacidad y los recursos para llevar a cabo esta meta académica, sin él nada podemos hacer.
- Mis padres** Nidia Morales y Marco Toledo (q. d. e. p.), por siempre creer en mí, su amor y apoyo incondicional, hicieron posible lograr este sueño.
- Mi esposa** Liseimy Barrera, por ser un pilar muy importante para impulsarme y lograr alcanzar este logro, que ahora es nuestro.
- Mis pastores** Romeo y Mirna Taracena, son ejemplo para mí en cada ámbito de mi vida, y me motivan cada día a dar lo mejor de mí para honrar el nombre de mi Dios.
- Familia y amigos** En general, todos aquellos que de uno u otra forma me han apoyado en este proceso, donde estoy seguro de que cada semilla, consejo y palabras, han sumado para que hoy esto sea posible.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi <i>alma mater</i> durante estos años, permitiéndome adquirir todo este conocimiento.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi identidad como profesional, mi esencia y profesionalismo se lo debo a mi facultad.
Polyproductos	Por permitirme realizar el diseño de investigación y brindarme la información necesaria.
Mi asesor	M.A. Ing. Juan Carlos Castillo, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Gerente de Producción	Ing. Héctor Ramos quien bondadosamente me ayudó a lo largo de la investigación y formación profesional.
Pueblo de Guatemala	Por apoyar y creer en la educación superior, aportando por medio de sus impuestos; a la universidad del pueblo y para el pueblo; espero en alguna medida ser referente, mejorando la productividad de nuestro país.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
6.1. Etapas de la Investigación.....	15
6.1.1. Fase 1: revisión documental.....	16
6.1.2. Fase 2: diagnóstico.....	16
6.1.3. Fase 3: definición de la estrategia	16
6.1.4. Fase 4: definición de evaluación de desempeño.....	16
7. MARCO TEÓRICO.....	17

7.1.	Gestión de la calidad	17
7.1.1.	Definiciones de la gestión de calidad	17
7.1.2.	Siete herramientas básicas en la calidad	18
7.1.3.	Siete herramientas para la gestión de la calidad.....	23
7.2.	Ciclo de Deming y PDCA	27
7.2.1.	Etapas del ciclo Deming	28
7.2.2.	Beneficios del ciclo de mejoramiento PDCA	29
7.3.	Seis Sigma	30
7.3.1.	Diseño para la confiabilidad.....	31
7.3.2.	Tres niveles de calidad	31
7.4.	Lean Manufacturing.....	33
7.4.1.	Carta de control para atributos	34
7.5.	Círculos de calidad	35
7.5.1.	¿Qué es un círculo de calidad? Definiciones	35
7.5.2.	Propósitos de los círculos de calidad	36
7.5.3.	Análisis y mejora de procesos a través de los CCC.....	36
7.5.4.	Organización de los CCC	37
7.5.4.1.	El primer nivel: la alta dirección	37
7.5.4.2.	El segundo nivel: el comité central de gobierno .	38
7.5.4.3.	El tercer nivel: el coordinador o facilitador.....	39
7.5.4.4.	El cuarto nivel: el líder.....	39
7.5.4.5.	El quinto nivel: el círculo y sus componentes....	40
7.5.5.	Pasos a dar lugar en la solución de problemas.....	41
7.5.6.	Técnicas específicas de análisis y solución	41
7.5.6.1.	Brainstorming o tormenta de ideas	41
7.5.6.2.	Principio de Pareto.....	42
7.5.6.3.	Diagrama causa y efecto.....	42

8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	43
9.	METODOLOGÍA.....	45
9.1.	Enfoque	45
9.2.	Diseño.....	45
9.3.	Tipo.....	45
9.4.	Alcance	46
9.5.	Variables e indicadores	46
9.6.	Etapas de la investigación	47
9.6.1.	Fase 1: revisión documental	47
9.6.2.	Fase 2: diagnóstico.....	47
9.6.3.	Fase 3: definición de la estrategia	48
9.6.4.	Fase 4: definición de evaluación de desempeño.....	48
9.7.	Población y muestra	48
9.8.	Técnicas y metodología.....	49
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	51
11.	CRONOGRAMA.....	53
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	55
12.1.	Recursos humano.....	55
12.2.	Recursos físicos	55
12.3.	Recursos financieros	56
13.	REFERENCIAS.....	57
14.	APÉNDICES	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de Pareto para mostrar los defectos principales.	19
2.	Diagrama de causa y efecto de una pizza apetitosa.	19
3.	Histograma de artículos fuera de las especificaciones.	20
4.	Diagrama de dispersión costo directo de MO y producción.	21
5.	Gráfica en X para un golfista principiante.	22
6.	Hoja de verificación para el proceso de soldadura.	22
7.	Diagrama de afinidad.	23
8.	Diagrama de relaciones mantenimiento de maquinaria.	24
9.	Diagrama de árbol.	25
10.	Diagrama tipo matriz.	25
11.	Diagrama de decisión (problema/acción).	26
12.	Diagrama de flujo.	27
13.	El ciclo Deming.	28
14.	La relación entre control y mejoramiento.	29
15.	Acrónimos y definiciones Seis Sigma (acrónimos ingleses).....	31
16.	Otro organigrama típico en empresas norteamericanas.....	37

TABLAS

I.	Matriz de variables.	46
II.	Cronograma.	53
III.	Recursos necesarios para la investigación.	56

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CT	Calidad total
CCC	Círculos de calidad
σ	Desviación estándar
σ_{pi}	Desviación estándar de defectos
σ_w	Desviación estándar de la muestra
e	Error de la muestra
LSC	Límite superior de control
LIC	Límite inferior de control
μ_w	Medía de la muestra
Z	Nivel de confianza de la distribución normal
n	Número de muestra
N	Número de población
d_i	Piezas defectuosas
n_i	Piezas del subgrupo
%	Porcentaje
\bar{x}	Promedio
\bar{p}	Proporción promedio
P_i	Unidades defectuosas
x_i	Valor de la serie

GLOSARIO

5's	Metodología de gestión de origen japonés con cinco principios: Clasificar, ordenar, limpiar, estandar y disciplina.
<i>Ad honorem</i>	Actividad que se lleva a cabo no percibiendo ninguna retribución económica.
BPM	Buenas prácticas de manufactura las cuales establecen las condiciones y requisitos operativos necesarios para asegurar la higiene a lo largo de la cadena alimentaria y la producción.
<i>Brainstorming</i>	Lluvia de ideas es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado.
Calidad	Capacidad de un servicio o producto para satisfacer los requerimientos del usuario.
Certificación	Evaluar la conformidad, da como resultado un informe relacionado a un producto, persona, u organización, asegurando que cumple con ciertos requisitos, características, y exigencias.

Cyberbullying	Utilizado cuando un niño o adolescente es amenazado, molestado, humillado, acosado, o avergonzado por otro niño o adolescente, por medio de la Internet o cualquier otro medio de comunicación digital.
Círculo de calidad	Práctica utilizada en las organizaciones por medio de un grupo de trabajo voluntario, multidisciplinario que trabaja en la mejora de procesos y resolución de problemas.
Cualitativo	Evaluación basada solamente en características físicas o cualidades.
Cuantitativo	Evaluación basada en mediciones reflejadas en términos numéricos.
Epígrafe	Título o frase que se utiliza como una breve introducción de todo un contenido principal.
Estiba	Organización de cajas u objetos dentro de <i>pallets</i> , contenedores o contenedores en el buque.
Estratificación	Dividir un todo en niveles o capas, con el deseo de unificar características deseables a agrupar.
FSC22000	Programa de certificación para sistemas de seguridad alimentaria dirigido a las organizaciones.

HACCP	Análisis de peligros y puntos críticos de control es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria.
Implementación	Acción o efecto de implementar o llevar a la práctica nuevos métodos o sistemas.
Jumbo	Empaques de tela tejida a base polipropileno, utilizado como un recipiente intermedio a granel, usualmente con capacidad de carga por una tonelada.
Métricas	Son los números que representan resultados de medir, representando un resultado o comportamiento comparativo.
Modélica	Que es útil o servirá de modelo por sus cualidades referentes.
Parametrización	Acción de definir o configurar una cosa mediante parámetros.
PDCA	Estrategia basada en la mejora continua de la calidad, en cuatro pasos: planear, hacer, comprobar y actuar.
Polipropileno	Termoplástico obtenido en la polimerización del propileno, que es un subproducto gaseoso al refinar petróleo.

Productividad	Medida económica acerca de cuántos bienes y servicios por cada factor utilizado se han producido (tiempo, trabajador, capital, unidades, entre otros) durante un periodo determinado.
Seis Sigma	Metodología de mejora de procesos, enfocada en la reducción de la variabilidad, optimizando y reforzando el proceso, logrando reducir o eliminar defectos o fallas en un producto o servicio.
Sistemático	Que realiza una tarea ordenadamente, por medio de un método o sistema.
Sostenibilidad	Desarrollo que cubre las necesidades en el presente y no compromete el futuro, logrando un equilibrio entre el crecimiento económico, cuidar el medio ambiente, así como obtener un bienestar social.

RESUMEN

Los empaques industriales a base polipropileno son utilizados en la industria de alimentos, fertilizantes y construcción. Los controles y estándares de calidad poseen diferentes características específicas para cada proceso, la aplicación de herramientas de calidad permite una correcta evaluación de los procesos y certificar el cumplimiento de especificaciones en un nivel de confianza adecuado.

Para generar una dinámica de trabajo con ciclos de mejora continua, es necesario obtener la participación y compromiso de todo el personal involucrado, en cada acción correctiva y/o mejora implementada en los procesos productivos.

El presente diseño de investigación busca proponer metodologías y herramientas para el análisis causa-raíz-solución en la fabricación de empaques industriales (empaque intermedio a granel) tipo jumbo, específicamente para la exportación de ajonjolí de Guatemala a Europa. Contando con estos datos se realizará un análisis técnico y financiero para concluir la viabilidad de este.

1. INTRODUCCIÓN

Todas las acciones planificadas y sistemáticas necesarias para tener certeza del nivel confianza, respecto a la calidad de un producto o servicio, son la base del aseguramiento de la calidad; todo esto orientado a la satisfacción de las expectativas de los clientes.

Debido a distintos reclamos por falta de calidad en los productos, surge la necesidad de mejorar el aseguramiento de la calidad, en un proceso donde el factor humano es determinante, con base en el sistema de calidad ya implementado mejorar la calidad de los productos respecto al incumplimiento de especificaciones de los clientes y algunas concernientes específicamente a alguna aplicaciones de estos empaques.

La factibilidad de la investigación en mención, se posee la autorización de la empresa interesada en la mejora, proporcionando toda la información y acceso a los datos necesarios para la realización del estudio, considerando la posibilidad de utilizar de acuerdo con los resultados obtenidos en la misma.

El proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Guatemala, a partir del 07 de noviembre del 2020 hasta el 01 de mayo del 2021, estructurando de tal forma que la secuencia de la información permita la comprensión del problema, el impacto que posee y la solución que se plantea en el presente.

En el marco teórico se detallan los más básico de los conceptos para asimilar los conceptos, sobre la gestión de la calidad, sus herramientas de análisis y solución de problemas, considerando como herramienta principal el

involucrar al personal operativo y supervisora en círculos de Calidad, en búsqueda de crear una cultura de mejora continua y comprometer de manera intencional a los colaboradores para el aseguramiento de la calidad.

En el capítulo dos, se realiza un diagnóstico situacional de la empresa y el proceso de fabricación de sacos jumbo. En el capítulo tres, se detalla el problema y se esclarece el su impacto en la calidad de los empaques jumbo.

En el capítulo cuatro, se analiza los aspectos que pueden mejorarse para reducir las inconsistencias en la calidad de los sacos jumbos e incrementar el aseguramiento de la calidad en los procesos.

En el capítulo cinco, se plantea la utilización de los círculos de calidad para aumentar la participación del personal en la búsqueda de soluciones viables y resultados adecuados ante la implementación de estas.

En el capítulo seis, se esquematiza y desarrolla la discusión de resultados obtenidos luego de concluir la investigación, generando las conclusiones y una serie recomendaciones para definir las áreas de oportunidad y promover la mejora continua del proceso productivo.

2. ANTECEDENTES

Los círculos de calidad son importantes para el aseguramiento de la calidad por medio de la identificación, análisis y solución de problemas en el día a día, por medio de herramientas de análisis que permitan concluir en la causa-raíz del problema. Según Carro y González (2012) menciona que en “Europa existen abundantes experiencias descritas en la bibliografía de empresas que han puesto en aplicación los círculos de calidad. Destacamos el rápido desarrollo en Francia, donde se publica una revista mensual y existe una asociación nacional de círculos de calidad” (p. 16).

Ante un mundo cambiante, reevaluar de manera constante la forma de cómo se realizan las operaciones y procesos día a día, en busca de la mejora continua; es una ventaja competitiva en los costos por reprocesos, fallas o incumplimiento de especificaciones, de lo cual depende la supervivencia de los negocios; adaptarse con facilidad permite el posicionamiento adecuado en el mercado.

En Estados Unidos de Norteamérica su difusión es atribuida al doctor Juran. El primer círculo de calidad parecido al modelo japonés y usando los mismos materiales de entrenamiento fue introducido en el país norteamericano por Wayne Riecker en 1973 en la empresa Lockheed Space Missile System Division en la ciudad de Sunnyvale, California, con resultados sorprendentes en ahorros de \$3 millones de dólares anuales. (Reyes y Simón, 2001, p. 42)

La planificación de estos programas debe tener un orden lógico y coherente para que las metas sean alcanzables, medibles y el nivel de cada reto sea evaluado correctamente logrando así, sinergia en la implementación de las mejoras; esto tiene un impacto positivo en cada uno de los procesos, y el personal debe adoptar la actitud de ser participativos y promover soluciones, deben creer en el proyecto.

Las perspectivas de la aplicación los círculos de calidad para Hernández (1991) “son vistas como bastante buenas para el 58.8 % de los encuestados y muy buenas para el 18.6 %. Un 18 % no se muestra tan optimista calificando de bastante oscuro el futuro de los círculos” (p. 81).

Para Carro y González (2012) sugieren que no deben tomarse muchos proyectos a la vez, explican que “los círculos han de iniciar su trabajo resolviendo los problemas que surgen en el ámbito de las labores propias de los miembros del círculo” (p. 18). Luego se debe atacar problemas más distantes con departamentos contiguos, posteriormente atacar problemas con áreas más lejanas como los proveedores o la administración, esto fortalece al grupo de trabajo y desarrolla credibilidad.

La capacitación constante e intencional es clave en la formación de los círculos de calidad, logrando así una cultura organizacional para asegurar la calidad, mejor aún, conseguir una sinergia a nivel país para un flujo constante de mejora con lo fue en varios países que lo implementaron.

En Reyes y Simón (2001) se expone la importancia de la organización de institutos y centros de capacitación tomando como base a México donde “ganaron importancia los despachos de consultoría ya existentes, donde resalta el Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C. (Imeca) quien desde esa fecha

organiza convenciones anuales de CCC con amplia participación de las empresas” (p. 44).

Por ello las empresas a todo nivel están comprometidas, debido a que, sin objetivos claros y comprensibles, es probable que las acciones vayan hacia cualquier lugar, entonces no se obtendrán los cambios y resultados deseables en procesos productivos mejorados, principalmente en áreas críticas, de último en cada línea productiva.

El éxito vendrá cuando la organización en todos los niveles comprenda la importancia de tener una cultura de CT, aplicando responsablemente toda a solución o acuerdo definido en la sesiones CCC, para ello es necesario que todo el liderazgo, empezando por la alta dirección en cascada hacia abajo muestre compromiso total con el alcance de las metas o resultados deseados. “El secreto del éxito de un círculo está en el hecho de que el líder consiga influir entre sus miembros un espíritu de equipo que unifique criterios y tendencias, enderece actitudes, orientando todos los objetivos al fin común del círculo” (Izquierdo, 1991, p. 63).

La aplicación de los círculos de calidad ha demostrado ser efectivo, aunque experimenta retos importantes al ser voluntario para los involucrados, y dependerá mucho de su compromiso y seguimiento para el alcance de los objetivos. Por ello un aspecto importante es la retroalimentación constante de los avances y resultados obtenidos.

En Camisón, Cruz y González (2006) se estudia el caso de Ringer Hut, una cadena japonesa de restauración rápida es una experiencia interesante para ilustrar las ventajas potenciales de los círculos. Esta compañía fue pionera en

instaurar círculos de calidad, que fueron acompañados de un sistema de gestión de la calidad encaminado a reavivar el servicio y las ventas.

Además, menciona que la experiencia fue modélica, entre múltiples facetas, en la comprensión de la exigencia de un intercambio abierto de información a todos los niveles organizativos. Los equipos eran suministrados con todos los datos oportunos, especialmente sobre desempeño y satisfacción del consumidor, a fin de que pudieran observar los efectos de su trabajo.

En general podemos concluir que los círculos de calidad son una dinámica grupal, que permite una participación de personas claves en las áreas de trabajo, ya que muchas veces las soluciones están a la vista, pero es necesario llegar a las causas, para actuar sobre ellas y dar seguimiento a las sostenibilidad de estas.

Según Arias y Preciado (2016) concluye que “los círculos de calidad como herramienta de gestión, aporta a la búsqueda de soluciones alternativas y emancipadoras, convirtiéndose así, en una herramienta que previene faltas gravísimas” (p. 18).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria guatemalteca de empaques industriales, destaca la fabricación de empaques de tela tejida, con hilos cinta plana de polipropileno; este tipo de tejidos son utilizados para la fabricación de sacos jumbo, los cuales son confeccionados localmente, y utilizados para consumo interno; mientras otros son exportados en la región, Estados Unidos y El Caribe. Los sacos jumbo generalmente son empleados como un recipiente intermedio a granel, aunque existen aplicaciones donde son el empaque final o principal de materias primas.

Los sacos jumbo o *big bags* jumbo, son utilizados para transportar y/o almacenar distintos tipos de productos, entre ellos sobresalen azúcar, sal, café, cemento en polvo, distintas resinas, entre otros productos. Estos empaques son diseñados de acuerdo con el volumen y capacidad de carga, con variantes específicas, pero comúnmente en el mercado se encuentran con capacidades de 1 tonelada métrica; sin embargo, esto puede cambiar de acuerdo con la aplicación, por la densidad volumétrica de los materiales a empacar. Estos empaques son utilizados para cargas pesadas, y por tanto el aseguramiento de la calidad, inocuidad y demás certificaciones requeridas en el mercado, son aspectos críticos para la eficiencia y efectividad de estos empaques.

Debido a incumplimientos en la calidad de la fabricación de empaques jumbo, han surgido diferentes reclamos por parte de los usuarios o clientes; y es posible aseverar que existen deficiencias en los métodos para el aseguramiento de la calidad y la supervisión de esta. Las más representativas son las fallas: en tejido, costura o confección, laminado, corte e impresión, como discrepancias en la información que identifica los productos.

Los requerimientos y especificaciones son muchas para este tipo de empaques, entre ellas podemos mencionar las certificaciones de calidad, factores de seguridad en elevación y compresión (estiba), estándares FIBC, certificaciones UN para el manejo de materiales peligrosos, impresiones con tintas libres de metales pesados, protección UV, certificación de diseño antiestático, características especiales como tela laminada con recubrimiento sobre la tela o bolsa *liner* interna para la protección del contenido en traslados marítimos, aplicaciones grado alimenticio FDA como certificaciones HACCP/FSC22000, variedad de especificaciones en accesorios, dimensiones, tipos de jumbo siendo los más comunes diseño circular, panel u y cuatro partes bafle, entre otros.

Esto hace que el aseguramiento de la calidad sea un factor determinante para el cumplimiento de estos requerimientos y por tanto tener participación en cada nicho de mercado, con potencial crecimiento.

Se ha evidenciado que el seguimiento a las acciones correctivas es deficiente, generalmente después de algún tiempo vuelven a aparecer los mismos hallazgos o fallas parecidas.

Se identifican deficiencias en el proceso de inducción para el personal de nuevo ingreso, lo cual aumenta el riesgo que, durante la curva de aprendizaje, se cometan errores en el proceso de corte y confección, esto por falta de métodos correctos en operación, BPM y 5S. Se identifica que es necesario el desarrollo de una cultura de calidad donde cada uno de los colaboradores trabajen en equipo, intercambien experiencias y conocimientos, para la resolución de problemas.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de este estudio: ¿Cuál es la metodología propuesta que mejorará el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbos?

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles son los métodos utilizados para asegurar la calidad en la fabricación de sacos jumbo?
- ¿Qué metodología mejoraría el aseguramiento de la calidad en los procesos de producción de sacos jumbo?
- ¿Qué métricas o indicadores pueden aplicarse al aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo?

4. JUSTIFICACIÓN

El estudio se sitúa dentro de la línea de investigación de calidad en el área de sistemas integrados de gestión de la maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, debido a que se enfoca en establecer una propuesta para diseñar una metodología que reduzca la producción de fallas en el proceso final de la confección de sacos jumbo. El efectuar esta investigación propone eliminar las fallas en los distintos procesos, debido a diversos reclamos de clientes, implicando la generación de notas de crédito o descuentos por inconformidades en la calidad de los productos, lo cual afecta directamente la rentabilidad del negocio y la productividad en los procesos.

El proceso para la confección de sacos jumbo, en la fase final de transformación de los empaques industriales, es de suma importancia para la empresa, debido a que este tipo de producto sufre ante una total competencia fuerte por precios y el cumplimiento de especificaciones requeridas para distintas aplicaciones en la industria a nivel global, visualizando que el producto exportado, es el que mayormente impactan en los resultados, ante inconsistencias en la calidad de los productos.

La motivación de esta investigación es lograr cero fallas en el producto terminado que es distribuido en la región, EEUU y el Caribe, esto tendrá un impacto en el posicionamiento estratégico de sus evaluaciones como proveedor de empaques, y sin duda también experimentará un impacto económico positivo en el costeo y los resultados de los procesos productivos.

Los beneficios de realizar la investigación serán generar valor agregado por el cero fallas en la calidad de los sacos jumbos como producto terminado, beneficiando así al equipo comercial como, logística y producción, como también potenciar la imagen de la empresa de manera macro comercialmente hablando.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar una metodología para mejorar el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo.

5.2. Específicos

- Realizar un diagnóstico de los métodos utilizados para el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo.
- Analizar una propuesta para la aplicación de una metodología para mejorar el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo.
- Diseñar indicadores de desempeño para el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbos por medio de métricas o indicadores, para el seguimiento de la mejora continua.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La calidad en cualquier producto comprende la necesidad más importante, ya que de ello depende la aceptación y funcionalidad del producto, cumplir con los requerimientos técnicos y certificaciones mediante el aseguramiento de la calidad en el procesos de confección de sacos jumbo es una necesidad insatisfecha, la cual produce pérdidas económicas y de mercado.

6.1. Etapas de la investigación

La investigación se desarrollará en 4 fases, entre estas se puede mencionar la revisión documental, diagnóstico, definición de estrategias y definición de evaluación de desempeño las cuales se describen a continuación.

6.1.1. Fase 1: revisión documental

Esta etapa consiste en la realización de visitas para la toma de información respecto a la documentación que soporta los métodos aplicados para el aseguramiento de la calidad, entrevistando personal que gestiona y ejecuta dicha metodología, verificando los procesos y procedimientos establecidos. Importante conocer la información histórica de la empresa y demás registros, apoyados en referencias bibliográficas, documentación interna, entrevistas y asesor en la investigación durante el plazo establecido.

6.1.2. Fase 2: diagnóstico

Es necesaria la observación en gemba durante aproximadamente dos semanas, para conceptualizar la operación y los procesos en los cuales se encuentran implícitas las oportunidades de mejora, siendo necesario el mapeo de procesos actual o existente y realizar un levantamiento en las siguientes dos semanas.

6.1.3. Fase 3: definición de la estrategia

Se planificaron cinco semanas para el análisis de toda la información se dispone de cinco semanas para realizar el análisis de la información recopilada para establecer la propuesta y plan de implementación.

6.1.4. Fase 4: definición de evaluación de desempeño

El reconocimiento de la efectividad teórica del modelo propuesto de solución se realizará durante las cuatro semanas siguientes a su definición, estableciendo indicadores definiendo así los resultados mínimos esperados y el seguimiento al desempeño de la propuesta.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Gestión de la calidad

Según Fayas (1995) “la administración y dirección de un sistema de calidad contiene procesos sistemáticos para planear, planificar, ejecutar y controlar las distintas actividades” (p. 172). Esto con el fin de garantizar la estabilidad y consistencia en el desempeño en el cumplimiento de las especificaciones técnicas y requerimientos de clientes.

La gestión de calidad está conformada por:

- Una distribución adecuada de funciones y carga laboral.
- Una planificación estratégica para el alcance de las metas.
- Asignación de recursos adecuada.
- El establecimiento de documentos y procedimientos.

7.1.1. Definiciones de la gestión de calidad

Camisón, Cruz y González (2006) hace mención que “la gestión de la calidad es un concepto complejo y abstracto” (p. 210). Pero hay incertidumbre acerca de cómo poner en práctica la gestión de la calidad, por desconocimiento de sus principios, prácticas y técnicas para el desarrollo óptimo.

Normalmente cada autor escoge los elementos que evalúa importantes, omitiendo con normalidad otros que definitivamente también definen el enfoque de gestión de la calidad en la actualidad.

Básicamente consiste en el modelo administrativo de todos aquellos criterios orientados a los conceptos, aplicaciones y metodologías aplicados a la calidad en productos, procesos o servicios.

7.1.2. Siete herramientas básicas en la calidad

La mejora continua, en su implantación por medio de PDCA utiliza herramientas para cada etapa.

No obstante, esta utilización de técnicas básicas no debe limitarse sólo al ámbito descrito. También son aplicadas en aquellas actividades o funciones en relación con la gestión y/o mejora de la calidad, así como en diversas situaciones para tomar decisiones, de forma estratégica, quizá optimizando recursos, entre otros.

Deben caracterizarse por su fácil comprensión y una sencilla aplicación. No es requerido tener conocimientos avanzados de estadística o matemáticas. Son herramientas que se usan de forma asidua dentro de los niveles intermedios y bajos de cualquier organización.

Para Singh (1997) “se elabora un diagrama de Pareto para mostrar la relativa importancia de diferentes categorías en un proceso” (p. 291). El fin de este es separar procesos pocos vitales de los muchos que son triviales, por medio de la categorización de su recurrencia, mostrando gráficamente el nivel de impacto que tiene cada aspecto categorizado. Esto asegurará que lo que analizamos para mejorar, tenga el mayor impacto.

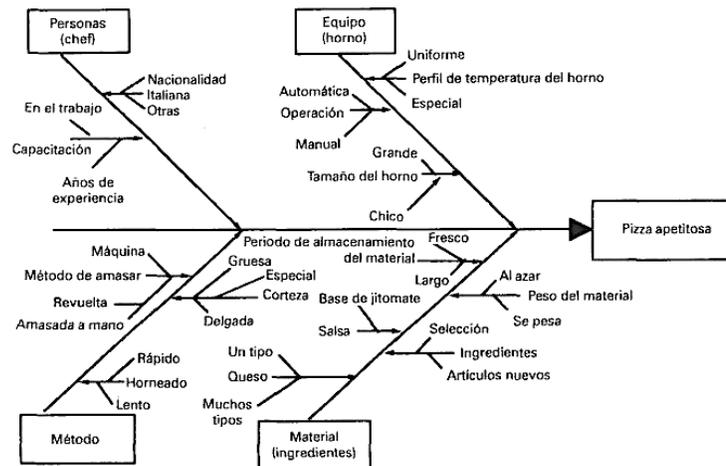
Figura 1. Diagrama de Pareto para mostrar los defectos principales



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

Singh (1997) menciona que “el diagrama de causa y efecto ayuda a averiguar todas las causas posibles, a clasificarlas y a organizar su interrelación” (p. 293). Por lo general, estas causas son estudiadas con lluvias de ideas; y después las causas se categorizan por maquinaria, métodos, materiales, mano de obra, medio ambiente, medición, entre otros.

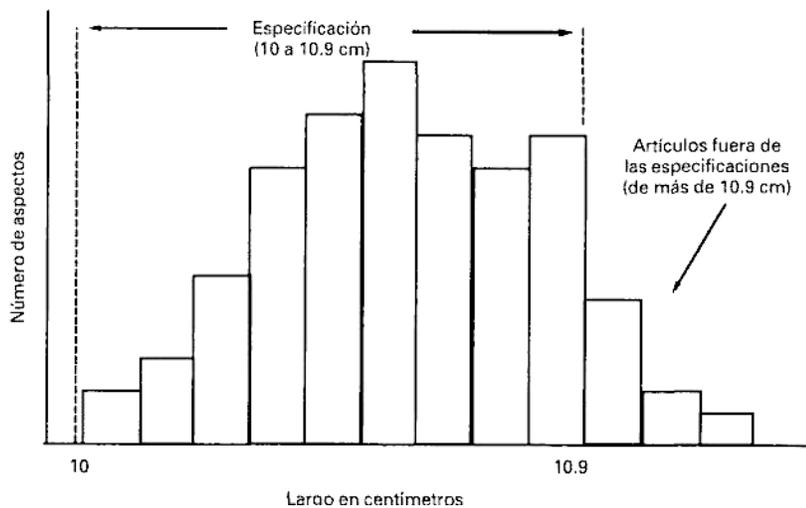
Figura 2. Diagrama de causa y efecto de una pizza apetitosa



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

Para Singh (1997) “un histograma se utiliza para resumir la frecuencia de la ocurrencia de algo, a partir de una muestra de datos” (p. 294). Este nos proporciona una representación visual donde nos revela un mensaje oculto por medio de los datos analizados.

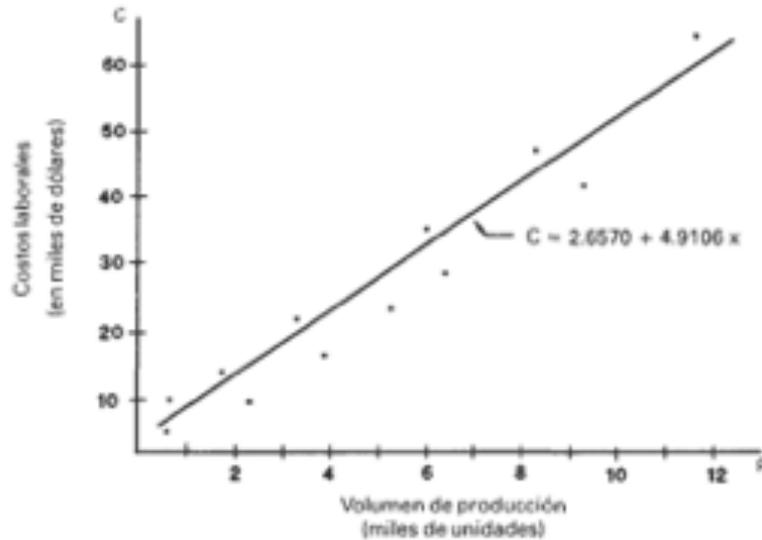
Figura 3. **Histograma de artículos fuera de las especificaciones**



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

Singh (1997) hace referencia a que “un diagrama de dispersión es un tipo de gráfica especial que muestra las relaciones entre dos variables” (p. 294). El cual servirá para definir la relación entre variables para definir la causa y el efecto, por medio de esta dispersión es posible poder estimar un modelo matemático.

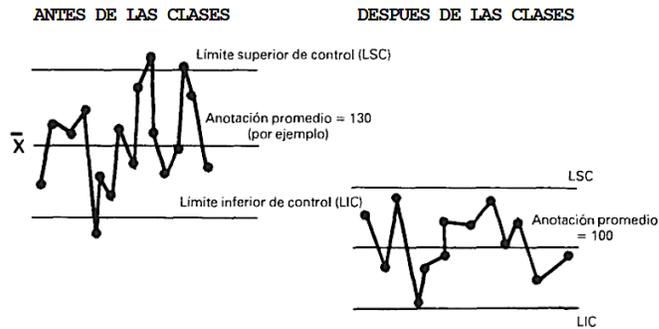
Figura 4. Diagrama de dispersión costo directo de MO y producción



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

Un gráfico de control para Singh (1997) es importante debido a que “la estandarización de los métodos de trabajo es necesaria para mantener este estado. Un diagrama o carta de control nos permite observar si esta estandarización es correcta y si se está manteniendo” (p. 294). Este diagrama de control no es relevante si es usado para mediciones, atributos o defectos, posee una línea central correspondiente a la calidad promedio, sobre la que se debe desempeñar un proceso; si se posee un control estadístico en el proceso, habrá dos límites de control: superior e inferior. Basándose en esta gráfica, resulta fácil detectar una situación que está fuera de control, las tendencias, ciclos y otros de los patrones que no son naturales.

Figura 5. **Gráfica en X para un golfista principiante**



Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

Según Singh (1997) “la hoja de verificación o de evaluación se utiliza para facilitar la recopilación y el análisis de los” (p. 291). Teniendo en cuenta cual es el propósito fundamental con el que se recolectarán datos, esto se debe a que estos reflejaran hechos los cuales se registraran y analizaran, si solo si se recopilan de forma apropiada.

Figura 6. **Hoja de verificación para el proceso de soldadura**

Registro de defectos de la soldadura de onda

Descripción	Número de defectos				
	5	10	15	20	25
1. Sopladura					
2. Agujero para pasador					
3. Ciclo de enfriamiento					
4. Etcétera					

Número total de defectos = $PPM = \frac{\text{Número total}}{\text{Número de uniones}} \times 10^6 =$	Observaciones
--	---------------

Fuente: Singh (1997). *Control de calidad total*.

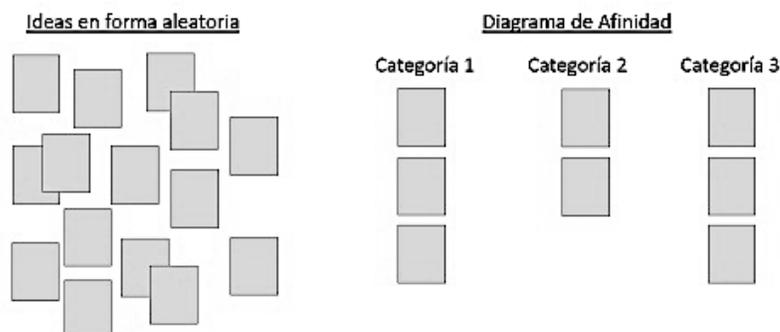
Para Singh (1997) la estratificación “es la técnica de analizar los datos separándolos en varios grupos con características similares, es decisiva para el empleo efectivo de los siete instrumentos o herramientas.” (p. 293).

7.1.3. Siete herramientas para la gestión de la calidad

Para Cuatrecasas (2010) un diagrama de afinidades “permite abordar un problema de forma directa mediante la generación abundante de datos e ideas por parte de todas las personas implicadas” (p. 62). Para aplicar el diagrama de afinidad su proceso comprende los siguientes puntos:

- Definir los objetivos del estudio.
- Generación y recopilación de los datos e ideas.
- Puesta en común y explicación de los diferentes datos e ideas acerca del problema.
- Organización de los datos en grupos de afinidad bajo el epígrafe común de gestión que los agrupa.

Figura 7. Diagrama de afinidad

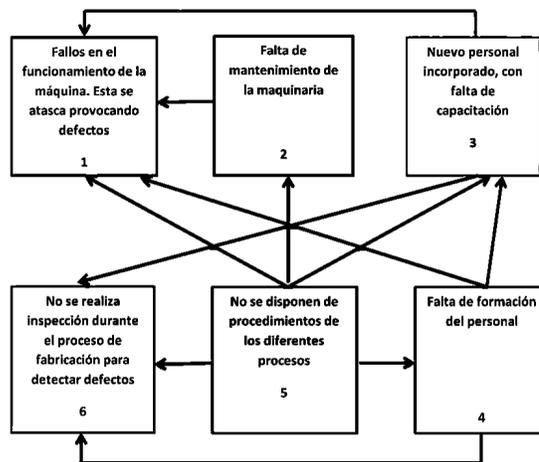


Fuente: Cuatrecasas (2010). *Gestión integral de la calidad*.

Para Cuatrecasas (2010) el diagrama de relaciones “determina de forma gráfica las relaciones o conexiones lógicas existentes entre los diferentes datos e ideas recopilados en el diagrama de afinidad, respecto a un problema o situación, de tal forma que se establezcan los diversos niveles causales entre ellos” (p. 61). Este diagrama representa la misma idea que el diagrama de causa-efecto. Las etapas en que puede llevarse a cabo el mismo son:

- Definir claramente el problema.
- Identificar todas las causas.
- Establecer las relaciones causa-efecto.
- Determinar las causas más relevantes, para establecer prioridades.

Figura 8. **Diagrama de relaciones mantenimiento de maquinaria**

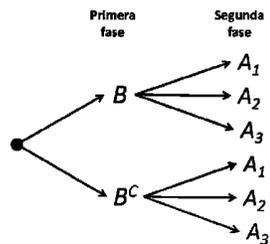


Fuente: Cuatrecasas (2010). *Gestión Integral de la Calidad*.

Según Cuatrecasas (2010) el diagrama de árbol “se emplea para ordenar de forma gráfica las distintas acciones o gestiones que se deben llevar a cabo para solventar el problema o situación sometido a estudio” (p. 62). El fin del

diagrama se basa en la definición del flujo de acciones que se deben emprender para la correcta resolución de la situación para mejorar, se deben definir los objetivos finales a obtener y dividir el proceso en fases o etapas.

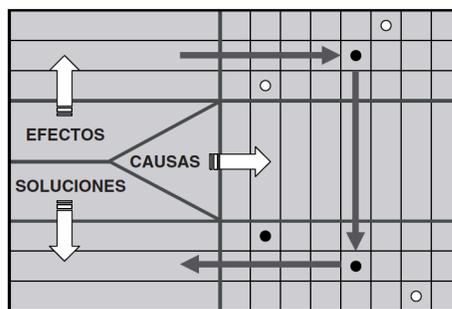
Figura 9. **Diagrama de árbol**



Fuente: Cuatrecasas (2010). *Gestión integral de la calidad*.

Para Cuatrecasas (2010) un diagrama de matriz se realiza “mediante el empleo de matrices se definen gráficamente las relaciones que puedan existir entre diferentes factores” (p. 62).

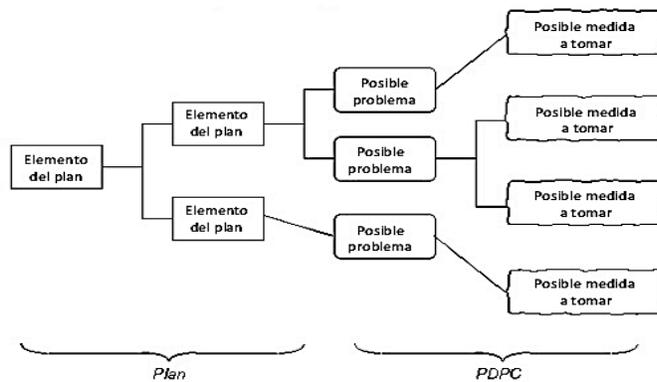
Figura 10. **Diagrama tipo matriz**



Fuente: Cuatrecasas (2010). *Gestión integral de la calidad*.

El diagrama PDPC para Cuatrecasas (2010) “también conocido como diagrama de decisión, implementa las cadenas de causas-efectos-soluciones. Permite anticipar las posibles dificultades y desviaciones mediante el desarrollo de determinados controles” (p. 62).

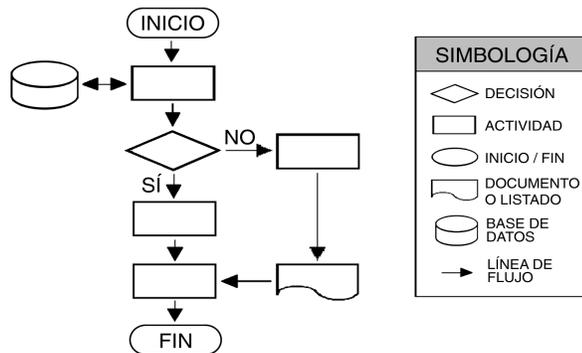
Figura 11. **Diagrama de decisión (problema/acción)**



Fuente: Cuatrecasas (2010). *Gestión integral de la calidad*.

Según Cuatrecasas (2010) el diagrama de flujo “utiliza una serie de símbolos predefinidos para representar el flujo de operaciones con sus relaciones y dependencias. El formato del diagrama de flujo no es fijo; existen diversas variedades que emplean una simbología diferente” (p. 63).

Figura 12. Diagrama de flujo



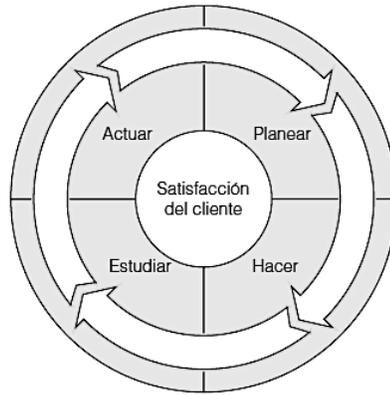
Fuente: Cuatrecasas (2010). *Gestión integral de la calidad*.

Este diagrama aportará un conocimiento claro y global de un proceso, identificando actividades básicas, el flujo de información y los materiales, inputs y outputs, entre otros.

7.2. Ciclo de Deming y PDCA

Para Cuatrecasas (2010) menciona que “el ciclo Deming actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas. Está constituido básicamente por cuatro actividades: planificar, realizar, comprobar y actuar” (p. 49). Tomando en cuenta que dichas actividades forman un ciclo que se debe repetir de forma continua.

Figura 13. **El ciclo Deming**



Fuente: Evans y William (2008). *Administración y control de la calidad*.

7.2.1. **Etapas del ciclo Deming**

“El ciclo Deming se enfoca tanto hacia la mejora continua a corto plazo como hacia el aprendizaje organizacional a largo plazo” (Evans y William, 2008, p. 658). El ciclo Deming está integrado por cuatro etapas.

En la etapa de planeación se estudia la situación actual y se describe el proceso con el fin de identificar los problemas y sus posibles causas para poder generar un plan de acción. En la etapa de hacer, se implementa el plan a manera de prueba para evaluar una solución propuesta y proporcionar datos objetivos dichos datos del experimento se recopilan y registran.

La etapa de estudio determina si el plan propuesto funciona en forma correcta mediante la evaluación de los resultados, el registro del aprendizaje y estableciendo si es necesario tomar en cuenta otros aspectos. En la última etapa, actuar, las mejoras se estandarizan y se implementa como una mejor actual,

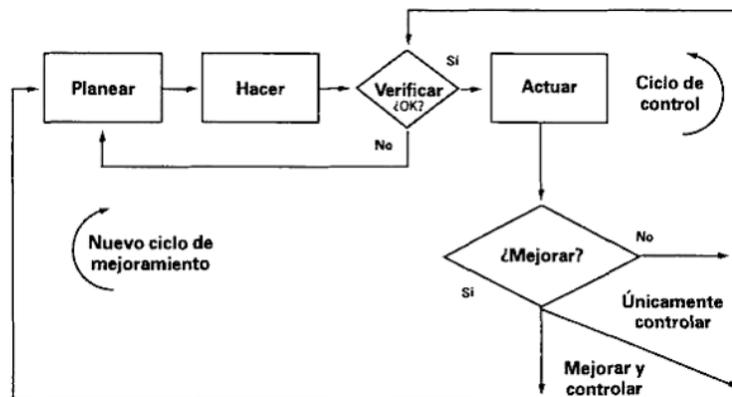
posteriormente, este proceso lleva otra vez a la etapa de planeación para la identificación de otras oportunidades de mejora.

7.2.2. Beneficios del ciclo de mejoramiento PDCA

“El propósito de ponerlo bajo control es conservar los mejoramientos que se han hecho, porque es muy fácil volver a caer en los antiguos hábitos y perder todo lo ganado” (Singh, 1997, p. 96). Para poder conseguir beneficios duraderos son necesarios la capacitación y documentación apropiadas de los procesos estudiados y evaluados.

Al aplicar el ciclo de mejoramiento PDCA se asegurará que no exista una recurrencia del problema, logrando un mejoramiento continuo por medio de la estandarización de los nuevos procesos corregidos.

Figura 14. La relación entre control y mejoramiento



Fuente: Evans y William (2008). *Administración y control de la calidad*.

7.3. Seis Sigma

Summers (2006) menciona que “el concepto seis sigma fue concebido por Bill Smith, un ingeniero dedicado al análisis de confiabilidad en Motorola Corporation” (p. 44). Su investigación muestra que la incidencia de fallas del sistema es mayor de lo esperado debido a la creciente complejidad de los sistemas y productos utilizados por los consumidores.

Según Summers (2006) los estudios han demostrado que para aumentar la confiabilidad del sistema y reducir las tasas de falla, es necesario reducir las tasas de falla de los componentes utilizados en sistemas y productos complejos. Además, hace referencia que el objetivo de seis sigma es alcanzar 3.4 defectos por millón de oportunidades. Seis sigma busca los resultados, la mejora de la rentabilidad por medio de optimizar la calidad y eficiencia. Los proyectos de mejora deben seleccionarse con base en la capacidad de contribuir a la compañía mediante su coincidencia con las metas y los objetivos estratégicos.

“Los proyectos seis sigma están conformados por ocho fases esenciales: reconocer, definir, medir, analizar, mejorar, controlar, estandarizar e integrar” (Summers, 2006, p. 46). Con el fin de buscar reducir la variabilidad de los procesos, ubicando fuentes de desperdicio y demás con el fin de cumplir con sus ocho fases esenciales.

Se establecen las herramientas que se deberán usar durante el proyecto las cuales incluyen “técnicas estadísticas para control de procesos, información del cliente, análisis de efectos y modos de fallo, diseño experimental, elaboración de mapas de proceso, diagramas de causa y efecto, análisis de variables múltiples, precontrol y diseño de manufactura” (Summers, 2006, p. 46).

Figura 15. **Acrónimos y definiciones Seis Sigma (acrónimos ingleses)**

APQP	Planificación avanzada de calidad de producto
CTQ	Diseño para Seis Sigma
DFSS	Fundamental para el logro de la calidad
DMAIC	Definir, medir, analizar, mejorar, controlar
DPMO	Defectos por millón de oportunidades
DPU	Defecto por unidad
EVOOP	Operación evolutiva
FMEA	Análisis de Modos y Efectos de Fallas
KPIV	Variable clave de entrada del proceso
KPOV	Variable clave de salida del proceso
Dueño del proceso	La persona que tiene la responsabilidad final del proceso y de lo que éste produce
Maestros cinta negra	Personas con gran capacitación, calificadas para impartir clases de capacitación como Cintas negra, y que han completado un proyecto de mejora a gran escala. Muchas veces se requiere contar con una maestría para obtener esta categoría.
Cintas negra	Individuos con gran capacitación en la metodología Seis Sigma, y que han completado cierto número de proyectos de mejora de tamaño significativo.
Cintas verde	Individuos que han estado capacitándose en la metodología Seis Sigma y que han completado un proyecto de mejora en un tiempo específico.
Confiabilidad	Se mide como el tiempo promedio para incurrir en una falla.
Calidad	Se mide con base en la variabilidad del proceso y en las tasas de defectos.

Fuente: Summers (2006). *Administración de la calidad*.

7.3.1. **Diseño para la confiabilidad**

Para Evans y William (2008) definen la confiabilidad como “la probabilidad de que un producto, pieza de equipo o sistema tenga el desempeño para el que se diseñó, durante un periodo establecido, bajo las condiciones operativas que se especifican” (p. 607). A medida que mejora la calidad, los clientes esperan firmemente que sus productos no fallen de forma inesperada en aspectos básicos del diseño de productos y procesos.

7.3.2. **Tres niveles de calidad**

Según Evans y William (2008) “Una empresa comprometida con la calidad total debe aplicarla en tres niveles: el de la organización, el del proceso y el del trabajador” (p. 29). En el primer nivel, el cual es a nivel de la organización el interés por la calidad es satisfacer los requisitos de clientes externos.

Entre los aspectos que se deben tomar en cuenta para definir la calidad al nivel de una organización, es si los productos y servicios solicitados por el cliente cumplen con sus expectativas y cuales no cumplen, además si el producto o servicio son necesarios y no se suministra y cuales no son necesarios y son recibidos por el cliente.

Las especificaciones de desempeño impulsadas por el cliente deben utilizarse como piso para establecer objetivos, soluciones de problemas, evaluación del desempeño, las remuneraciones con base en incentivos, los premios no financieros y la asignación de recursos.

“A nivel del proceso, las unidades organizacionales se clasifican por departamentos como: mercadotecnia, diseño, desarrollo de productos, operaciones, contabilidad o finanzas, compras, facturación, entre otros. Debido a que la mayor parte de los procesos son de funcionalidad recíproca” (Evans y William, 2008, p. 29). En este nivel, los gerentes deben hacer preguntas como las siguientes:

- ¿Qué productos o servicios son más importantes para el cliente?
- ¿Qué procesos producen estos productos o servicios?
- ¿Cuáles son los insumos clave?
- ¿Qué procesos tienen el efecto más significativo en el cumplimiento de los estándares?
- ¿Quiénes son mis clientes internos y que necesidades tienen?

En el nivel operativo para Evans y William (2008) “las normas para la producción se deben basar en la calidad y los requisitos de servicio al cliente que se originan en los niveles de organización y proceso” (p. 30). Estos estándares

incluyen requisitos como precisión, integridad, innovación, puntualidad y costo. Por cada producto, y debemos preguntarnos lo siguiente:

- ¿Qué solicita el cliente, interno y externo?
- ¿Cómo medir los requisitos?
- ¿Hay alguna norma específica para cada indicador?

Al ver a una organización desde esta perspectiva, se aclaran los papeles y responsabilidades de los empleados en la búsqueda de la calidad. La alta dirección debe centrar su atención acorde al nivel de la empresa; la gerencia media y supervisores a nivel del proceso; y los empleados deben entender la calidad en el nivel operativo.

7.4. Lean Manufacturing

Para Madariaga (2013) el lean manufacturing “es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación (personas, materiales, máquinas y métodos) que persigue mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del despilfarro” (p. 9). La aplicación del lean manufacturing es la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Los volúmenes pueden ser grandes, medianos o pequeños.

Los ocho desperdicios de lean manufacturing contribuyen directamente al movimiento, inventario, defectos, subutilización, sobreproducción, transporte, tiempo de espera, tiempo de reprocesamiento, eficiencia del proceso y proporcionan un modelo de producción esbelta para la producción, todos los factores que reducen los costos. Aumente la productividad y aumente las ganancias corporativas.

7.4.1. Carta de control para atributos

Para las cartas p y np para defectuosos existen muchas características de calidad del tipo pasa o no pasa y, de acuerdo con éstas, un producto es juzgado como defectuoso o no defectuoso, dependiendo de si cumple o no con las especificaciones o criterios de calidad. En estos casos, si el producto no tiene la calidad deseada no se permite que pase a la siguiente etapa del proceso; además, es segregado y se le denomina artículo defectuoso. (Vara y Gutiérrez, 2009, p. 224)

Para la carta p qué es la proporción de defectuosos, Vara y Gutiérrez (2009) mencionan que “en esta carta se muestran las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo” (p. 224). Es utilizada para evaluar el rendimiento de una parte o de todo un proceso, y así poder determinar las causas de variación en un proceso.

La finalidad de la carta p es analizar una muestra de artículos del lote de producción, las cuales son inspeccionadas para determinar si es defectuosa o no, si se determina que existen defectuosas en la muestra tomada se grafican los datos y se analizan la variación de la proporción p_i de unidades defectuosas por subgrupo por medio de:

$$P_i = \frac{d_i}{n_i} \quad (1)$$

“Los límites están dados por $\mu_w \pm 3\sigma_w$ la media, más menos tres desviaciones estándar del estadístico W que se grafica en la carta. Por lo tanto, en el caso que nos ocupa $W = p_i$ ” (Vara y Gutiérrez, 2009, p. 224). Se debe determinar la media y desviación estándar de una fracción, calculada respectivamente por:

$$\mu_{p_i} = \bar{p} \text{ y } \sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2)$$

Teniendo en cuenta que n representa la muestra tomada anteriormente y \bar{p} es la proporción de artículos defectuosos. Para determinar los límites de la carta p con tamaño constante, están dados por:

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

$$LC = \bar{p} \quad (4)$$

$$LCI = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (5)$$

7.5. Círculos de calidad

Tienen por objetivo involucrar a la gente directamente en el campo de acción, y que al final tiene las mejores soluciones para los problemas diarios que se enfrentarán.

7.5.1. ¿Qué es un círculo de calidad? Definiciones

Para Palom (1991) un círculo de calidad “es un pequeño grupo de trabajadores que realizan tareas semejantes, y se reúnen para identificar, analizar y solucionar problemas del propio trabajo, ya sea en cuanto a calidad o a productividad” (p. 35).

Los círculos de calidad se unen para investigar problemas laborales y posibles mejoras de productos, pero eso no es suficiente para identificar defectos

y áreas de mejora. La misión del club es analizar, investigar, buscar soluciones y proponer las soluciones más adecuadas al liderazgo.

7.5.2. Propósitos de los círculos de calidad

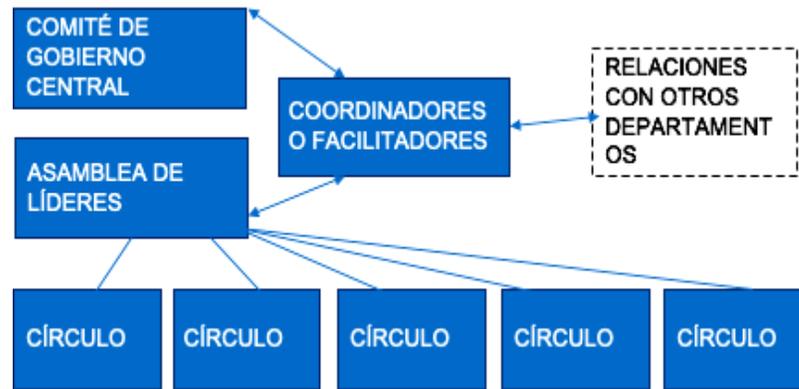
Los propósitos de los círculos de calidad según Palom (1991) es “crecer en calidad, innovación, productividad, y servicio al cliente, crecer cualitativamente, en definitiva, es la única forma de asentar el futuro de la empresa sobre bases sólidas” (p. 36). Con los círculos de calidad se logra que el trabajo sea agradable y enriquecedor en contenido. Teniendo en cuenta el aprovechar y potenciar al máximo las capacidades del recurso humano, siendo este el activo más relevante y decisivo de una empresa.

7.5.3. Análisis y mejora de procesos a través de los CCC

Para Ishikawa (1989) las actividades de los CCC “se hacen hincapié en la independencia, es mejor que los directivos no les den instrucciones demasiado detalladas” (p. 240). Esto se debe a que los círculos de calidad sirven para detectar los problemas y analizarlos controlados de forma independiente y voluntariamente, bajo las directrices de las personas encargadas.

A su vez los directivos deben asistir a reuniones con los CCC como observadores, reciben la información de las actividades de los círculos, apoyan las actividades de estos y verifican su trabajo. Cualquiera que sea el método adoptado, la responsabilidad de fomentar y promocionar actividades de mejora de los CCC siempre reside en la dirección.

Figura 16. Otro organigrama típico en empresas norteamericanas



Fuente: elaboración propia.

7.5.4. Organización de los CCC

Según Palom (1991) en el modelo de organización “la figura del coordinador o facilitador es de origen americano. Su misión esencial es servir de enlace entre los líderes y el comité central de gobierno de los círculos” (p. 45).

En algunas empresas, los coordinadores ocupan puestos de personal en apoyo de liderazgo, fomentan la interacción entre departamentos y proporcionan los recursos que CCC necesita para ejecutar un crecimiento exitoso y exitoso. Se debe tener en cuenta que el modelo organizativo que se vaya a elegir no es un condicionante para la creación de los círculos de calidad

7.5.4.1. El primer nivel: la alta dirección

Para Palom (1991) “en la implementación de los círculos de calidad, el primer nivel a estudiar es la dirección general de la compañía. Sin su apoyo decidido y su empuje activo, los círculos están condenados al fracaso” (p. 46).

Entre las obligaciones que desempeña la alta dirección se encuentran las de apoyo y de participación personal.

En las obligaciones de apoyo se verifican que las reuniones sean autorizadas para realizarse en horario laborales y facilitar los espacios necesarios para su desarrollo, a su vez se fomenta la importancia de los círculos de calidad y el cambio de información entre los diferentes líderes de los grupos.

En las obligaciones de participación personal se tiene en cuenta el asistir a las reuniones para poder evaluar detalladamente la información presentada, para aprobación final. Se debe dar apoyo y seguimiento a los avances en la implementación de los círculos, respetando la autonomía y libertad de los CCC y sus comités.

7.5.4.2. El segundo nivel: el comité central de gobierno

Según Palom (1991) “es recomendable y conveniente que existan diferentes niveles jerárquicos. De esta forma, la participación de la fuerza de trabajo en el gobierno de la compañía deja de ser un tópico, para convertirse en una realidad” (p. 46). Entre las principales funciones y responsabilidades que desarrollan el comité central y de gobierno, están la preparación de planes y objetivos pilotos para la implementación de los círculos de calidad.

En esta etapa se deben reclutar a los diferentes líderes que conforman los círculos de calidad y nombrar a los coordinadores para poder diseñar el organigrama. También se deberá informar periódicamente a la alta dirección de los avances, logros y la situación de los círculos. Además de compartir la

información a todos los niveles de la empresa, y muy especialmente a los componentes de los círculos.

7.5.4.3. El tercer nivel: el coordinador o facilitador

En el tercer nivel Palom (1991) menciona que “el coordinador actúa como supervisor del trabajo de los facilitadores, pero en las empresas de pequeño y mediano tamaño en las que el número de círculos no es demasiado abundante el propio facilitador puede ejercer de coordinador” (p. 47). La responsabilidad de los coordinadores y facilitadores es ocuparse de las relaciones entre los círculos y la organización jerárquica de la empresa.

Los coordinadores deben velar porque se cumplan las políticas y estrategias generales determinadas por el comité central, deben tener comunicación con los demás departamentos para poder controlar el cumplimiento del programa de los círculos que estén a su cargo.

7.5.4.4. El cuarto nivel: el líder

Para Palom (1991) en el cuarto nivel “la función del líder es imprescindible para la buena marcha de los círculos, de ahí que su elección sea una etapa decisiva” (p. 48). La importancia de tener las capacidades profesionales y personales es fundamental para que los círculos de calidad sean un éxito.

Según Palom (1991):

La simpatía, el poder de convicción, la capacidad de mando, y sobre todo el ascendiente moral sobre el grupo son los criterios principales para

seleccionar al candidato, que puede ser un mando intermedio, un especialista, o un trabajador cualificado, las funciones del líder son:

- Dirigir las reuniones del círculo.
- Formar a los componentes en las técnicas de trabajo.
- Servir de enlace entre los miembros del círculo y el facilitador o coordinador.
- Preparar el orden del día de las reuniones de los círculos, y confeccionar los informes de estas.
- Crear el ambiente adecuado para el buen desarrollo de las reuniones.
- Presentar a la dirección las sugerencias propuestas por el círculo.

Cuando se trate de una empresa muy pequeña, o de una fase inicial de implementación de los círculos, los distintos líderes pueden ejercer las funciones del coordinador o facilitador y formar parte del comité central. (p. 48)

7.5.4.5. El quinto nivel: el círculo y sus componentes

Lo más común es que los grupos no posean una estructura formal en este nivel son todos aquellos que forman parte de un proceso que formará parte de un círculo teniendo en cuenta que la participación en los círculos es voluntaria.

Los CCC se limitan a problemas relacionados con el trabajo en ellos no se habla de salarios, prácticas de trabajo, problemas personales, quejas o temas que deban ser objeto de negociación colectiva, sino que tratan de incrementar la productividad, mejorar la calidad, aumentar la comunicación

entre la dirección y los trabajadores y hacer que éstos se involucren más en las operaciones de la empresa. (Hansen y Gharé, 1990, p. 39)

7.5.5. Pasos a dar lugar en la solución de problemas

Según Hansen y Gharé (1990) “cuando se resuelven los problemas en el círculo se trata de proceder sistemáticamente” (p. 400). Se debe tomar en cuenta la prioridad para resolver el problema con mayor importancia, se plantean objetivos y límites reales para hallar las causas reales, se analizan las causas para determinar las soluciones viables.

Se deben determinar por medio de la práctica la viabilidad de las soluciones propuestas para poder presentar los resultados e implementarlas para la mejora de los procesos.

7.5.6. Técnicas específicas de análisis y solución

Son herramientas básicas utilizadas en los círculos de calidad para poder analizar la información y determinar una solución factible, entre las cuales podemos mencionar el diagrama de Pareto y el diagrama causa y efecto.

7.5.6.1. *Brainstorming* o tormenta de ideas

Para Palom (1991) “es una técnica usada en un grupo para conseguir el máximo número de ideas sobre un tema determinado o de soluciones a un problema concreto, ideas o soluciones que momentáneamente se anotan y luego son analizadas” (p. 91).

El líder o encargado del grupo deberá proceder a la selección de las mejores soluciones espontáneamente, sin atacar o criticar rígidamente ninguna de las ideas por muy absurda que parezca.

7.5.6.2. Principio de Pareto

El principio de Pareto es poder determinar de un gran número de unidades, un pequeño grupo el cual es significativo para analizar. “Se le ha llamado la ley del 20/80 porque generalmente, el 20 % de los elementos del grupo constituyen el 80 % del total ponderado” (Palom, 1991, p. 91).

7.5.6.3. Diagrama causa y efecto

Según Palom (1991) “es conocido también como diagrama de espina de pescado debido a la forma que adopta, y como diagrama de las 4M” (p. 92). Es una herramienta que ayuda a identificar las causas raíz de un problema, analizando todos los factores involucrados en la ejecución de un proceso

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Gestión de la calidad

1.1.1. Definiciones de la gestión de calidad

1.1.2. Siete herramientas básicas en la calidad

1.1.3. Siete herramientas para la gestión de la calidad

1.2. Ciclo de Deming y PDCA

1.2.1. Pasos a detalle del ciclo Deming

1.2.2. Beneficios del ciclo de mejoramiento PDCA

1.3. Seis Sigma

1.3.1. Diseño para la confiabilidad

1.3.2. Tres niveles de calidad

1.4. Lean Manufacturing

1.4.1. Carta de control para atributos

1.5. Círculos de calidad

- 1.5.1. ¿Qué es un círculo de calidad? Definiciones
- 1.5.2. Propósito de los círculos de calidad
- 1.5.3. Análisis y mejora de procesos a través de CCC
- 1.5.4. Organización de los CCC
- 1.5.5. Pasos a dar lugar en la solución de problemas
- 1.5.6. Técnicas específicas de análisis y solución

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

- 2.1. Idealizaciones de la investigación
- 2.2. La calidad en la fabricación de empaques jumbo
 - 2.2.1. Controles de calidad
 - 2.2.2. Reclamos por calidad
 - 2.2.3. Hallazgos en auditorias
- 2.3. Organización de la producción
 - 2.3.1. Equipo de producción
 - 2.3.2. Procesos de fabricación

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Datos de hallazgos de calidad
- 3.2. Producción de empaques jumbos
- 3.3. Costos
 - 3.3.1. Costos por reprocesos
 - 3.3.2. Costos de producción por orden

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La presente investigación utiliza un enfoque mixto, con alcance descriptivo y diseño no experimental, con una ocurrencia prospectiva y retrospectiva. La recolección de datos es longitudinal.

9.1. Enfoque

El enfoque del presente es mixto, compuesto de análisis cuantitativos y cualitativos. Por la parte cuantitativa se analizan datos históricos de reclamos por calidad y registros de fallas de calidad en la inspección de los procesos productivos; y en la parte cualitativa se analizan los aspectos físicos de las fallas en la calidad de los sacos jumbos identificados.

9.2. Diseño

Se utiliza un diseño no experimental registrando la ocurrencia de forma prospectiva mientras se desarrolla la investigación y ejecutando un análisis retrospectivo de la data histórica de los controles internos de calidad y los registros de reclamos por fallas en la calidad, así como las acciones correctivas.

9.3. Tipo

Según el periodo y secuencia de la investigación puede catalogarse de tipo longitudinal, pues se analizan los hallazgos del 2019 al 2020.

9.4. Alcance

El alcance de la investigación es descriptivo, con el interés de detallar las fallas de calidad en la fabricación de sacos jumbo, específicamente en los procesos de confección, debido a que, al ser el proceso final antes del empaque, es uno de los más crítico y donde el factor humano es determinante.

9.5. Variables e indicadores

Las variables objeto de estudio son conceptuales y operacionales, las cuales se detallan en la tabla I.

Tabla I. **Matriz de variables**

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Realizar un diagnóstico de los métodos utilizados para el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo.	1. inspecciones de calidad.	1. Cuantitativa Finita Dependiente.	1. Reportes de calidad y producción diaria.	1. Inspección de registros de calidad.
	2. Registro de fallas de calidad.	2. Cuantitativa Finita Dependiente.	2. Control e proceso de reparaciones diarias por fallas de calidad en confección.	2. Formato de registro de fallas en proceso.
Analizar una propuesta para la aplicación de una metodología para mejorar el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo.	1. Reducción del % de fallas de calidad por implementación de nuevas metodologías para el aseguramiento de la calidad.	1. Cuantitativa Finita Dependiente.	1. El % de fallas de calidad, respecto la producción total.	1. Analisis de registros de control de calidad y fallas.
Diseñar indicadores de desempeño para el aseguramiento de la calidad en la fabricación de sacos jumbo, por medio de métricas o indicadores, para el seguimiento del proceso de mejora continua.	1. Nivel de aseguramiento de la calidad del producto terminado.	1. Cuantitativa Finita Dependiente.	1. Cantidad de reclamos por fallas de calidad en el producto, por cliente y lote de producción.	1. Reclamos y observaciones recibidos por clientes.

Fuente: elaboración propia.

9.6. Etapas de la investigación

La investigación se desarrollará en 4 fases, en las cuales se contemplan la revisión documental, diagnóstico, definición de la estrategia y definición de evaluación de desempeño.

9.6.1. Fase 1: revisión documental

Esta etapa consiste en la realización de visitas para la toma de información respecto a la documentación que soporta los métodos aplicados para el aseguramiento de la calidad, entrevistando personal que gestiona y ejecuta dicha metodología, verificando los procesos y procedimientos establecidos.

Es importante conocer la información histórica de la empresa y demás registros, apoyados en referencias bibliográficas, documentación interna, entrevistas y asesor en la investigación durante el plazo establecido.

9.6.2. Fase 2: diagnóstico

Es necesaria la observación en el lugar de trabajo durante aproximadamente dos semanas, para conceptualizar la operación y los procesos en los cuales se encuentran implícitas las oportunidades de mejora, siendo necesario el mapeo de procesos actual y realizar un levantamiento en las siguientes dos semanas.

9.6.3. Fase 3: definición de la estrategia

Se planificaron cinco semanas para el análisis de toda la información. Se dispone de cinco semanas para realizar el análisis de la información recopilada para establecer la propuesta y plan de implementación.

9.6.4. Fase 4: definición de evaluación de desempeño

El reconocimiento de la efectividad teórica del modelo propuesto de solución se realizará durante las cuatro semanas siguientes a su definición, estableciendo indicadores definiendo así los resultados mínimos esperados y el seguimiento al desempeño de la propuesta.

9.7. Población y muestra

La población total comprende los 220 colaboradores promedio que laboran en el departamento de confección jumbo, aplicando el análisis de muestreo estadístico con un nivel de confianza del 95 % y un error del 5 % se calcula el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (6)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = desviación estándar de la población (0.5 por convección).

Z = tipificación del nivel de confianza de la distribución normal, para este caso es 1.96.

e = error de la muestra (0.05 por convección).

Tomando en consideración los datos para el problema, el análisis es el siguiente:

$$n = \frac{220 \cdot 0.5^2 \cdot 1.96^2}{(220-1)0.05^2 + 0.5^2 \cdot 1.96^2} = 140.11 \quad (7)$$

Respecto a los productos que serán sometidos al estudio, se tomará el total de la producción de empaques jumbo.

9.8. Técnicas y metodología

Dentro de la técnicas, metodologías y herramientas a utilizar podemos mencionar:

- Observación: dentro de la labor productiva diaria, para la recolección de información útil para la mejora del aseguramiento de la calidad en cada una de las operaciones de costura e inspección del producto, basados en el sistema de control de calidad actual.
- Entrevistas: se realizan entrevistas al personal operativo y supervisora, en la etapa final de costura de los sacos jumbo, para obtener datos relevantes sobre los problemas en producción y sobre las causas de estos.
- Análisis estadístico: al poseer información necesaria para realizar un análisis mediante estadística descriptiva para determinar los límites y establecer si el proceso está en control, como la verificación y análisis del histórico sobre fallas de calidad y reclamos correspondientes a los empaques jumbos.

- Diagrama de árbol: como herramienta de diagnóstico se desarrolla un diagrama de árbol para determinar causas y efectos en las fallas de calidad de los sacos jumbo, esto apoyará el desarrollo de la presente investigación.
- Matriz de coherencia: se presenta una matriz donde se detallan todos los aspectos sobre el problema objeto de la presente investigación, como los objetivos y cuestionamientos.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

La estadística descriptiva será la herramienta para el análisis, con base en la recolección, tabulación, ordenamiento, análisis y representación en grupos de datos para especificar características.

Se analizarán datos históricos de los productos de clientes más representativos de la empresa, sobre las fallas de calidad en la fabricación de empaques jumbo.

Aplicando estadística descriptiva se procede a calcular media y desviación estándar de las fallas de calidad diarias en cada módulo de confección para analizar y determinar su comportamiento, buscando identificar las zonas más vulnerables.

Para la estimación de los datos mencionados debe tomarse en cuenta que la media se obtiene por medio la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum (N_1+N_2+N_3+\dots+N_n)}{n} \quad (8)$$

Donde:

N = Cantidad de fallas de calidad identificadas diarias.

n = Cantidad de días muestreados.

La desviación estándar es la separación existente entre cualquier valor de la serie y la media, utilizamos esta fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (9)$$

11. CRONOGRAMA

Tabla II. Cronograma

Descripción	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación y análisis de información																												
Fase 1: Revisión documental																												
Visitas																												
Entrevistas																												
Consultas																												
Fase 2: Diagnóstico																												
Observación																												
Experimentación																												
Fase 3: Definición de estrategia																												
Análisis de datos																												
Diseño de la propuesta																												
Conclusiones																												
Fase 4: Evaluación de desempeño																												
Validación del modelo																												
Indicadores de gestión																												
Conclusiones																												
Recomendación																												
Informe final																												

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para la realización del siguiente proyecto de investigación se determinan los recursos por utilizar clasificándolos de la siguiente forma:

12.1. Recursos humano

- Personal administrativo de la planta de producción.
- Personal supervisor de la planta de producción.
- Personal operativo de la planta de producción.
- Estudiante quien realizará la investigación.
- Profesional asesor de la investigación.

12.2. Recursos físicos

- Computadora laptop
- Impresora
- Teléfono celular
- Servicios de red e internet
- Vehículo o transporte
- Hojas bond
- Bolígrafos
- Marcadores de pizarra
- Sobres manila
- Folders con gancho

12.3. Recursos financieros

En este apartado se describe el presupuesto para el desarrollo de la investigación.

Tabla III. **Recursos necesarios para la investigación**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
Recursos humanos				
Honorarios asesor (ad honorem)	Quetzal	0	Q -	Q -
Honorarios del investigador	Hora	200	Q 50.00	Q10,000.00
Recursos materiales				
Papelería y útiles	Quetzal	No aplica	No aplica	Q 250.00
Impresiones	Hoja impresa	300	Q 0.25	Q 75.00
Servicios				
Transporte	Viaje	16	Q 25.00	Q 400.00
Servicio de internet	Mes	4	Q150.00	Q 600.00
Teléfono celular (línea)	Mes	4	Q200.00	Q 800.00
Otros				
Gastos varios	Quetzal	No aplica	No aplica	Q 1,000.00
15 % sobre imprevistos	Quetzal	No aplica	No aplica	Q 468.75
GRAN TOTAL				Q13,593.75

Fuente: elaboración propia.

El desarrollo de este estudio va a ser financiado por el investigador.

13. REFERENCIAS

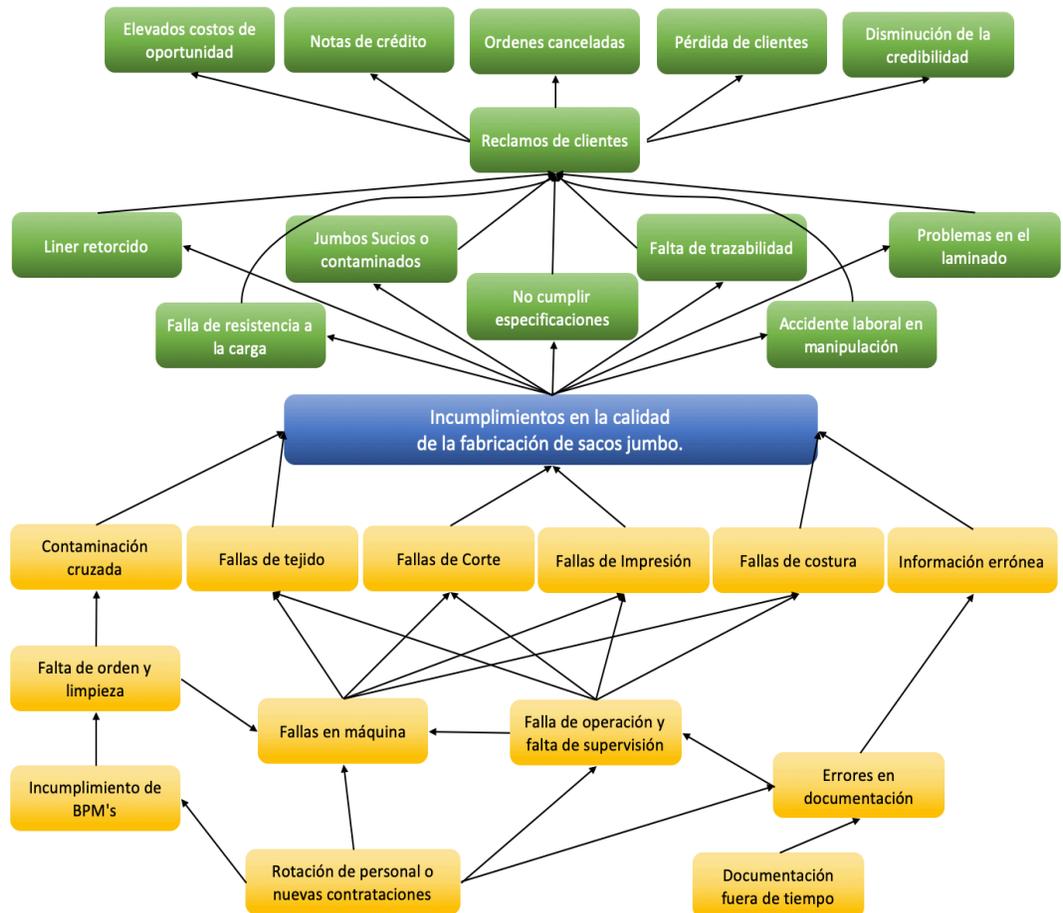
1. Arias, P. y Preciado, A. (2016). *Los círculos de calidad en la gestión del conflicto escolar en la IED Garcés navas*. (Tesis de maestría). Universidad Libre de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10319>
2. Camisón, C., Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid, España: Pearson Educación, S. A. Recuperado de <https://porquenotecallas19.files.wordpress.com/2015/08/gestion-de-la-calidad.pdf>
3. Carro, R. y González, D. (2012). *Administración de la Calidad Total*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf
4. Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad: Implantación, control y certificación*. Barcelona, España. Profit Editorial.
5. Evans, J. y William, L. (2008). *Administración y Control de la Calidad*. Ciudad de México, México: CENGAGE Learning.
6. Fayas, B. F. (enero, 1995). Una comparación de las percepciones calidad de EE. UU y Asia: *Management International Review*, 35(2), 171-188.

7. Hansen B. y Gharé, P. (1990). *Control de Calidad: Teoría y Aplicaciones*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
8. Hernández, A. (1991). *Los círculos de calidad como forma de participación directa en el trabajo: evolución y perspectivas en España* (Tesis de doctorado). Universidad de Cantabria, Santander. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10595/1de1.AMHparteII.pdf?sequenc>
9. Ishikawa, K. (1989). *Introducción al Control de Calidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
10. Madariaga, F. (2013). *Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos*. Madrid, España: Bubok Publishing.
11. Palom, F. (1991). *Círculos de Calidad: Teoría y práctica*. Barcelona, España. MARCOMBO, S.A.
12. Reyes, P. y Simón, N, (abril, 2001). Los círculos de control de calidad en empresas de manufactura en México. *Contaduría y Administración*, (201), 37-60. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/395/39520105.pdf>
13. Singh, S. (1997). *Control de Calidad Total: Claves, metodologías y administración para el éxito*. D.F., México: McGraw-Hill.

14. Summers, D. (2006). *Administración de la Calidad*. D.F., México: Pearson Education.
15. Vara, R. y Gutiérrez, H. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. D.F. México: McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Diagrama de árbol del problema



Fuente: elaboración propia.