

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE INGENIERÍA FINANCIERA

Análisis de Caso, previo a la obtención del Título de Ingeniera Financiera

Tema:

"El efecto Poka Yoke en el proceso productivo. Caso: Empresa de calzado industrial"

Autora: Chicaiza Toasa, Adriana Mishel

Tutor: Eco. Martínez Mesías, Juan Pablo

Ambato – Ecuador

2019

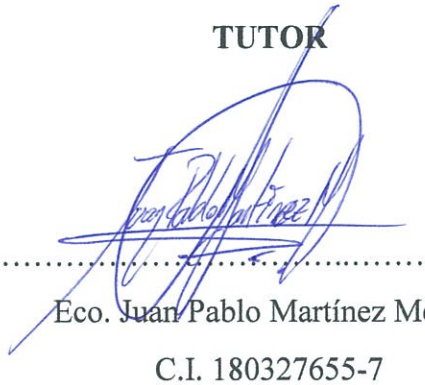
APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Eco. Juan Pablo Martínez Mesías con cédula de identidad No. 180327655-7, en mi calidad de Tutor del análisis de caso sobre el tema: **"EL EFECTO POKA YOKE EN EL PROCESO PRODUCTIVO. CASO: EMPRESA DE CALZADO INDUSTRIAL"**, desarrollado por Adriana Mishel Chicaiza Toasa, de la Carrera de Ingeniería Financiera, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Agosto 2019.

TUTOR



.....

Eco. Juan Pablo Martínez Mesías

C.I. 180327655-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Adriana Mishel Chicaiza Toasa con cédula de identidad No. 055006885-2, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el análisis de caso, bajo el tema: **"EL EFECTO POKA YOKE EN EL PROCESO PRODUCTIVO. CASO: EMPRESA DE CALZADO INDUSTRIAL",** así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Análisis de Caso.

Ambato, Agosto 2019.

AUTORA



.....

Adriana Mishel Chicaiza Toasa

C.I. 055006885-2

CESIÓN DE DERECHOS

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Agosto 2019.

AUTORA



.....

Adriana Mishel Chicaiza Toasa

C.I. 055006885-2

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el análisis de caso, sobre el tema: **"EL EFECTO POKA YOKE EN EL PROCESO PRODUCTIVO. CASO: EMPRESA DE CALZADO INDUSTRIAL"**, elaborado por Adriana Mishel Chicaiza Toasa, estudiante de la Carrera de Ingeniería Financiera, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Agosto 2019.

Eco. Mg. Diego Proaño

PRESIDENTE

Ing. Ana Córdova

MIEMBRO CALIFICADOR

Dr. Esteban Caiza

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

"Hemos luchado mucho para estudiar y graduarnos, pero lo irónico de todo es que, hoy empieza la verdadera lucha".

Fernando Anfus

El camino ha sido largo, me he caído y me he levantado, el éxito en la vida no se mide por lo que logras, sino por los obstáculos que superas. Dios, tu amor y tu bondad no tienen límites, me permites sonreír ante todos mis logros, y ahora me siento preparada para esta nueva etapa profesional, con toda la energía y sonrisa con la que inicie hace algunos años atrás.

Cada momento vivido durante todos estos años, no han sido sencillos hasta ahora. Cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que cada mañana pueda empezar de nuevo, sin importar la cantidad de errores, hacen de mí un ser lleno de sueños y anhelos por cumplir.

Adriana Mishel Chicaiza Toasa

AGRADECIMIENTO

Gracias Virgencita de las Mercedes por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mis padres: Carlos Chicaiza y Anita Toasa por apoyarme en cada decisión, ser los principales promotores de mis sueños, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Mi más cordial reconocimiento y agradecimiento a todos y cada uno de los docentes que me dotaron de muchos conocimientos durante este largo trayecto académico, de manera especial a mis tutores, por su colaboración y orientación en la realización del presente trabajo, ya que supieron guiarme de la mejor manera con su amplio repertorio de conocimientos.

¡Gracias por creer en mí!

Adriana Mishel Chicaiza Toasa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE INGENIERÍA FINANCIERA

TEMA: "EL EFECTO POKA YOKE EN EL PROCESO PRODUCTIVO. CASO: EMPRESA DE CALZADO INDUSTRIAL"

AUTORA: Adriana Mishel Chicaiza Toasa

TUTOR: Eco. Juan Pablo Martínez Mesías

FECHA: Agosto 2019

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años los países industrializados han visto la necesidad de aplicar la filosofía de poka yoke (mecanismos a prueba de error) en procesos automatizados, con la finalidad de corregir o evitar errores dentro de los mismos. Es por ello que el presente análisis de caso propone con base a información recolectada durante el año 2018 y por medio de un proyecto de investigación conformado por docentes y estudiantes, realizar un estudio. Tomando como referencia una parte de la información levantada para el desarrollo de un modelo dinámico, evitando así errores en el proceso de producción de calzado de seguridad industrial. El estudio sigue una metodología descriptiva y en base a entrevistas estructuradas a los jefes departamentales (producción, administración, ventas, gerencia), mediante fichas de recolección de información, para obtener los resultados de cada uno de los objetivos específicos planteados. Es así como se alcanza el primer objetivo, el proceso productivo de la empresa, detallado por cada una de sus actividades, plasmado en un flujo-grama, teniendo como resultado propositivo un control de calidad en el sistema productivo. Para el resultado del segundo objetivo se analizó la frecuencia de los errores de los modelos de calzado existentes en la empresa, de esta manera se determina el valor de costo de mala calidad, conocido en la empresa como calzado de segunda, es decir que

tienen errores en su fabricación, y se los carga a los operarios. Con base en los errores encontrados se realizó un análisis de causas de los mismos para de esta manera identificar los errores más comunes durante todo el proceso de producción. Es por ello que se propone una ficha de control de calidad y un responsable para controlar la calidad en cada uno de los subprocesos, evitar errores antes de que avance a la siguiente etapa. El valor del efecto poka yoke se muestra en la ecuación del modelo para calcular el costo mínimo de producción, el cual servirá para que la empresa pueda tomar decisiones en sus operaciones, para alcanzar la calidad en sus productos.

PALABRAS DESCRIPTORAS: POKA YOKE, COSTOS DE CALIDAD, PRODUCTIVIDAD, MODELO DINÁMICO, CALIDAD.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING

CAREER OF FINANCIAL ENGINEERING

TOPIC: "THE POKA YOKE EFFECT ON THE PRODUCTION PROCESS. CASE: INDUSTRIAL FOOTWEAR COMPANY"

AUTHOR: Adriana Mishel Chicaiza Toasa

TUTOR: Eco. Juan Pablo Martínez Mesías

DATE: August 2019

ABSTRACT

In recent years industrialized countries have seen the need to apply the philosophy of poka yoke (error-proof mechanisms) in automated processes, in order to correct or avoid errors within them. It is for this reason that the present case analysis proposes, based on information collected during 2018 and through a research project made up of teachers and students, to carry out a study. Taking as a reference part of the information collected for the development of a dynamic model, thus avoiding errors in the production process of industrial safety footwear. The study follows a descriptive methodology and based on structured interviews with departmental chiefs (production, administration, sales, management), by means of data collection sheets, in order to obtain the results of each one of the proposed specific objectives. This is how the first objective is achieved, the productive process of the company, detailed by each one of its activities, captured in a flow-gram, having as a proposal result a quality control in the productive system. For the result of the second objective, the frequency of the errors of the existing footwear models in the company was analyzed, in this way the cost value of bad quality is determined, known in the company as second quality footwear, that is to say that they have errors in their manufacture, and they are charged to the operators. Based on the errors found, an analysis of their causes was made in

order to identify the most common errors during the entire production process. This is why we propose a quality control sheet and a person responsible for controlling the quality in each of the sub-processes, to avoid errors before advancing to the next stage, this value is shown in the equation of the model to calculate the minimum cost of production, which will serve for the company to make decisions in its operations, to achieve quality in its products.

KEYWORDS: POKA YOKE, QUALITY COSTS, PRODUCTIVITY, DYNAMIC MODEL, QUALITY

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO **PÁGINA**

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA ……..i

APROBACIÓN DEL TUTOR.....ii

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....iii

CESIÓN DE DERECHOS.....iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

RESUMEN EJECUTIVO.....viii

ABSTRACT.....x

ÍNDICE GENERAL.....xii

ÍNDICE DE TABLAS xv

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....xvi

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I.....3

FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DE CASO 3

1.1. Tema.....3

1.2. Antecedentes 3

1.3. Justificación.....4

1.4. Objetivos 7

1.4.1. Objetivo general.....7

1.4.2. Objetivos específicos 7

1.5. Preguntas de reflexión 8

CAPÍTULO II 9

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA 9

2.1. Calidad 9

2.2. Evolución histórica de la calidad 11

2.3. Control de calidad 12

2.4. Costos de calidad 13

2.4.1. Clasificación de costos 14

2.4.1.1. Costos de conformidad. 14

2.5. Relación entre costos de prevención y evaluación 16

2.5.1. Actividades de prevención. 16

2.5.2. Actividades de evaluación. 16

2.6. Categorías de costos de calidad 19

2.6.1. Rangos-categorías de los costos de calidad 20

2.7. Poka Yoke 21

2.7.1. Historia Poka Yoke 23

2.7.2. Error y defecto 24

2.7.3. Actitud ante el error 24

2.7.4. Fuentes de los defectos 24

2.8. Niveles de Poka Yoke 25

2.9. Métodos de inspección 27

2.9.1. Inspección informativa: 27

2.9.2. Inspección en la fuente: 27

2.10. Categorías de los elementos Poka Yoke 28

2.11. Clasificación de los mecanismos Poka Yoke 28

2.12. Procesos de producción 29

2.13. Relación calidad, productividad y costos 30
2.13.1. Calidad y productividad 30
2.13.2. Calidad y Poka Yoke 31
2.14. Calidad, costos de calidad y productividad 31
2.15. Modelo tradicional de cantidad de producción económica (EPQ) 36
2.15.1. Modelo de lote económico EOQ – Modelo de Wilson 36
2.15.2. Lote económico de producción (EPQ) 37

CAPÍTULO III 43
METODOLOGÍA 43
3.1. Metodología e instrumentos de recolección de información 43
3.2. Método de análisis de información 45

CAPÍTULO IV 48
DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE CASO 48
4.1. Análisis y categorización de la información. 48
4.2. Narración del caso 69

CAPÍTULO V 74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 74
5.1. Conclusiones 74
5.2. Recomendaciones 74
BIBLIOGRAFÍA 76
ANEXOS **81**

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO **PÁGINA**

Tabla 1.- Clasificación de los costos 15
Tabla 2.- Categorización costos de calidad 20
Tabla 3.- Rangos categorización costos de calidad 21
Tabla 4.- Rangos categorización comparativa 21
Tabla 5.- Fuente de los defectos 25
Tabla 6.- Niveles de Poka Yoke 26
Tabla 7.- Categorías de los elementos Poke Yoke 28
Tabla 8.- Estrategias de calidad-Poka Yoke 32
Tabla 9.- Notación modelo dinámico 39
Tabla 10.- Definición de términos del modelo 40
Tabla 11.- Procesos de producción entradas-salidas 50
Tabla 12.- Costo de producto dañado (Costo mala calidad) 55
Tabla 13.- Errores en los subprocesos de producción 57
Tabla 14.- Frecuencia de errores en los procesos 58
Tabla 15.- Causas de los errores en los subprocesos de producción 59
Tabla 16.- Causas de los errores en los subprocesos de producción 61
Tabla 17.- Categorización costos de calidad de la empresa 64
Tabla 18.- Porcentajes costos de calidad 64
Tabla 19.- Poka Yoke utilizado en la empresa 65
Tabla 20.- Costo de Poka Yoke 66
Tabla 21.- Ventas anuales 2018 66
Tabla 22.- Costo de producción anual 2018 67
Tabla 23.- Modelos con rediseños 2018 67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO **PÁGINA**

Figura 1.- Especificaciones de calidad 10
Figura 2.- Evolución histórica de la calidad 12
Figura 3.- Mejoras de la calidad 14
Figura 4.- Modelo clásico de los costos óptimos de calidad 17
Figura 5.- Nuevo modelo de los costos óptimos de calidad 18
Figura 6.- Zonas de curvas de costos totales 18
Figura 7.- Curva de los costos de calidad totales 19
Figura 8.- Pasos para llevar un sistema Poka Yoke 22
Figura 9.- Clasificación mecanismo Poka Yoke 29
Figura 10.- Proceso de producción 29
Figura 11.- Análisis de estrategias 35
Figura 12.- Herramientas de calidad 44
Figura 13.- Proceso de producción 49
Figura 14.- Flujograma proceso de producción 54
Figura 15.- Gráfico de Pareto - Productos dañados 56
Figura 16.- Gráfico de Pareto - Errores en los subprocesos 58
Figura 17.- Diagrama de dispersión - Causas de los errores 60
Figura 18.- Diagrama de Pareto - Causa de los errores 62
Figura 19.- Ishikawa - Producto con defecto 63

INTRODUCCIÓN

El presente análisis de caso busca analizar la influencia que tienen los costos por errores en el proceso de producción para la toma de decisiones sobre la calidad del producto, demostrando que los principales son por errores humanos. Para el desarrollo del trabajo de campo y recolección de información, se tomó como caso de estudio a la empresa de calzado de seguridad industrial de la ciudad de Ambato. El objetivo principal de este estudio, es que, sirva como medio de aporte al área académica y empresarial y para que la gerencia tenga una herramienta que favorezca en la toma de decisiones.

Esta investigación cuenta con cuatro capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I: Trata de la formulación del análisis de caso, compuesto por los antecedentes en los que se detalla investigaciones realizadas antes de llevar a cabo este estudio, que después de un análisis crítico establece el tema central, el cual se lo realiza en una empresa de calzado industrial, que tiene como causa principal una deficiencia en los procesos productivos por errores y su efecto principal tiene contraste en el costo mínimo de producción, de donde nace el tema de investigación, además en este capítulo se plantea el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

Capítulo II: Describe la fundamentación científica técnica, en la que se enmarca toda la teoría relacionada al tema de investigación, como son cada una de las variables necesarias para entender la metodología del análisis de caso.

Capítulo III: Detalla las modalidades básicas de la metodología de la investigación, como es la entrevista, herramientas de control de calidad (diagrama de pareto, dispersión e Ishikawa), siendo fuente de información primaria para la recolección de

información, teniendo como enfoque descriptivo la redacción para cada uno de los objetivos y un crítico-propositivo.

Capítulo IV: Establece el análisis e interpretación de resultados obtenidos de la entrevista mediante fichas técnicas de recolección de información para el proceso productivo, además de determinar los costos por errores en la fabricación y usar dicho valor para desarrollar el modelo dinámico, de esta manera proponer el costo mínimo de producción. Finalmente, se establecen conclusiones y recomendaciones. En las recomendaciones está incluida una posible propuesta de solución.

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DE CASO

1.1. Tema

"El efecto Poka Yoke en el proceso productivo. Caso: Empresa de Calzado Industrial".

1.2. Antecedentes

Quiroga & Aguirre (2014) realizaron una investigación para identificar soluciones mediante procedimientos científicos a problemas de producción, mediante el uso y diagnóstico de técnicas de ingeniería de métodos, estándares, diseño y simplificación del trabajo, con la finalidad de incrementar la productividad de la empresa, mejorando los procesos de planeación y control de producción de dicho establecimiento.

El estudio surgió debido a que el gerente general, había identificado la necesidad de volver eficiente los procesos de producción, con la finalidad de disminuir los costos derivados de los cuellos de botella y desperdicios excesivos de material, por lo que propuso Poka Yoke para controlar la calidad del sistema productivo, puesto que algunos operarios no estaban concientizados de las pérdidas monetarias que produce el desperdicio. Es por ello que, se sugirió reciclar los materiales para así ganar eficiencia y productividad (Quiroga & Aguirre, 2014).

Otro estudio realizado por Rodríguez & Trujillo (2016) identificó que la aplicación del Poka Yoke en las empresas de calzado contribuyen a la disminución de errores. En la empresa analizada por el autor, se logró disminuir los costos por reprocesos y productos defectuosos, los cuales generan falta de calidad, mediante la elaboración de fichas técnicas que facilitará entender el proceso del calzado para cualquier operario.

Además, Heredia (2017) señaló que el Poka Yoke puede ser también una herramienta para evitar el exceso de stock. En su investigación el autor identificó las fallas en productos, operaciones o procesos, donde hay mayores índices de errores, en el que una sola falla genera mayor gasto. Uno de los métodos utilizados es el de advertencia que permitió indicar al empleador las faltas ocurridas, llamando su atención mediante la colocación de líneas, nombres, marcas o activación de sonido, para evitar una sobreproducción y que origine un costo de mantenimiento de inventario de productos de segunda.

Poka Yoke es un modelo rentable para un caso real en la industria automotriz. Con el motivo de cubrir garantía del eje de transmisión delantero de Yazaki Industrial Co., propuso un modelo dinámico para un sistema de producción defectuoso, el cual ofrece información sobre la compensación del costo de calidad y el costo de prevención. Esta técnica de mecanismos a prueba de errores, ha sido diversamente aplicada a los sistemas de producción moderna. En este caso ha sido evaluado el costo total de fabricación de cada mes para corregir defectos, siendo este constante, para determinar así el costo mínimo de producción (Tsou & Chen, 2005).

1.3. Justificación

Poka Yoke es un modelo innovador, que busca el perfeccionamiento en los sistemas de producción de las empresas manufactureras o de servicios, su finalidad es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo errores que presenten lo antes posible. El concepto fundamental además de sencillo es muy práctico y consiste en: “si el fallo no se permite en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Esto aumenta la satisfacción del cliente y disminuye los costos al mismo tiempo, el resultado es de alto valor para el cliente “(Heredia, 2013).

Esta técnica se ha logrado transmitir en el mundo entero gracias a sus beneficios e impactos económicos en plantas industriales, ya que la calidad y el costo de reproceso son los indicadores que logran cambios significativos.

Las mejoras que se pueden conseguir con esta técnica están en concordancia con los objetivos del Plan Nacional del Desarrollo 2017-2021 (Senplades, 2017) que están orientados a que el Ecuador deber ser un ente de crecimiento económico en cada una de sus regiones y provincias por medio de la calidad y excelente servicio en sus procesos productivos. Es por ello que se hace necesario alinearse al eje 2 de economía al servicio de la sociedad. Donde el objetivo 5 pretende impulsar la productividad y competitividad para crecer económicamente de manera sustentable, retributiva y solidaria, en la que sustenta "el mercado es nuestro servidor, no nuestro patrón".

Este objetivo hace referencia a los principios de reusar, reciclar, restaurar, redistribuir, regenerar materiales que son considerados desechos en una industria pero que puedan constituir insumos de producción en otras, para de esta manera no poseer desperdicios dentro de una empresa.

En el ambiente competitivo, la producción de artículos de alta calidad debe tener la más alta prioridad de cualquier empresa (Groover, 1997). Es por ello que, en base a los objetivos específicos que se plantean más adelante, es necesario realizar una identificación de procesos dentro de la empresa utilizada como herramienta de análisis, donde el proceso con más nivel de impacto se encuentra dentro del bloque de los procesos estratégicos, específicamente en el de gestión de calidad, teniendo como primera actividad el control de calidad, citado como propositivo para la empresa, ya que no realizan ninguna actividad de este tipo.

El proceso clave con mayor impacto dentro del entorno de análisis de caso se lo encuentra en la fabricación de calzado con sus respectivos subprocesos, puesto que muestra una alta sensibilidad al nivel de actividad económica, en particular del ingreso y su distribución. Para que así en los segmentos de mayor calidad, la diferenciación del producto sea el elemento clave tanto en mano de obra, como en sistemas automatizados (Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe, 2000).

Otro de los impactos dentro del proceso de soporte, es en el área de contabilidad, teniendo como subproceso el de generación de información financiera, para analizar costos de calidad que propician importantes valores dentro de la empresa, ya que las fallas de calidad son aún más costosas (Horngren, Datar, & Foster, 2007).

La finalidad del presente análisis de caso es analizar el efecto que tiene Poka Yoke dentro de la empresa en estudio, específicamente en el proceso de producción, para de esta manera tener como resultados costos de calidad, que son una herramienta de control financiero para la administración y una ayuda para identificar las oportunidades de reducir los mismos (Montgomery, 2013). Es por ello que el estudio del presente tema deja evidencia que esta técnica debería ser implementada por el resto de empresas en el Ecuador, para mejorar la calidad tanto en productos como en servicios y de esta forma evitar desperdicios y costos excesivos.

El análisis de esta técnica pretende desarrollar las capacidades productivas y del entorno, donde la investigación y desarrollo deben apoyarse en el contingente de las universidades y centro de investigación como lo indica el objetivo 6 del Plan Nacional del Desarrollo 2017-2021 (Senplades, 2017), con premisas de pensamiento crítico, las cuales deben responder con pertinencia y oportunidad a las necesidades de los habitantes, además la innovación debe brindar la posibilidad de aplicar nuevas

técnicas productivas y los procesos de difusión (Consejo Nacional de Planificación, 2017).

Gracias a la transferencia tecnológica, las empresas ecuatorianas pueden replicar experiencias exitosas, en ocasiones desde otros países, e identificar y difundir experiencias locales, que por lo general son de menor costo y fácil aplicación. Además, los análisis de caso contribuyen a los conocimientos de los estudiantes, conocimientos que ellos podrán aplicar en sus futuros puestos de trabajo para mejorar la eficiencia y la calidad de las empresas del país.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el efecto de los errores en el proceso productivo contribuyendo a la toma de decisiones sobre la calidad del producto, tomando como caso de análisis una empresa de calzado industrial.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los procesos de producción en el calzado industrial para realizar un diagnóstico, a través de fichas para descripción de procesos y caracterización de los mismos.
- Determinar los costos por errores en el proceso de producción de calzado industrial para determinar el nivel de Poka Yoke a implementar, mediante entrevistas a los responsables de cada subproceso.
- Desarrollar un modelo dinámico en el sistema de producción para estimar el impacto del efecto Poka Yoke en la reducción de costos por errores, a través

de una combinación del modelo tradicional de cantidad de producción económica (EPQ).

1.5. Preguntas de reflexión

- ¿El proceso de producción de calzado industrial con el que cuenta la empresa es el adecuado para la fabricación del mismo?
- ¿Cuáles son los costos por errores que presenta la empresa?
- ¿Podría un modelo dinámico ayudar al sistema de producción de calzado industrial?

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

2.1. Calidad

En el concepto tradicional, la calidad tiene que ver casi exclusivamente con las especificaciones, un artículo tiene calidad si cumple con las especificaciones establecidas, en la medida en que no las cumpla deja de tener calidad (Gutiérrez, 2004).

Alcalde (2009) hace una revisión de las más importantes definiciones de calidad. Entre ellas, se encuentra la de Juran, quien define la calidad como la ausencia de defectos y adecuarse al uso. Otra definición es la ofrecida por Crosby, quien afirma que la calidad es el cumplimiento de los requerimientos donde el sistema de prevención es estándar, es cero defectos. Adicionalmente, Deming manifiesta que la calidad es el grado predecible de uniformidad y habilidad a bajo costo, adecuado a las necesidades de los clientes. Por último, está la definición de Ishikawa, quien menciona que la calidad es diseñar, producir y ofrecer un producto o servicio que sea útil al mejor precio posible y que siempre satisfaga las necesidades del cliente.

El concepto de calidad sufrió una evolución importante, pasando de la simple idea de realizar una verificación de calidad, a tratar de generar la calidad desde sus orígenes. Se busca evitar los productos defectuosos dotando al proceso de producción los adecuados controles, a fin de asegurar la calidad de los productos que genera (Cuatrecasas, 2012)

La calidad es un factor crucial para la supervivencia de cualquier empresa, tiene un impacto directo sobre otros factores que son importantes para los negocios, como los gastos, la entrega a tiempo, los inventarios, la reputación, la penetración en el

mercado, y demás. Los problemas de calidad elevan los costos, retrasan las entregas, aumentan o reducen los inventarios, perjudican la buena imagen de una compañía y pueden reducir la penetración en el mercado (Griffith, 2001).

Calidad representa un proceso de mejora continua, en el cual todas las áreas de la empresa buscan satisfacer las necesidades del cliente o anticiparse a ellas, participando activamente en el desarrollo de productos o en la prestación de servicios (Álvarez & Bullón, 2006). Desde ese preciso instante, el concepto de calidad ha ido evolucionando, ampliándose y variando su orientación a lo largo del tiempo hasta llegar a la concepción de la calidad total actual. Así ha pasado de la comprobación a posteriori del producto acabado a la acción en el origen para asegurar la calidad a lo largo del proceso productivo, evitando de esta forma obtener productos defectuosos que contribuyen a aumentar los costos y enturbiar la imagen de la empresa, organización o servicio (Juanés & Blanco, 2001).

Según Gutiérrez (2004), las especificaciones se establecen dentro de ciertos límites, llamados límite superior y límite inferior. Es muy común que se establezcan límites de especificaciones, si el producto está dentro de dichos límites se le considera como bueno, si esta fuera es producto defectuoso.

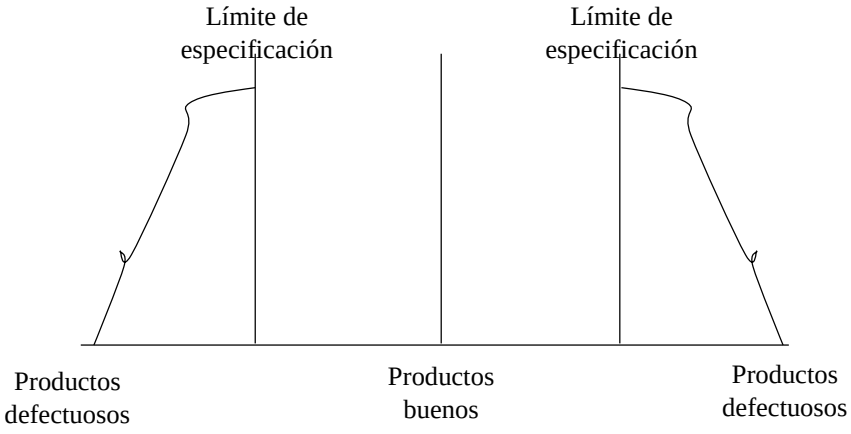


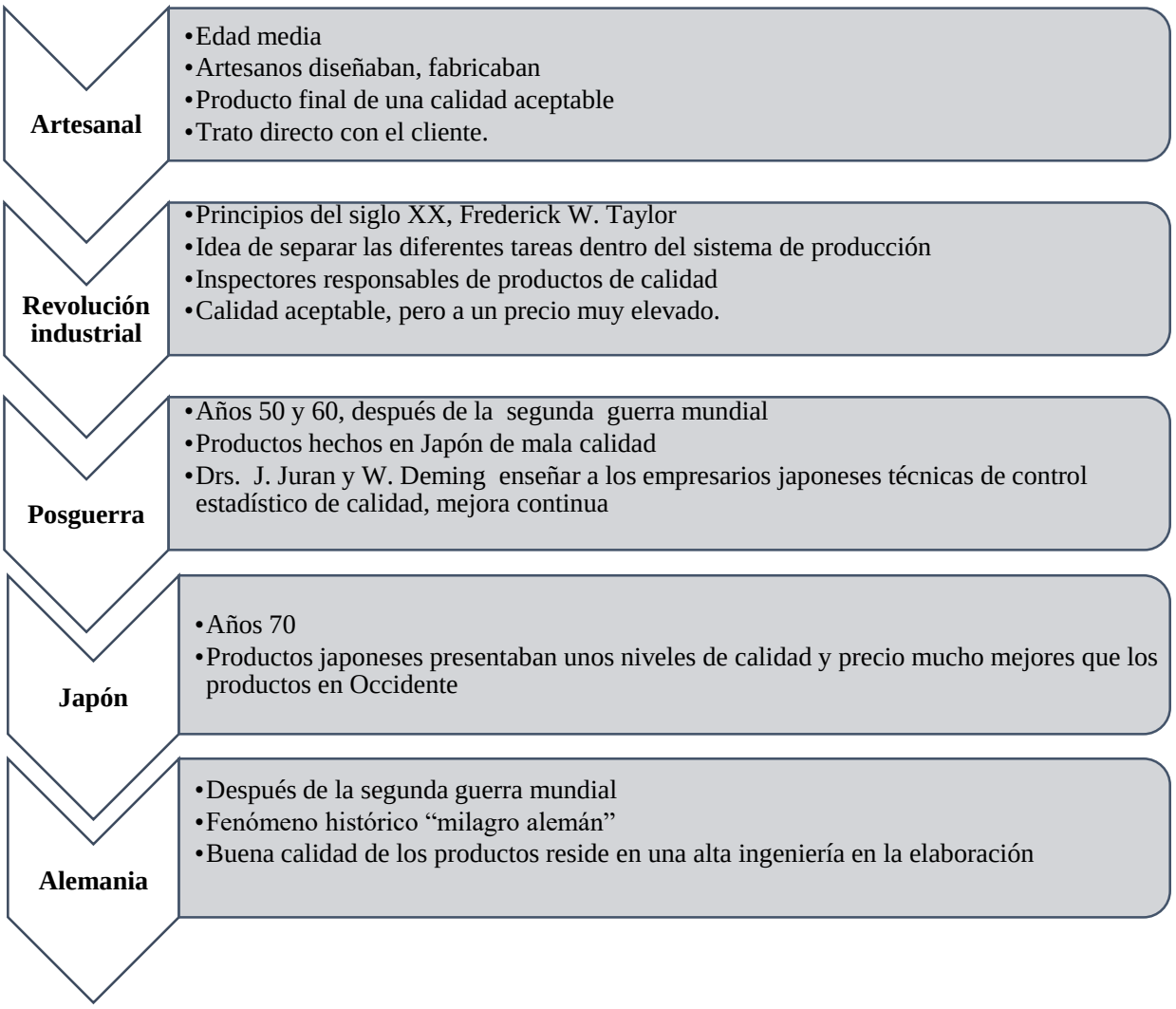
Figura 1.- Especificaciones de calidad

Fuente.- Gutiérrez (2004)

2.2. Evolución histórica de la calidad

En la antigüedad se asociaba la calidad exclusivamente con una actividad de medida e inspección. Una vez que se había realizado el producto, éste se comprobaba y medía para asegurarse que estaba bien hecho. Los egipcios fueron pioneros en este sistema de control de calidad que aplicaron en la construcción de las pirámides (Alcalde, 2009).

Cuando la producción se realizaba de modo artesanal la comunicación entre el productor y el cliente era directa, el producto se adapta exactamente a las necesidades de éste y, por lo tanto, la calidad era máxima y el costo muy elevado (Varo, 1994).



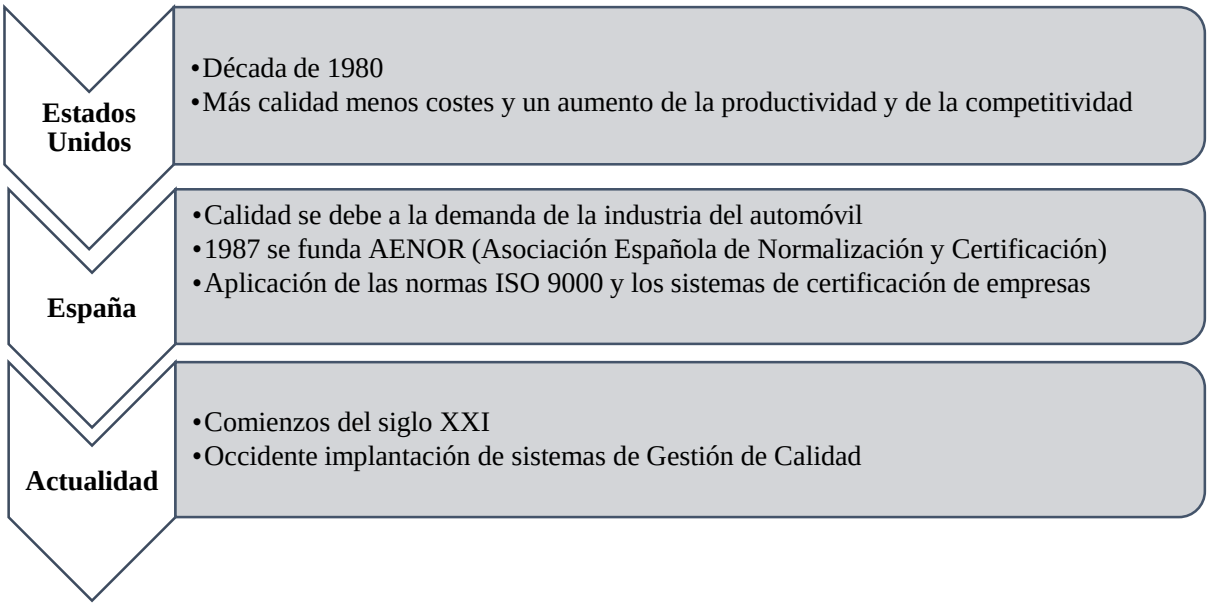


Figura 2.- Evolución histórica de la calidad

Fuente.- Alcalde (2009) & Varo (1994)

2.3. Control de calidad

El control de calidad japonés es una revolución en el pensamiento de la gerencia. Las Normas Industriales japonesas (NIJ) definen al control de calidad como un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores (Ishikawa, 1997).

Con la llegada de la industrialización se tendió a separar, por un lado, a los que trabajan y, por otro, a los que controlan. Éste es el fundamento del control de calidad, que tiene como base estos principios (Alcalde, 2009):

- ✓ Se desconfía de la acción del trabajador y de la planificación de los procesos.
- ✓ Hay que realizar un esfuerzo enorme en inséccionar todo lo producido.
- ✓ Una vez producidos los fallos hay que corregir los defectos del sistema.

Un programa de control de calidad eficaz no solo garantiza a la dirección que se puede conseguir y mantener una buena calidad en el producto, también reduce los costos e incrementa la productividad (Enrick, 1983).

El paso a esta nueva etapa se produce cuando se admite que el control estadístico de la calidad también tiene implicaciones en la administración de la empresa y no exclusivamente en el departamento de producción. Aunque el control estadístico del proceso siguió siendo una forma de prevenir defectos, a partir de la década de 1950 aparecieron nuevos elementos que dieron un giro al control de calidad: los costos de calidad, el control total de la calidad, la ingeniería de la fiabilidad y cero defectos, todos ellos parten de la visión del usuario hacia el producto (Nava, 2005).

2.4. Costos de calidad

Los costos de calidad, o los costos relacionados con la calidad, son aquellos asociados con todas las actividades llevadas a cabo cuando los productos y/o servicios no salieron bien desde la primera vez, son los costos por corregir errores, desviaciones o anomalías, los retrabajos, reprocesos, desperdicios. Pero también son los costos asociados con las actividades de inspección y prueba, aquellas con las que se cerciora o verifica que un producto o servicio cumplió con los requisitos de calidad (Castañeda, 1999).

Uno de los métodos empleados para mejorar la calidad y administrarla de manera efectiva es contar con un sistema exacto para informar los costos de calidad. Si una compañía puede medir con exactitud los costos de calidad, puede mejorar la calidad y productividad. Un sistema de costos de calidad define las áreas de costos

elevados que, a su vez, definen las áreas de concentración de las acciones correctivas encaminadas a reducir dichos costos (Griffith, 2001).

Philip B. Crosby afirmó que: *"los costos relativos a la calidad son los costos que no existirían si todas las actividades que son necesarias, se hicieran bien a la primera vez"* (Alcalde, 2009, pág. 2).

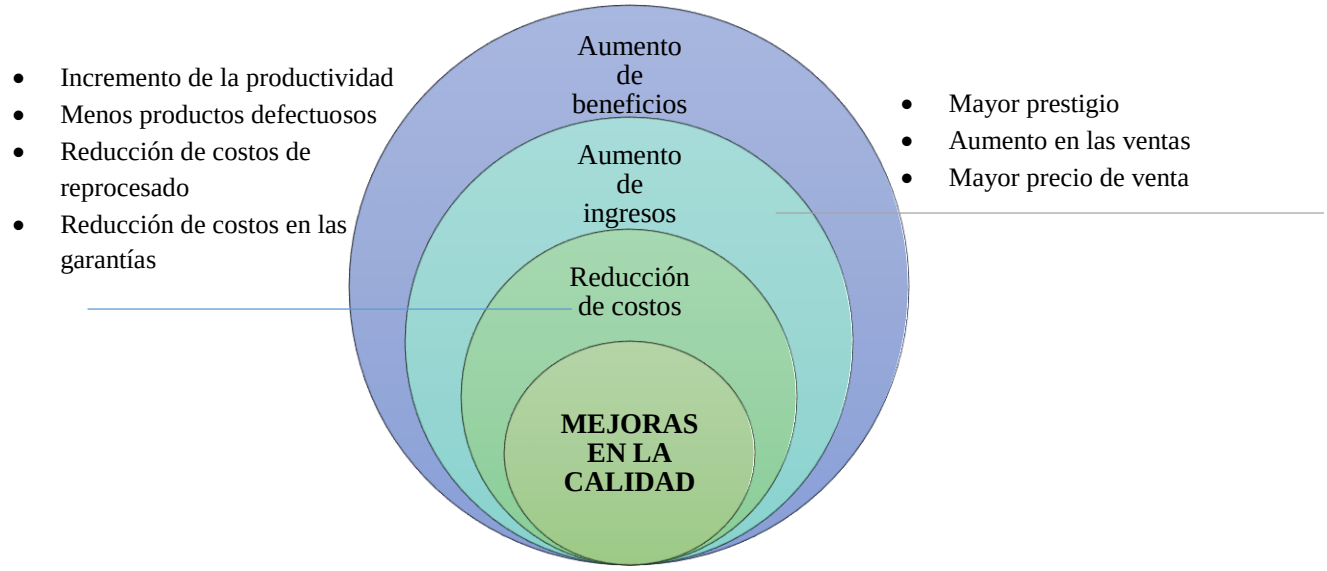


Figura 3.- Mejoras de la calidad

Fuente.- Alcalde (2009)

2.4.1. Clasificación de costos

Dentro de los costos de calidad se pueden distinguir dos principales categorías de costos (Cañedo, 2017; Verdoy, Mahiquest, Pellicer, & Sivent, 2006; Toro, 2007).

2.4.1.1. Costos de conformidad. - Costos derivados de garantizar que el artículo cumple los requisitos predeterminados por el cliente, con un estándar de calidad en inversiones necesarias para la aplicación de planes y subidivide en:

- ✓ Costos de prevención.
- ✓ Costos de detección.

2.4.1.2. Costos de no conformidad o (no calidad). - Costos asociados con los fallos al satisfacer los requisitos prefijados con un estándar se subdivide en:

- ✓ Costos de no calidad internos (fallas internas).
- ✓ Costos de no calidad externos (fallas externas).

Existen muchas formas de clasificar los costos de la calidad. Una de ellas es la clasificación propuesta por Alcalde (2009) presentada en la (Tabla 1):

Tabla 1.- Clasificación de los costos

Costos para conseguir la Calidad	Dinero que la organización invierte para conseguir hacer las cosas bien a la primera.		Son actividades de prevención y tratan de evitar que se produzcan fallos	**Costos de prevención.**
Costos para asegurar la calidad	Dinero que la organización gasta para garantizar que los productos que la organización produce sin calidad puedan ser identificados antes de que lleguen a manos del cliente			**Costos de evaluación**.
Costos producidos por la mala calidad	Dinero que la organización gasta para subsanar las consecuencias debidas a una producción de mala calidad	**Costos por errores internos**	Cuando los defectos llegan hasta el cliente	**Costos por errores externos**

Siguiendo esta filosofía, se puede decir que el total de los costos de la calidad, los unicos que realmente representan una inversión son los costos para conseguir la calidad, es decir, los costos para prevenir que todo funcione bien. Si aumenta la

prevención con el objetivo de reducir al mínimo los fallos, no tendrá que gastar tanto en inspecciones, verificaciones y controles. Además, los costos producidos por mala calidad, tanto interna como externa se reducirán en gran manera. (Alcalde, 2009)

2.5. Relación entre costos de prevención y evaluación

Ambas clases de actividades están interrelacionadas, cuanto mayor es el costo de prevención se realizaran más actividades, menor es el costo de evaluación los trabajos se hacen mejor y la tasa de errores interno y externo disminuye, requiriéndose menos esfuerzos de evaluación y resultando un costo más bajo (Varo, 1994).

2.5.1. Actividades de prevención. Son aquellas acciones que tienen un efecto positivo sobre la capacidad de los trabajadores de realizar bien su trabajo todas las veces. Esta mejora del desempeño se consigue, en un alto porcentaje, si se les proporciona la formación, equipos, sistemas y conocimientos adecuados. Al incrementar la actividad preventiva se reduce el costos de los errores porque desciende el número total de los mismos.

2.5.2. Actividades de evaluación. Son aquellas que evitan que los errores alcancen fases posteriores del proceso productivo del servicio o al cliente externo. El costo de calidad disminuye porque el costo de fallo es mayor cuanto más se acerca al cliente final. Su fin no es reducir el número de errrores, sino detectarlos y corregirlos cuanto antes, complementando las actividades de prevención que no llegan a ser todo lo eficaces que debieran. Por otro lado, esta actividad de indentificación de problemas es necesaria para establecer después una acción preventiva y que el problema no vuelva a ocurrir.

En la figura 4 se puede ver la siguiente interrelación:

- Los costos de evaluación y prevención serían cero cuando el producto fuera el 100% defectuoso; para mejorar la calidad deben aumentar, y tenderían al infinito cuando el producto fuera 100% conforme.
- Los costos de fallos serían cero cuando el producto fuera 100% conforme; el costo de fallo por unidad llegarían al infinito cuando el producto fuera 100% defectuoso.

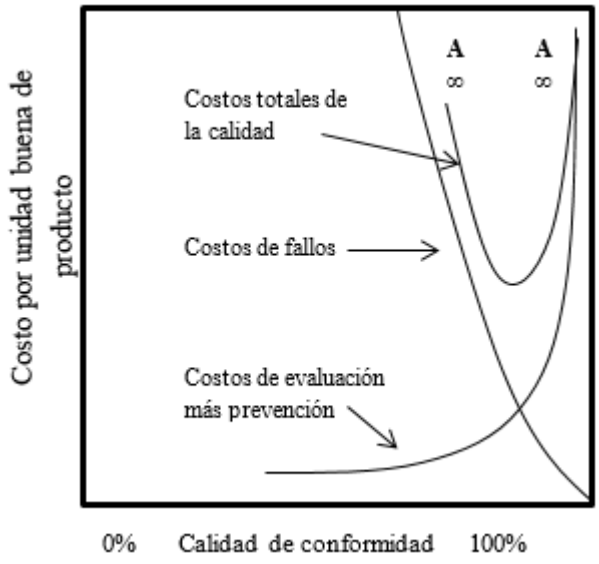


Figura 4.- Modelo clásico de los costos óptimos de calidad

Fuente. - Varo (1994)

Sin embargo, la nueva tecnología ha reducido los índices de fallos en materiales y productos, la robótica y otras formas de automatización han disminuido los errores humanos y han prefeccionado la inspección y los ensayos automáticos. Los cambios tecnológicos han conducido a una revisión del modelo clásico de relación entre los costos de evaluación, prevención y los costos de fallo, de tal forma que aquellos y en consecuencia, los costos totales de calidad no tendrían al infinito para lograr que la tasa de conformidad fuera del cien por ciento.

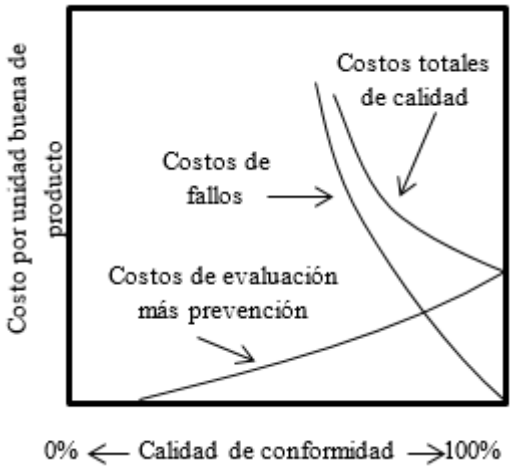


Figura 5.- Nuevo modelo de los costos óptimos de calidad

Fuente.- Varo (1994)

La suma de las curvas de los costos de evaluación, prevención y la de los costos de fallos da lugar a la curva de los costos totales de la calidad, cuyo mínimo tiene significado y aplicación práctica. La curva de costos totales se divide en tres zonas:

Zona de proyectos de mejora	Zona de perfeccionismo	Zona de indiferencia
Costos de fallos son muy superiores a los costos de prevención	Los costos de evaluación exceden a los costos de fallo	En el campo industrial, los costos de fallo representan el 40% de los costos totales y los costos de prevención el 10%.
Beneficioso establecer proyectos de mejora	Proyectos de mejora deben ir dirigidos a revisar las normas de calidad, reducir la inspección y controlar el proceso y no el producto final	Si los errores se concentran en ella, hay que desarrollar proyectos que los disminuyan y, si no se encuentran, hay que poner más énfasis en el control.

Figura 6.- Zonas de curvas de costos totales

Fuente. - Varo (1994)

Esta interrelación mantenida en el tiempo, mejora la calidad de los servicios y disminuye el costo de la calidad en todos sus conceptos; permite optimizar los recursos humanos, materiales y financieros y rentabilizarlos mejor, lo cual es importante en un sistema dependiente de recursos limitados y con una demanda cada vez mayor.

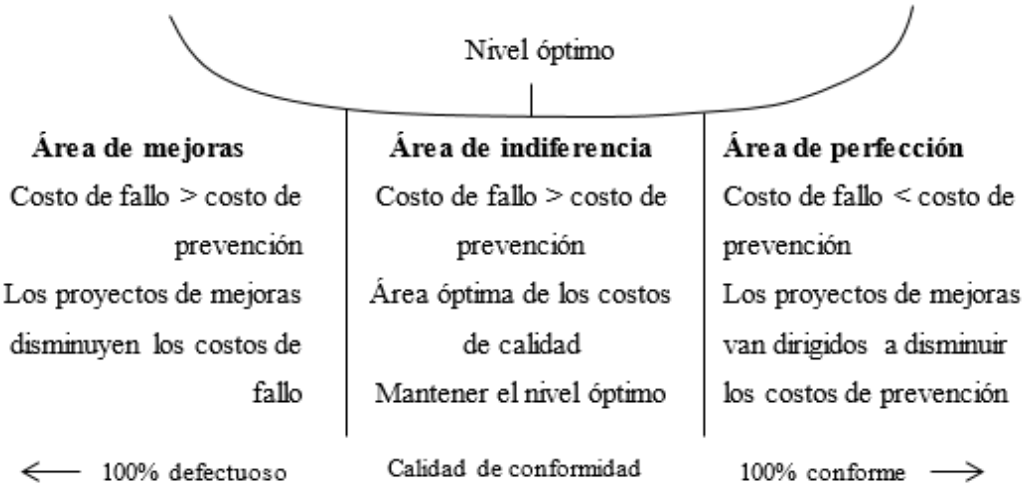


Figura 7.- Curva de los costos de calidad totales

Fuente.- Varo (1994)

2.6. Categorías de costos de calidad

La categorización de los costos de calidad está dada por la siguiente clasificación:

Tabla 2.- Categorización costos de calidad

Costos de prevención	Costos de fallas internas
Planeación e ingeniería de calidad Revisión de nuevos productos Diseño del producto/proceso Control del proceso Encendido Capacitación Adquisición y análisis de datos sobre la calidad	Desechos Reprocesamiento Repetición de pruebas Análisis de fallas Tiempo ocioso Perdidas de rendimiento Degradación
Costos de valuación	**Costos de fallas externas**
Inspección y prueba del material de entrada Inspección y prueba del producto Materiales y servicios consumidos Mantenimiento de la precisión del equipo de prueba	Ajustes de quejas Producto/material devuelto Cargos por garantía Costos de responsabilidad Costos indirectos

Fuente. - Cañedo (2017); Verdoy, Mahiquest, Pellicer, & Sivent (2006); Toro (2007).

2.6.1. Rangos-categorías de los costos de calidad

Para expresar el comportamiento aproximado de una organización, es decir, que esta se encuentre en la zona de indiferencia u óptima, según el análisis de las diferentes categorías de los costos respecto al costo total de la calidad, algunos autores proponen rangos de comportamientos de los costos de prevención, evaluación y fallas respecto de los costos totales. Los autores que más han trabajado este tema son: Harrintong (1993); Fawsi (1995); Jurán (1998); Cuatrecasas (1999); cada uno con sus respectivos porcentajes para los distintos costos, presentando así la siguiente categorización de rangos de manera conjunta, detallada en su análisis por Panozzo (2014):

Tabla 3.- Rangos categorización costos de calidad

Costos de calidad	% Aproximado			
	Harrintong	**Fawsi**	**Juran**	**Cuatrecasas**
Costos de Prevención	10%	0.5 – 5%	10%	<5%
Costos de Evaluación	35%	10 – 50%	40%	10 – 50%
Fallas Externas	7%	10 – 40%	505	20 – 40%
Fallas Internas	48%	23 – 40%		25 – 40%

Fuente. - Panozzo (2014) & Rojas (2011)

Tomando en cuenta los criterios anteriores, se consensuó una base comparativa (Rojas, 2011).

Tabla 4.- Rangos categorización comparativa

Categorías de los costos de calidad	Relación respecto al costo total de la calidad (%)
Prevención	5 – 10%
Evaluación	10 – 50%
Fallas externas	25 – 40%
Fallas internas	20 – 40%

2.7. Poka Yoke

El Poka Yoke es una técnica de calidad que se basa en establecer unos sistemas de autocontrol para prevenir que los operarios cometan errores, la idea es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de presentarse, su finalidad es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores lo antes posible (Gonzáles & Domingo, 2013; Miranda, 2006; Alcalde, 2009).

Miranda (2006) señala que un dispositivo poka yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo, la premisa es, sino se permite

que se presenten errores en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco.

El objetivo de poka yoke es reducir los defectos por errores humanos a través de posibles maneras simples y al más bajo costo, es decir lograr "cero defectos", donde el operador que actue como fuente de una falla tenga la informacion lo más pronto posible, de manera que pueda tomar decisiones y evitar que el error avance en el proceso (Guajardo, 2003). El sistema Cero Control de Calidad (en inglés ZQC y CCC en español) es definido por técnicas poka yoke para corregir defectos más inspección en la fuente del origen para prevenir los defectos (Cabrera, 2014).

Para llevar a cabo un sistema poka yoke es preciso:

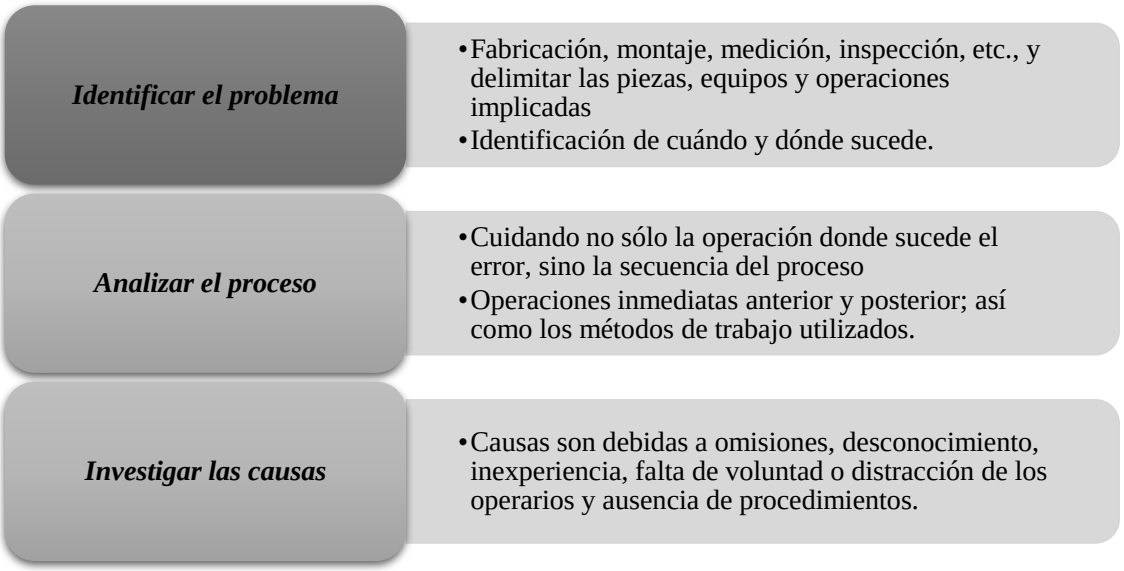


Figura 8.- Pasos para llevar un sistema Poka Yoke

Fuente. - Gonzáles & Domingo (2013)

Los mejores creadores de poka yoke son los mismos operarios y sólo ellos pueden localizar las áreas más escondidas donde existe necesidad de esta herramienta, es fundamental fomentar la creatividad en el personal para evitar defectos, riesgos para

la seguridad, etc. El poka yoke se convierte en un óptimo y económico instrumento de gestión y delegación (Galgano, 2004). Los sistemas de este mecanismo implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren (Miranda, 2006).

2.7.1. Historia Poka Yoke

Shingeo Shingo es quizás el menos conocido de los Gurús de la Calidad japonesa en América y Europa que más impacto ha tenido en el nivel de vida de los pueblos, no obstante, su impacto en la industria japonesa y, recientemente, en algunas industrias de Estados Unidos ha sido bastante grande debido a que sus contribuciones a las técnicas modernas de manufactura ayudaron a las empresas a abatir sus costos en 60 y hasta un 80 por ciento. Aunque el concepto de poka yoke ha existido durante mucho tiempo de diversas formas, ha sido el ingeniero de producción japonés Shingeo Shingo quién desarrollo la idea en una herramienta formidable para alcanzar los cero defectos y, eventualmente, eliminar las inspecciones de control de calidad. (Guajardo, 2003 & Hirano, 1991)

Poka Yoke es una técnica desarrollada a finales de los 50's para prevenir errores humanos que pueden ocurrir en el área de manufactura, popularizándose hasta los años 60´s en la línea de producción Toyota. Los métodos que propuso fueron formalmente denominados "a prueba de tontos" (fool-proofing), reconociendo que esta etiqueta podría ofender a muchos trabajadores, proponiendo así el término japonés poka yoke, generalmente traducido como "a prueba de errores" o "de folios" (fail-safing), proveniente de dos ideogramas: Poka= error inadvertido y Yokeru= evitar. (Guajardo, 2003; Gonzáles & Domingo, 2013)

2.7.2. Error y defecto

Muchas son las cosas que pueden ir mal en un entorno de trabajo. Cada día hay oportunidades para cometer errores, los cuales resultarán en productos defectuosos, la clave para alcanzar el éxito es eliminar el error creando para ello las condiciones favorables (Socconini, 2016).



2.7.3. Actitud ante el error

Socconini (2016) señala que la actitud que se debe tomar ante el error es la siguiente:

1. *Los errores son inevitables:* Si la actitud hacia la persona que comete el error es de represión no se está atacando la raíz del problema.
2. *Los errores pueden eliminarse:* Sistemas de producción basada en el principio de que los errores pueden evitarse, mecanismos a prueba de fallas, entrenamiento, buenas prácticas de manufactura, etc.

2.7.4. Fuentes de los defectos

Un defecto es una parte, producto o servicio que no está conforme a las especificaciones o expectativas del cliente, cuyos defectos son causados por errores **(Tabla 5).**

Tabla 5.- Fuente de los defectos

Materiales	**Mano de Obra**	**Mediciones**
Dañados Equivocados Fuera de especificación Obsoletos	Mal entrenamiento Errores inadvertidos Equivocaciones Descuidos Operaciones deficientes de los equipos	Mala calibración Muestreos incorrectos
Métodos	**Maquinaria**	**Medio Ambiente**
Métodos incompletos Falta de documentación Métodos obsoletos Métodos poco comprensibles o complejos	Mantenimiento inadecuado Malos ajustes Cambios deficientes Suciedad y contaminantes hacia los productos Instalaciones inadecuadas	Humedad Calor excesivo Frío intenso

Fuente. - Socconini (2016)

2.8. Niveles de Poka Yoke

Los sistemas de prevención de poka yoke pueden ponerse en práctica con sistemas de control en diferentes niveles, cada uno más poderoso que el anterior **(Tabla 6).**

Tabla 6.- Niveles de Poka Yoke

Nivel 0	En este nivel se da información mínima a los trabajadores sobre las operaciones estándar.
Nivel 1.- Información de resultados de actividades de control	Se informa de los resultados de actividades de control para que cada trabajador, no necesariamente el de nivel superior, pueda ver claramente cómo su desempeño cumple las expectativas.
Nivel 2.- Compartir estándares establecidos	Se publican estándares y métodos para que cada trabajador empiece a identificar las no concordancias en cuanto ocurren, y ayude a corregirlas.
Nivel 3.- Construir estándares directamente dentro del lugar de trabajo	Hacer un estándar de su propio ambiente de trabajo, con sus materiales, equipo o espacio. Explicar cuál es la manera correcta de hacer las cosas.
Nivel 4.- Avisar acerca de anomalías	Para reducir el tiempo de verificación y la velocidad para reaccionar, se debe instalar una alarma visible que avise a los trabajadores tan pronto ocurra un defecto o anomalía. Usar alarmas que avisen que los insumos son insuficientes, o que se necesita ayuda.

Nivel 5.- Detectar anormalidades (Prevención)	El sistema de control visual da tiempo y la perspicacia para detectar y eliminar anomalías, a través del proceso de verificación, se descubren las causas de las anomalías y se desarrollan maneras para impedir su recurrencia.
Nivel 6.- A prueba de errores	El uso de una variedad de dispositivos para verificar el 100% de los productos, de manera que estén diseñadas a prueba de errores o fallas, y se garantice que la anomalía no se presente de nuevo en el proceso.

Fuente. - Guajardo (2003) & Socconini (2016)

2.9. Métodos de inspección

Los métodos de inspección proveen retroalimentación, revelando la fuente del error o defecto (Heredia, 2007). Existen diversos tipos:

2.9.1. Inspección informativa: Inspección para obtener datos y tomar acciones correctivas, usando típicamente como:

- ✓ Auto inspección.
- ✓ Inspección subsecuente.

2.9.2. Inspección en la fuente: Se realiza por el trabajador en la misma estación. Cuando se detecta un defecto, el trabajador lo corrige o elimina antes de pasarlo al siguiente proceso.

2.10. Categorías de los elementos Poka Yoke

Los elementos poka yoke, de acuerdo a su categorización son dos:

Tabla 7.- Categorías de los elementos Poke Yoke

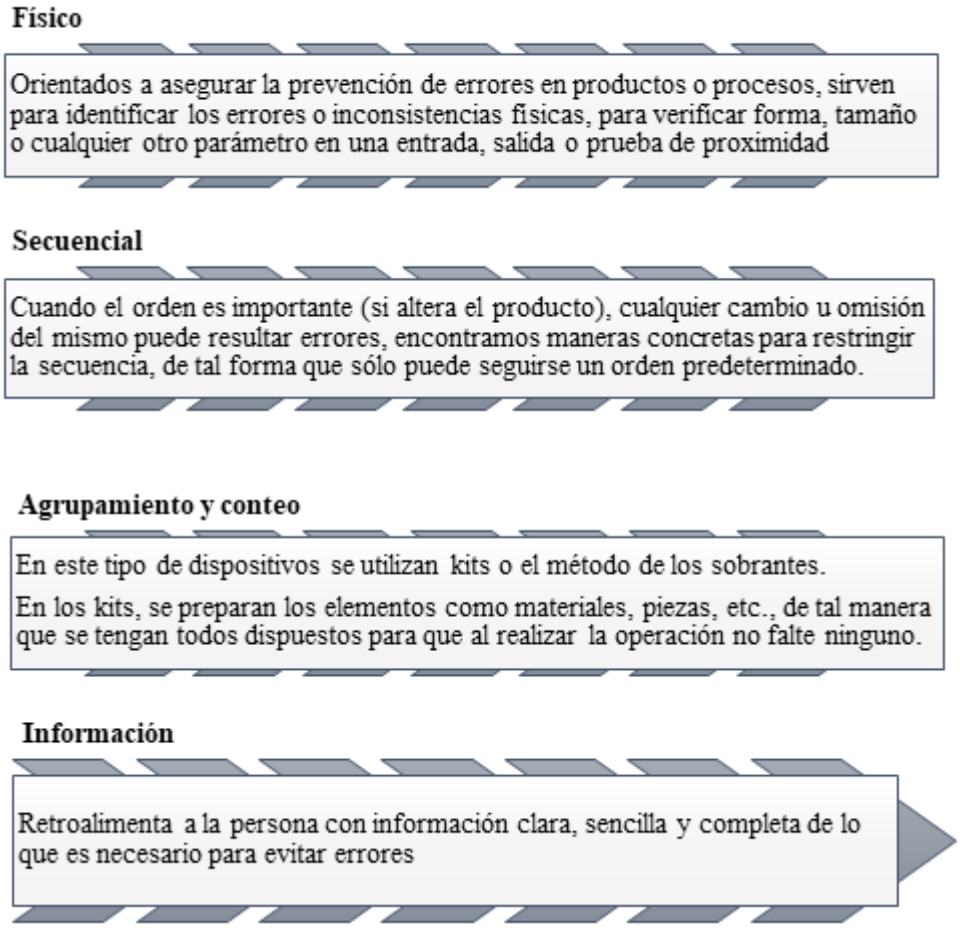
Poka Yoke de advertencia	El elemento de advertencia avisa al operador o usuario antes de que el error pueda ocurrir. Sin embargo, que el mecanismo advierta no necesariamente significa que se evite el error.
Poka Yoke de prevención	Este tipo de elemento busca que los errores no se presenten, utilizando mecanismos que hagan imposibles que se cometan errores.

Fuente.- Heredia (2007)

2.11. Clasificación de los mecanismos Poka Yoke

Básicamente existen cuatro tipos de mecanismos poka yoke, tal como se muestra en la **(Figura 9).**

Figura 9.- Clasificación mecanismo Poka Yoke



Fuente. - Heredia (2007)

2.12. Procesos de producción

La definición de un proceso productivo ha estado siempre relacionada con un conjunto de operaciones y actividades que se ejecuta para crear valor. Este conjunto de operaciones busca satisfacer las necesidades de los clientes mediante la transformación de unos insumos o materias primas en un producto o servicio (Fúquene, 2007).

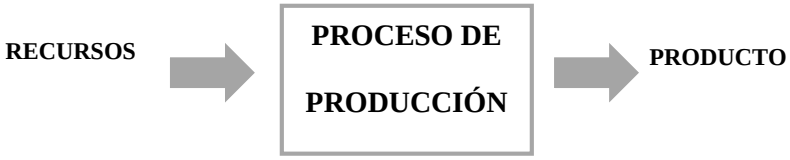


Figura 10.- Proceso de producción

Fuente. - Heredia (2007)

La actividad productiva se plasma en procesos sujetos a una organización y planificación, y a los que se aplicarán los medios y recursos adecuados, dichos procesos están formados por conjuntos de actividades coordinadas para efectuar la producción con la determinación correcta de medios, de acuerdo con los métodos más adecuados, de manera que se obtenga el producto con la máxima productividad y calidad y el mínimo tiempo y costo (Cuatrecasas, 2012).

2.13. Relación calidad, productividad y costos

2.13.1. Calidad y productividad

La calidad está estrechamente ligada a otros parámetros claves de la producción, tales como la productividad, el costo y el precio, de tal forma que no se puede actuar sobre uno de ellos sin alterar la situación de los otros. A este respecto Deming ha establecido la siguiente reacción que en cadena la mejora de la calidad, quien conduce a una disminución de los costos de producción y a una mejor utilización de los recursos, como consecuencia mejora la productividad y aumenta la cuota de mercado gracias a precios más bajos y a la mejor calidad, circunstancias que favorecen la supervivencia de la empresa y la creación de puestos de trabajo (Hansen & Ghare, 1990).

Los economistas definen la productividad como la relación entre las salidas de un proceso de producción con los insumos dedicados a tal proceso:

$$Productividad = \frac{salidas}{insumos}$$

Esta relación es similar al concepto de eficiencia manejado en ingeniería. El concepto de productividad está estrechamente relacionado con el de calidad, el primero describe las características cuantitativas de las salidas, en tanto que el otro describe la calidad (Varo, 1994).

2.13.2. Calidad y Poka Yoke

Resulta claro que los objetivos gemelos de aumento de la productividad y mejora de la calidad son interdependientes no se puede lograr uno sin el otro. La importancia del aumento de la productividad la ilustra claramente la aparición de Japón como potencia industrial. Durante el periodo entre 1966 y 1980, Japón obtuvo un fenomenal incremento en su productividad, mientras que la de las potencias industriales occidentales, especialmente Estados Unidos, se hallaba estancada. (Alcalde, 2009)

Como consecuencia de este aumento en su productividad, la industria japonesa logró una fuerte posición competitiva en los mercados mundiales que incluía todo tipo de productos manufacturados, desde los de alta tecnología (calculadoras, aparatos de televisión, robots industriales) hasta otros de corte más tradicional como automóviles, acero y astilleros (Miranda, 2006).

Por otro lado, los aportes de Shingo (1988) a la ingeniería industrial son de sustancial importancia para la compañía Toyota, ya que fueron aquí donde desarrolló sus investigaciones y propuso las técnicas de SMED y para el control de calidad con el uso de poka yoke (Quiroga & Aguirre, 2014).

2.14. Calidad, costos de calidad y productividad

Ya se ha dicho que, hasta no hace muchos años, la opinión generalizada era que calidad y productividad eran conceptos antagónicos y que un aumento de la calidad de los bienes y servicios lleva siempre aparejado una elevación de sus costos. Sin embargo, se consiguen mejoras en el costo y la calidad al optimizar el diseño del producto y los procesos (Alcalde, 2009).

La relación entre calidad y costos es tan estrecha que puede decirse que no se pueden reducir los costos sin afectar a la calidad, es posible mejorar la calidad sin incrementar los costos y se pude reducir el costo mejorando la calidad (Hansen & Ghare, 1990).

Igualmente, la calidad se asocia a una disminución de la productividad, partiendo del supuesto, en nuestra opinión equivocado, de que no se pueden emprender muchas cosas y, además, hacerlas bien. Hay que subrayar que una alta calidad no significa, necesariamente, grandes medios tecnológicos, sino aquellos que son precisos para cubrir las necesidades de los clientes y cumplir los requisitos de calidad establecidos (Miranda, Chamorro, & Rubio, 2007).

Con el objeto de mejorar la eficiencia de la gestión, se ha propuesto cinco estrategias.

Tabla 8.- Estrategias de calidad-Poka Yoke

Estrategias	Calidad	Producción	Costos	Viabilidad
I	Mantener	Aumentar	Mantener	Posible
II	Mejorar	Mantener	Mantener	Posible
III	Mejorar	Aumentar	Mantener	Muy difícil
IV	Mantener	Mantener	Disminuir	Imposible
V	Mejorar	Aumentar	Frenar	Posible

Fuente. - Varo (1994); Hansen & Ghare (1990) & Miranda (2006)

El análisis de las estrategias de calidad está dado por Figura 11 (p. 32):

2.15. Relación gestión financiera y costos de calidad

Las concepciones sobre el costo de calidad han venido evolucionando rápidamente en los últimos años. Anteriormente este era percibido como el costo asociado a la inspección de los especialistas de la calidad, luego se lo relacionaba con los recursos necesarios para poner en marcha del de partamente de aseguramiento de la calidad y la detección de los costos justificables. En la actualidad se lo identifica con la gestión de la calidad total. (Guerra & Gracía, 2012)

Uno de los desafíos más importantes en el funcionamiento y operación de las empresas y organizaciones es el de lograr administrar y gestionar de la mejor manera los recursos financieros. Esta tarea es crucial desde la perspectiva de que todas las actividades que se desarrollan en la organización, inevitablemente deben materializarse en una expresión monetaria que consolidada y estructurada representa el caminar de la institución y el reflejo de su desempeño (Terrazas, 2009). La aplicación de las técnicas de calidad y productividad se traducen en resultados financieros, de ahí que estos sean la medida de los niveles de la calidad y productividad de la empresa. Las técnicas de administración financiera en consecuencia deben aplicarse dentro de un modelo de maximización de calidad y productividad (Sanchez, 1991).

La comprensión de la gestión financiera en la empresa requiere conocer el ámbito de la toma de decisiones de la gerencia y su efecto en el corto, mediano y largo plazo. El conjunto de decisiones va a representar en definitiva desde el punto de vista financiero, la necesidad de fondos para inversiones de corto y largo plazo, los cuales pueden provenir de diversas fuentes. Las decisiones de operación inciden en las de inversión puesto que su alcance comprende la escogencia de los mercados que se van

a atender y el nivel de participación esperado, determinándose así, el nivel de producción en el cual se va a operar en función de la capacidad del mercado y de la competencia. (Terrazas, 2009)

La productividad, calidad y nivel tecnológico deben estar implícitas en las decisiones de operación por su impacto en el grado de competitividad de los productos en el mercado y por consiguiente en el nivel de rentabilidad a alcanzar (Sanchez, 1991).

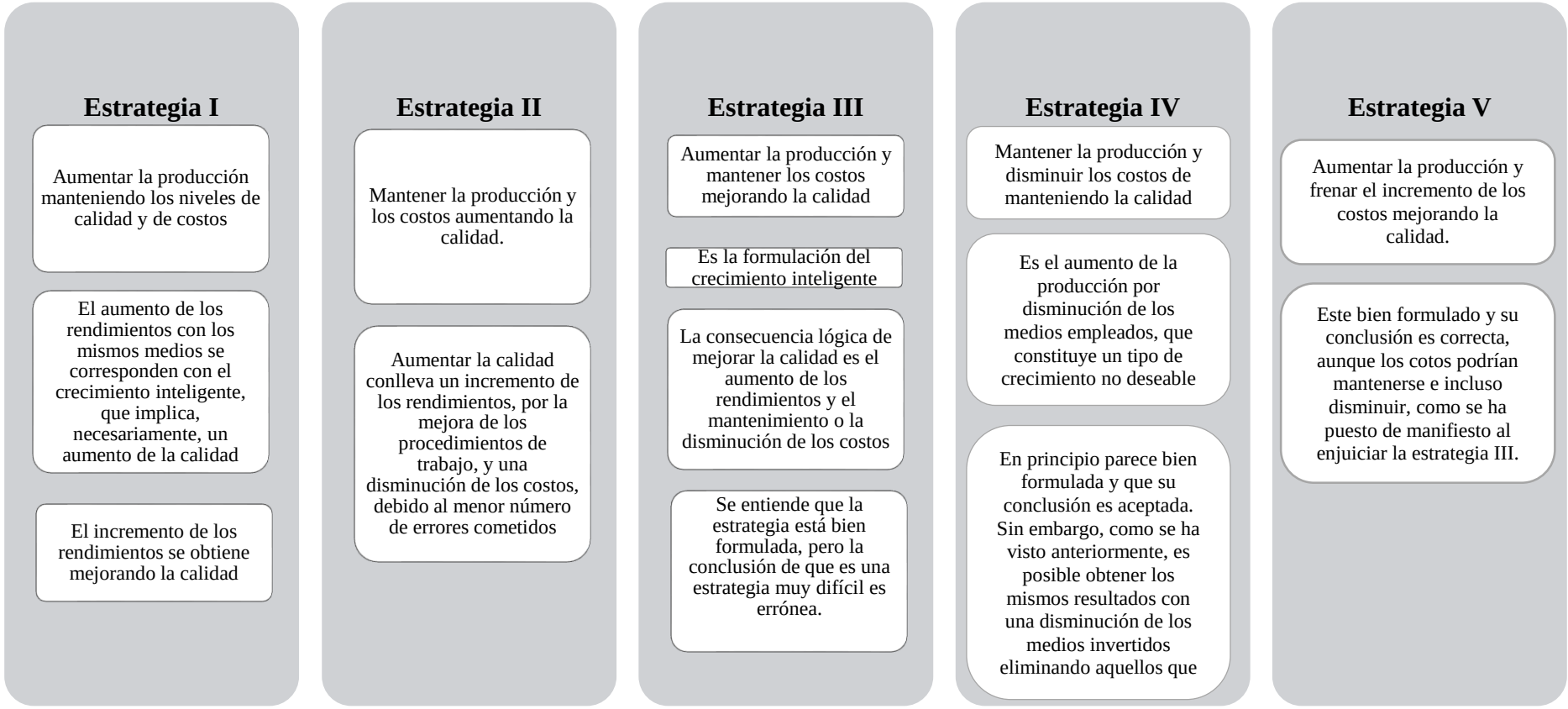


Figura 11.- Análisis de estrategias

Fuente. - Varo (1994); Hansen & Ghare (1990) & Miranda (2006)

2.16. Modelo tradicional de cantidad de producción económica (EPQ)

2.16.1. Modelo de lote económico EOQ – Modelo de Wilson

En 1915, F. W. Harris desarrollo el famoso modelo de volumen económico de pedido, que es el más conocido y utilizado de los modelos deterministas. Esta popularidad del modelo se debe a los esfuerzos de un consultor y asesor de empresas denominado Wilson, es por ello que lleva su mismo nombre (Pérez, 2017). En 1916, Wilson utilizó la fórmula de la cantidad o lote económico. En general, los modelos clásicos de gestión de stocks se han orientado hacia el cálculo de la cantidad a pedir o lote económico. (Parra, 2005)

Pérez (2017) & Parra (2005) manifiestan que el objetivo del modelo es determinar el tamaño del lote a comprar o fabricar. Los supuestos en los que se apoya se enumeran a continuación:

1. La demanda del producto es constante, uniforme y conocida.
2. El tiempo transcurrido desde la solicitud del pedido hasta su recepción (plazo de entrega) es constante
3. El precio de cada unidad de producto es constante e independiente del nivel de inventario y del tamaño del pedido.
4. El costo de mantenimiento o almacenamiento depende del nivel medio del inventario.
5. Las entradas en el almacén se realizan por lotes o pedidos constantes y el costo de realización de cada pedido es también constante e independiente de su tamaño.
6. No se permite rupturas de stocks, sino que ha de satisfacer a toda la demanda.

7. El bien almacenado es un producto individual que no tiene relación con otros productos.

   El modelo de cantidad de pedido económico (EOQ por Economic Order Quantity) o lote económico tiene como objetivo planificar los reaprovisionamientos (qué cantidad solicitar y en qué momento se debe realizar un pedido) durante un horizontal temporal H (habitualmente un año), de manera que se solicite el volumen óptimo de pedido que minimice el costo total de gestión de los stocks. Es decir, trata de determinar la cantidad óptima (Qo) que se va a solicitar en un pedido de determinado artículo. Este modelo se basa en una hipótesis o supuestos (habitualmente todos los valores se analizan para un horizonte temporal de un año). (Núñez, Guitart, & Baraza, 2015)

   Para el cálculo del EOQ, primero se formula el costo total correspondiente a cualquier tamaño de lote Q, y a continuación se obtiene EOQ, que no es sino el Q con el cual se minimiza el costo (Krajewski & Ritzman, 2000).

2.16.2. Lote económico de producción (EPQ)

El lote económico de producción (EPQ), Economic Production Quantify, es una variante de la fórmula de Wilson que se aplica al cálculo del lote económico de compra (EOQ). Su aplicación se focaliza en los procesos de producción en masa de las industrias de fabricación de stocks, o sea aquellas que tienen como objetivo el crear un stock de productos terminados que, a su vez, se comercializará a través de una red de distribución, siendo su notación la siguiente (Anaya, 2016).

- D = Demanda actual
- P = Capacidad anual de producción
- p = Tasa diaria de producción
- d = Demanda diaria
- C = Costo del producto fabricado
- K = Costo en porcentaje de mantenimiento del stock
- Q = Lote del pedido para fabricar, cuando el stock llegue a su punto de reabastecimiento. (Lote Q)
- S = Costo de lanzamiento del producto (set-up cost).

La fórmula aplicable es la siguiente:

$$t = \frac{Q}{p}$$

$$Invent.máximo = (p - d)t = (p - d)\left(\frac{Q}{p}\right) = (1 - \left(\frac{d}{p}\right))Q$$

El costo anual de mantenimiento del stock promedio (simplificado se lo llamará costo de stock) sería en consecuencia el siguiente:

$$Costo\ de\ mantenimiento\ del\ stocks = Inventario\ promedio * CK$$

$$Costo\ stocks = \frac{1}{2}((1 - \left(\frac{d}{p}\right))Q)CK$$

$$Costo\ anual\ de\ lanzamiento\ de\ productos = (\frac{D}{Q}) * S$$

Los costos totales serían:

$$TC = \frac{1}{2}\left(\left(1 - \left(\frac{d}{p}\right)\right)Q\right)CK + (\frac{D}{Q}) * S$$

El costo total $TC\left(N, I_p, Q_I\right)$ es la combinación del costo de producción, el costo de mantenimiento de inventario, el costo de lanzamiento de productos, el costo de calidad deficiente (costo de mala calidad) y el dinero invertido en poka yoke, que se denota por I_p. Esta combinación se realiza sobre la base de la hipótesis del modelo tradicional de cantidad de producción económica (EPQ). El costo total $TC(N, I_p, Q_I)$, se puede expresar como:

$$TC\left(N, I_p, Q_I\right) = Costo\ de\ producción + Costo\ de\ mantenimiento\ de\ inventarios + Costo\ de\ lanzamiento\ de\ productos + Costo\ de\ mala\ calidad + Costo\ Poka\ Yoke$$

La notación del modelo se resume a continuación:

Tabla 9.- Notación modelo dinámico

Notación	Significado
$\mathbf{D(I_p)}$	Probabilidad de que el proceso se salga de control con la inversión I_p en Poka Yoke.
P	Costo de producción del producto unitario.
$\mathbf{I_p}$	Inversión en Poka Yoke durante el período de planificación.
$\mathbf{C_r}$	Costo por mala calidad por unidad de producto.
S	Costo de instalación por periodo (lanzamiento del producto).
$\mathbf{Q_i}$	Tamaño de lote de producción en el período i.
h	Costo de tenencia por unidad por periodo.
$\mathbf{G_{i-1}}$	Inventario realizado desde el periodo i - 1 hasta i (período anterior).
$\mathbf{d_i}$	Demanda en el periodo i.

Fuente.- Tsou & Chen (2004)

Cada término de esta función se ha definido a continuación

Tabla 10.- Definición de términos del modelo

1. $\boldsymbol{Costo\ de\ producción}$	$\sum_{i=1}^{N} Q_i x\ P$	El costo de producción durante el período de N, se puede expresar como la sumatoria de los tamaños de lote (volumen) y el costo del producto unitario**.**
2. $\boldsymbol{Costo\ de\ mantenimiento\ de\ inventario}$	$\sum_{i=1}^{N} h[G_{i-1} + Q_i - d_i]$	El costo de mantenimiento en la línea de producción es la sumatoria del costo de mantenimiento del inventario en el período N. Dónde G_{i-1} es el inventario realizado en el período anterior; Q_i es el tamaño de lote de producción en el período i y d_i es la demanda; $[G_{i-1} + Q_i - d_i]$, es el inventario en el período i y $h[G_{i-1} + Q_i - d_i]$ es el costo de mantenimiento en el período i.
3. $\boldsymbol{Costo\ de\ lanzamiento\ de\ productos}$	$\sum_{i=1}^{N} \delta(Q_i)\ X\ S$	Set-up cost (costo de montaje), por cada lanzamiento de producto que se denominará con la letra griega δ, sería igual a la cantidad de lanzamientos multiplicados por S o lo que es lo mismo. El costo de lanzamiento incluye el costo de cambiar el molde (presentación), preparar el material (insumos de ejecución) y el costo de ajustar las máquinas. En el modelo, el costo de montaje, es igual a la suma del costo de lanzamiento en cada período.

4. ***Costo de mala calidad***	$\sum_{i=1}^{N} Q_i \, x \, C_r \, x \, D(I_p)$	El costo de mala calidad, se asume que el sistema de producción es defectuoso. Sin actividades correctivas, la línea de producción producirá continuamente porcentajes específicos de productos defectuosos en el siguiente período. En el modelo, el costo de mala calidad es la suma del costo de mala calidad en cada período, dónde Q_i es el tamaño del lote de producción en cada período, C_r es el costo de mala calidad en cada producto y $D(I_p)$ es la probabilidad de que el proceso se salga de control en cada período, $D(I_p)$ es la inversión en Poka-Yoke.
5. ***Costo Poka Yoke***	I_p	El costo de Poka Yoke, este es el dinero que se gasta en actividades de Poka Yoke, es decir el dinero en I_p, e I_p es una elección discreta de toma de decisiones. Esta alternativa significa que Poka Yoke es una inversión a tanto alzado, pero no una inversión continua. Por ejemplo, si se quiere comprar una máquina de inspección, no se puede comprar solo la mitad, sino la máquina completa.

Fuente. - Tsou & Chen (2004) & Anaya (2016)

En la práctica existen muchos métodos para mejorar el sistema de producción defectuoso, una de ellas es Poka Yoke, con la definición anterior, se puede desarrollar el modelo dinámico del costo total de un sistema de producción defectuoso. Esta es la función objetivo del modelo.

$$TC(N, I_p, Q_l) = \sum_{i=1}^{N} Q_i x\ P + \sum_{i=1}^{N} h[G_{i-1} + Q_i - d_i] + \sum_{i=1}^{N} \delta(Q_i)\ X\ S + \sum_{i=1}^{N} Q_i\ x\ C_r\ x\ D(I_p) + I_p \quad \textbf{[1]}$$

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Metodología e instrumentos de recolección de información

En este capítulo de conformidad con el problema planteado, los objetivos de la investigación, definiremos las técnicas e instrumentos de recolección de información, con el objeto de solucionar el problema. Se trata de un análisis de caso que busca solucionar la problemática presentada por la empresa, la cual por políticas organizacionales y un convenio realizado, no permite publicar su nombre, por lo que se la mencionará bajo el seudónimo de "la empresa".

La presente investigación es fundamentalmente cualitativa tomando en cuenta que la metodología invita y compromete al investigador a tomar posición ante sus objetivos y procedimientos de investigación (Soliz, Cáceres, & Nicómedes, 2007).

Para la realización del mismo se utilizó la entrevista como fuente primaria para la obtención de los datos, del cual se obtuvo las mejores pruebas como testimonio de hechos actuales y pasados reales. En el presente análisis de caso, la empresa de calzado industrial al no ser una sociedad no se encuentra en la Superintendencia de compañías, valores y seguros (Supercias) por lo que su información financiera, se solicitó de manera privada y personal para cuidar la imagen de la empresa.

Una de las formas primordiales de recolección de datos en cualquier ciencia es el contacto directo con la realidad (Soliz, Cáceres, & Nicómedes, 2007). Es por esto que para recolectar la información se utilizó la observación estructurada, donde existe una menor libertad de escogencia respecto a los hechos, pues como investigador se

sabe de antemano que aspectos son relevantes y cuales no para los propósitos investigativos del presente estudio (Gallardo & Moreno, 1999).

Además Gómez (2006) manifiesta que los enfoques cuantitativos son secuenciales y probables, para de esta manera no eludir alguna actividad que requiera atención, puesto que utiliza mucho la recolección y análisis de datos, es por ello que se utiliza para describir las actividades de los procesos de producción.

De igual manera se utilizo la investigación descriptiva para determinar la frecuencia con lo que ocurre algo y categorizando información, es por esto que también se la llamas investigación estadística, puesto que se preocupa por todo lo que puede ser contado y estudiado (Gil, 2016), que será utilizado para parte del objetivo dos.

Para la realizacion del objetivo dos se utilizaron tres herramientas de control de calidad de las siete que existen, las cuales sirven para detectar problemas y desfases, consideradas como *"métodos para la mejora continua y la solución de problemas"* (Abril, Enríquez, & Sánchez, 2006) teniendo así:

Diagrama de pareto	**Diagrama de dispersión**	**Diagrama de Ishikawa**
• Utilizado para priorizar los problemas o las causas que los genera. • Si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema	• Analiza la correlación existente entre dos características de un determinado proceso • Tambien conocido como diagrama de Scadter.	• Permite identificar y categorizar las causas de un problema • De acuerdo con la lógica, todo efecto tiene cuando menos una causa.

Figura 12.- Herramientas de calidad

Fuente. - Abril, Enríquez, & Sánchez (2006)

3.2.Método de análisis de información

Tomando como base el primer objetivo se recolectó información del departamento de producción, donde se utilizó dos formatos de fichas de levantamiento de información de procesos (formato de ficha técnica y ficha general de caracterización) como base para llevar acabo la entrevista, en la que se detalló cada una de sus actividades por cada subproceso **(Anexo B).**

Dicha entrevista fue realizada al jefe de producción, donde dio a conocer el número total de subprocesos que se engloba en la matriz general de procesos de producción. Partiendo de esta base se inició con visitas técnicas por parte del grupo investigador, con la finalidad de levantar información de cada subproceso, para después plasmarla en un flujograma, donde nos permitió encontrar los errores por cada subproceso.

El objetivo específico dos señala cuales son los costos por errores que se producen dentro del proceso de calzado industrial, para ello se solicitó los descuentos de los operarios por calzado con errores de todos los modelos existentes, que se plasmó en un diagrama de Pareto para conocer los modelos más erróneos.

Una vez que se obtuvo los errores por las actividades de cada subproceso, se identificó las que tenían más importancias dentro de cada uno de ellos, escogiendo así las que tenían más frecuencia en cada subproceso, representándolo en un diagrama de Pareto para mayor entendimiento.

De los errores encontrados se analizó las causas en un diagrama de Ishikawa o espina de pescado, que sirvió para realizar un cuadro comparativo con errores, causas y la frecuencia, donde se encontró las principales causas de los errores, teniendo así un diagrama de dispersión y Pareto para mejor observación y coherencia.

Una vez identificado los principales errores y sus causas se procedieron a dar la solución para el costo de poka yoke, mismo que será utilizado en la ecuación de la fórmula.

Después de recolectar toda la información necesaria para aplicar en la fórmula, se procedió a depurar debido a que no lo tenían especificado sino de manera global, realizando entrevistas coordinadas a la analista financiera, auxiliar contable y recursos humanos, teniendo, así como resultado información relevante del año 2018 para aplicar en la fórmula.

Para el desarrollo del modelo dinámico se tomó como referencia el propuesto por Tsou & Chen, (2005), que incluye las siguientes variables:

- ✓ Costo de producción del producto unitario.
- ✓ Períodos de producción de cada mes.
- ✓ Demanda mensual por mes.
- ✓ Tamano del lote de producción en cada período.
- ✓ Costo del inventario realizado en el período anterior.
- ✓ Costo de instalación por ejecución de producción (costo de lanzamiento de productos).
- ✓ Tasa de defectos del problema de calidad.
- ✓ Costo en cada reclamo de calidad (incluye costos de materia prima y el costo de mano de obra).

Aplicando la fórmula propuesta por Tsou & Chen se analizó el efecto poka yoke en los resultados de la empresa. Para conseguir el objetivo, primero se analizaron los resultados sin incluir la aplicación de la técnica poka yoke en la fórmula y después se

realizó el calculo incluyendo el efecto. El principal objetivo es determinar el costo mínimo del sistema de producción, para así proponer esta técnica para corregir defectos en el sistema de producción de calzado industrial con los siguientes costos, fórmula [1]:

1. Costo de producción (suma de los tamaños de lote (volumen) y el costo de producción del producto unitario).
2. Costo de mantenimiento de inventario (inventario realizado del período anterior, tamaño de lote de producción en el período y la demanda).
3. Costo de montaje o set up cost (el costo de preparar el material y el costo de ajustar las máquinas).
4. Costo de mala calidad (tamaño del lote de producción en cada período, el costo de mala calidad en cada producto y la inversión en poka yoke).
5. Costo de poka yoke, dinero que se gasta en la aplicación de la técnica

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE CASO

4.1. Análisis y categorización de la información.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de los objetivos específicos, con base a la metodología descrita en el capítulo III. Del primer objetivo se obtuvo que el proceso de producción de calzado industrial con el que cuenta la empresa, es el adecuado para la fabricación del mismo, pero con pequeños desbalances.

Se debe tener en consideración que la empresa tiene dos maneras de fabricar calzado, ya sea por montaje o a inyección, es por ello que los dos se presentan como subprocesos dentro del global.

La línea a inyección o automatizada es similar a la de montaje, los dos procesos empiezan a diferenciarse a partir de la actividad de colocación de calzado pre moldeado en los pinchos o sostenedores, siendo su proceso de terminado el mismo para las dos formas y almacenados en una bodega general.

Del análisis de la información obtenida en la entrevista realizada al jefe de producción se identificaron los siguientes subprocesos **(Anexo A).**

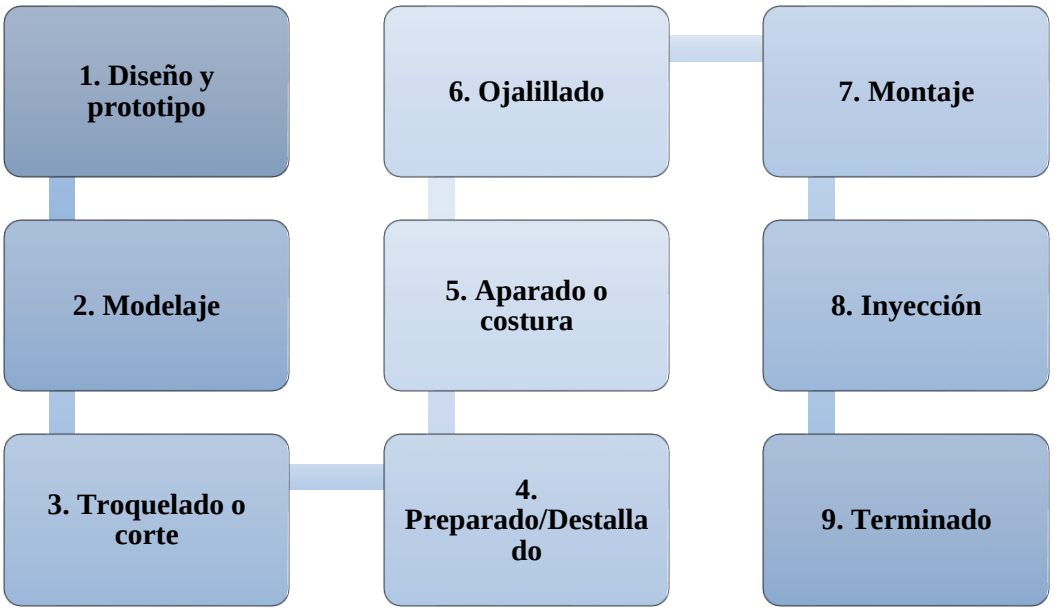


Figura 13.- Proceso de producción

Fuente. - Entrevista Jefe de Producción

El análisis de la información recogida de la entrevista **(Anexo B),** dio a conocer cada una de las actividades que se realizan por cada subproceso para la elaboración del flujograma de procesos de producción, además se identificó que la empresa de calzado industrial no realiza control de calidad en cada subproceso, por lo que después de cada etapa de producción, se presenta la figura en forma de rombo que significa decisión, en el cual se propuso: "sí el subproceso cumple con los requerimientos pasa a la siguiente fase, en caso de algún error o defecto debe regresar a la actividad o subproceso anterior", mientras no hayan sido rectificados no puede avanzar la fabricación de calzado.

Producto del proceso de producción se logró tener una visión claro de cómo fabrican calzado industrial, y que se obtiene después de cada fase.

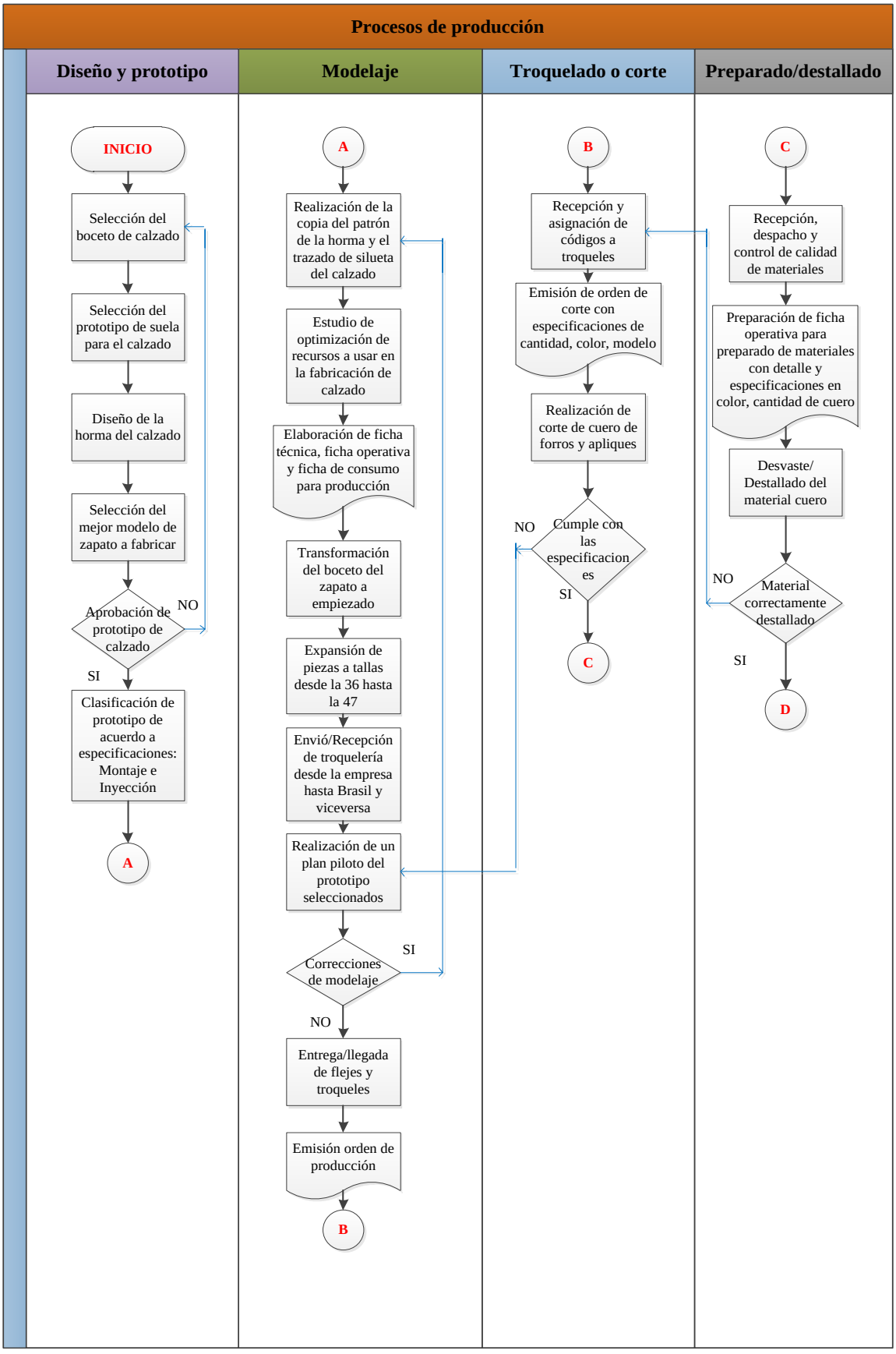
Tabla 11.- Procesos de producción entradas-salidas

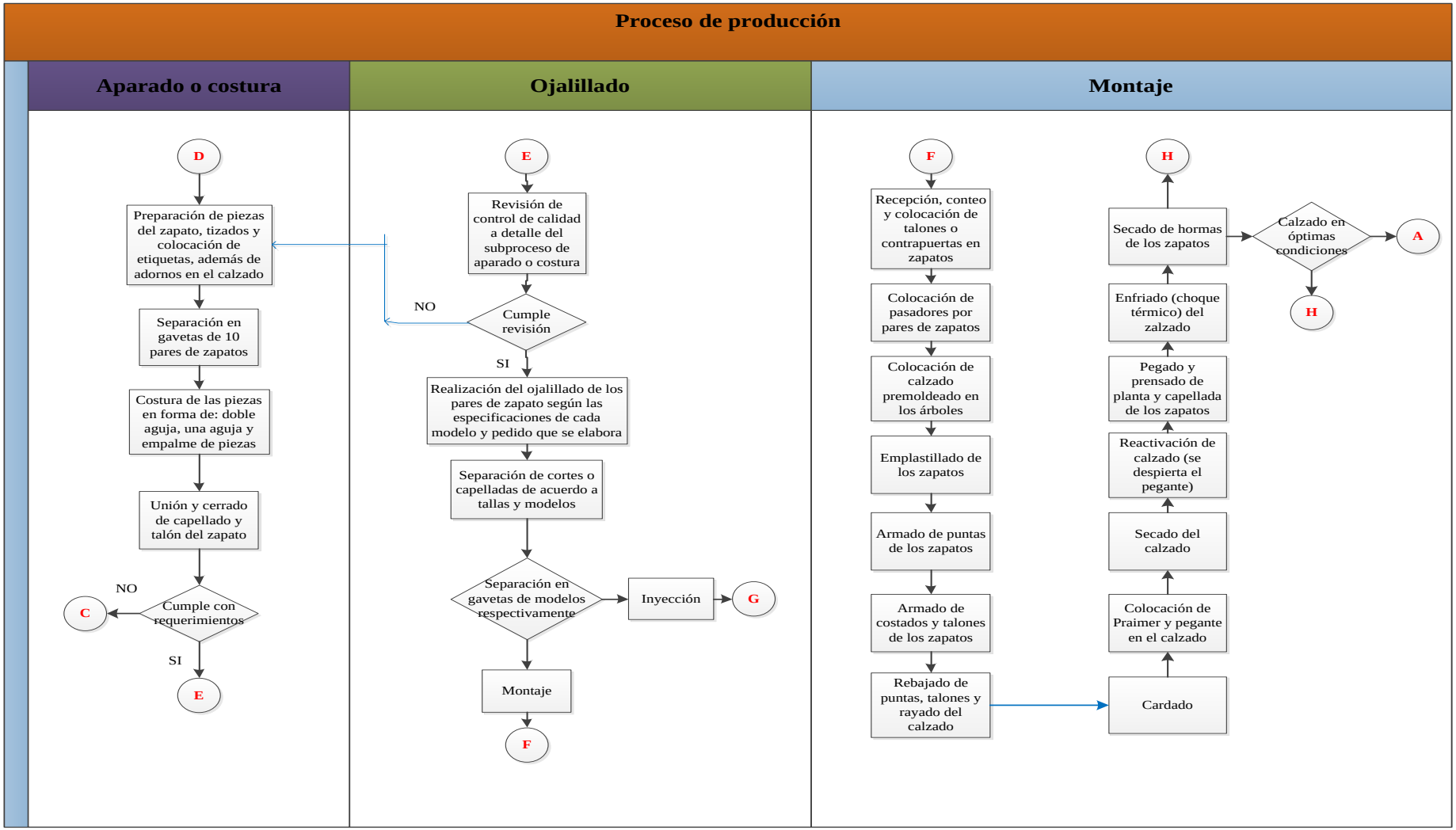
Producción				
Subprocesos	***Entradas***		***Salidas***	
	Documental	***Física***	***Documental***	***Física***
Diseño y prototipo	*Orden de pedido de requerimiento de clientes*	*Revistas, informe de ferias y detalle de estudio de mercado*	*Dibujo del boceto de calzado*	*Prototipo de calzado*
Modelaje	*Dibujo de Boceto de calzado*	*Prototipo de calzado*	*Orden de corte para producción*	*Flejes, troqueles, matricería (plantas y moldes de inyección)*
Troquelado o corte	*Orden de corte para producción*	*Flejes, troqueles, matricería (plantas y moldes de inyección) (Se invierte en troqueles cuando el pedido supera los 400 pares)*	*Orden de corte de piezas de cuero tipo kárdex*	*Piezas cortadas y enviadas en gavetas*
Preparado/ Destallado	*Orden de corte de piezas de cuero tipo kárdex*	*Piezas cortadas y enviadas en gavetas*	*Orden de trabajo para producción (Aparado)*	*Piezas destalladas con señalización o identificación de colores*
Aparado o costura	*Orden de trabajo para producción (Aparado)*	*Piezas destalladas con señalización o identificación de colores*	*Orden de trabajo para producción (Ojalillado)*	*Piezas unidas y cerradas de capellada, talón del zapato*
Ojalillado	*Orden de trabajo para producción (Ojalillado)*	*Piezas unidas y cerradas de capellada, talón del zapato*	*Orden de trabajo para producción (Montaje)*	*Lote de calzado ojalillado*

Montaje	*Orden de trabajo para producción (Montaje)*	*Lote de calzado ojalillado*	*Orden de trabajo para producción(Terminado)*	*Calzado semiterminado con planta pegada y capellada*
Inyección	*Orden de trabajo para producción (Inyección)*	*Lote de calzado ojalillado*	*Orden de trabajo para producción(Terminado)*	*Calzado terminado para arreglado y área de terminado*
Terminado	*Orden de trabajo para producción(Terminado)*	*Calzado semiterminado con planta pegada y capellada*	*Informe de calzado fabricado y entregado a bodega*	*Calzado enfundado o empacado en cajas*

Fuente. - Entrevista al jefe de producción

Con toda la información recolectada y analizada se procedió a armar el flujo grama correspondiente para mayor identificación de los subprocesos y sus actividades.


Procesos de producción
Diseño y prototipo
Modelaje
Troquelado o corte
Preparado/destallado
INICIO
Selección del boceto de calzado
Selección del prototipo de suela para el calzado
Diseño de la horma del calzado
Selección del mejor modelo de zapato a fabricar
Aprobación de prototipo de calzado
NO
SI
Clasificación de prototipo de acuerdo a especificaciones: Montaje e Inyección
A
A
Realización de la copia del patrón de la horma y el trazado de silueta del calzado
Estudio de optimización de recursos a usar en la fabricación de calzado
Elaboración de ficha técnica, ficha operativa y ficha de consumo para producción
Transformación del boceto del zapato a empiezado
Expansión de piezas a tallas desde la 36 hasta la 47
Envió/Recepción de troquelería desde la empresa hasta Brasil y viceversa
Realización de un plan piloto del prototipo seleccionados
Correcciones de modelaje
SI
NO
Entrega/llegada de flejes y troqueles
Emisión orden de producción
B
B
Recepción y asignación de códigos a troqueles
Emisión de orden de corte con especificaciones de cantidad, color, modelo
Realización de corte de cuero de forros y apliques
Cumple con las especificaciones
NO
SI
C
C
Recepción, despacho y control de calidad de materiales
Preparación de ficha operativa para preparado de materiales con detalle y especificaciones en color, cantidad de cuero
Desvaste/ Destallado del material cuero
Material correctamente destallado
NO
SI
D


Proceso de producción
Aparado o costura
Ojalillado
Montaje
D
Preparación de piezas del zapato, tizados y colocación de etiquetas, además de adornos en el calzado
Separación en gavetas de 10 pares de zapatos
Costura de las piezas en forma de: doble aguja, una aguja y empalme de piezas
Unión y cerrado de capellado y talón del zapato
NO
Cumple con requerimientos
C
SI
E
E
Revisión de control de calidad a detalle del subproceso de aparado o costura
NO
Cumple revisión
SI
Realización del ojalillado de los pares de zapato según las especificaciones de cada modelo y pedido que se elabora
Separación de cortes o capelladas de acuerdo a tallas y modelos
Separación en gavetas de modelos respectivamente
Inyección
G
Montaje
F
F
Recepción, conteo y colocación de talones o contrapuertas en zapatos
Colocación de pasadores por pares de zapatos
Colocación de calzado premoldeado en los árboles
Emplastillado de los zapatos
Armado de puntas de los zapatos
Armado de costados y talones de los zapatos
Rebajado de puntas, talones y rayado del calzado
H
Secado de hormas de los zapatos
Calzado en óptimas condiciones
A
H
Enfriado (choque térmico) del zalzado
Pegado y prensado de planta y capellada de los zapatos
Reactivación de calzado (se despierta el pegante)
Secado del calzado
Colocación de Praimer y pegante en el calzado
Cardado

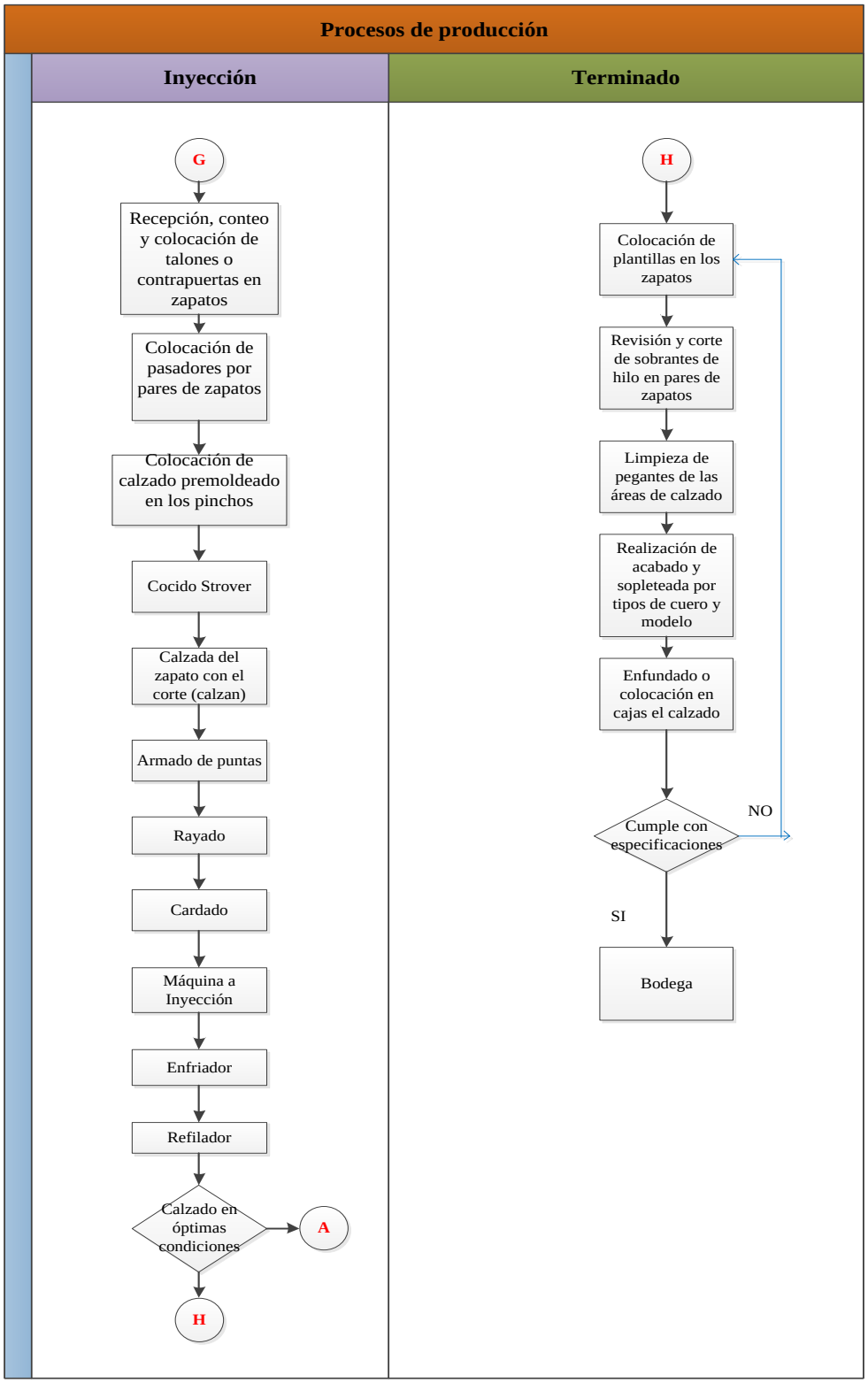


Figura 14.- Flujograma proceso de producción

Fuente. - Empresa de calzado industrial

Para presentar los resultados del objetivo dos se utilizó información confidencial del año 2018, tomando únicamente como referencia códigos de los modelos de calzado que tiene la empresa y las unidades de producto dañado de los mismos, además se tiene el costo de producción por el cual se vende el producto con error, teniendo así el total de costos por errores o de mala calidad que servirá para la fórmula **[1].**

Tabla 12.- Costo de producto dañado (Costo mala calidad)

Código	**Costo de Producción**	**Unidades de producto dañado**	**Total Costo del** producto **dañado**	**(%) Participación de producto dañado**	**Frecuencia** acumulada **del producto dañado**	**(%) Acumulado del producto dañado**
S10	$ 20,00	9	$ 180,00	17%	9	17%
S13	$ 25,00	8	$ 200,00	15%	17	33%
S41	$ 15,00	1	$ 15,00	2%	18	35%
S09	$ 18,75	4	$ 75,00	8%	22	42%
S24	$ 35,00	1	$ 35,00	2%	23	44%
S05	$ 22,50	2	$ 45,00	4%	25	48%
S18	$ 30,00	5	$ 120,00	10%	30	58%
B01	$ 25,00	1	$ 25,00	2%	31	60%
S21	$ 25,00	4	$ 100,00	8%	35	67%
R01	$ 15,00	2	$ 30,00	4%	37	71%
M03	$ 16,50	4	$ 66,00	8%	41	79%
M02	$ 20,00	1	$ 20,00	2%	42	81%
R09	$ 23,50	2	$ 47,00	4%	44	85%
S23	$ 25,00	2	$ 50,00	4%	46	88%
B100	$ 48,00	1	$ 48,00	2%	47	90%
S01	$ 22,50	2	$ 45,00	4%	49	94%
S22	$ 23,50	2	$ 47,00	4%	51	98%
B09	$ 23,00	1	$ 23,00	2%	52	100%
Total	**$ 433,25**	**52**	**$ 1.171,00**	**100%**		

Costo mala calidad

Representando gráficamente estos datos, se obtuvo el siguiente gráfico de Pareto:

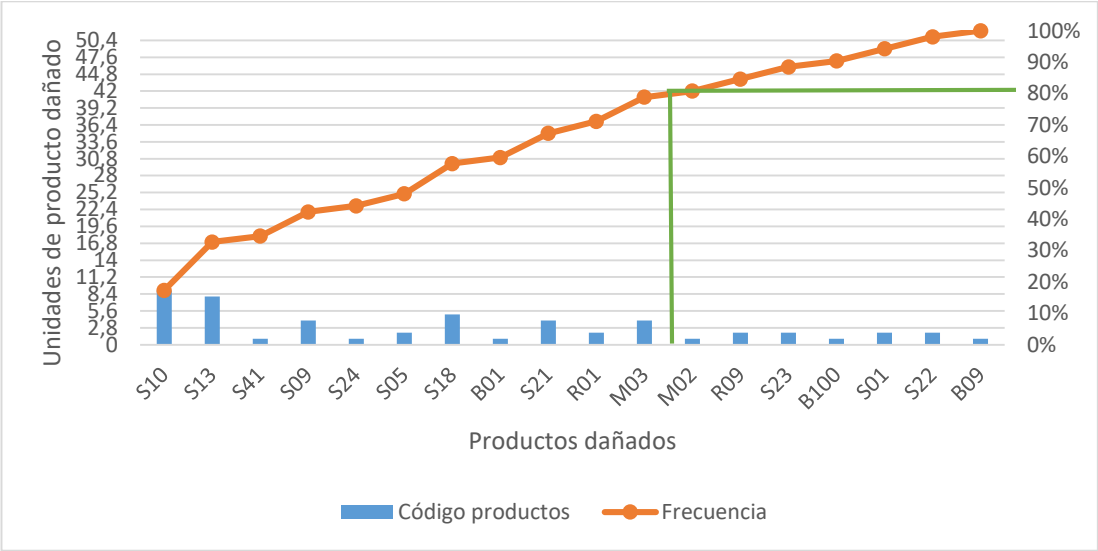


Figura 15.- Gráfico de Pareto - Productos dañados

En el presente diagrama se puede evidenciar el 80/20 de la ley de Pareto, donde los productos con más errores son los que están resaltados en la tabla 12, es decir son los productos principales que causan más errores.

Para la identificación de los errores se realizó una entrevista a los responsables de cada subproceso de producción **(Anexo C),** de la cual se identificó los siguientes errores:

Tabla 13.- Errores en los subprocesos de producción

Errores en los subprocesos	Subprocesos de producción									
	Diseño y prototipo	**Modelaje**	**Troquelado o Corte**	**Preparado-Destallado**	**Aparado o costura**	**Ojalillado**	**Montaje**	**Inyección**	**Terminado**	**Total**
Selección inadecuada de materiales	5	5								**10**
Inadecuada formulación de materiales	3							96		**99**
Piezas dañadas en procesos anteriores						6	96			**102**
Fallas de la maquinaria		1			48	48	4			**101**
Cortes de calzado mal realizados		10	96					365		**471**
Total	**8**	**16**	**96**	**0**	**48**	**54**	**100**	**461**	**0**	**783**

Dentro del proceso productivo se puede evidenciar que existen 783 errores al año, de los cuales diseño y prototipo, y modelaje se lo realizan dos veces a los seis meses, mientras que los demás subprocesos tienen su propia frecuencia.

Tabla 14.- Frecuencia de errores en los procesos

Errores en los subprocesos	Frecuencia anual	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Cortes de calzado mal realizados	471	471	60%	60%
Piezas dañadas en procesos anteriores	102	573	13%	73%
Fallas de la maquinaria	101	674	13%	86%
Inadecuada formulación de materiales	99	773	13%	99%
Selección inadecuada de materiales	10	783	1%	100%
Total	**783**		**100%**	

En base a la entrevista realizada **(Anexo C),** una de las preguntas realizadas a los encargados de cada subproceso de producción tuvo como fundamento si informaban los errores que se producían, teniendo como respuesta de la gran mayoría que solo comunicaban cuando no se podía dar solución, trayendo consigo un reproceso y como problema las piezas dañadas en procesos anteriores.

Para una mayor identificación de los errores se presenta el siguiente gráfico:

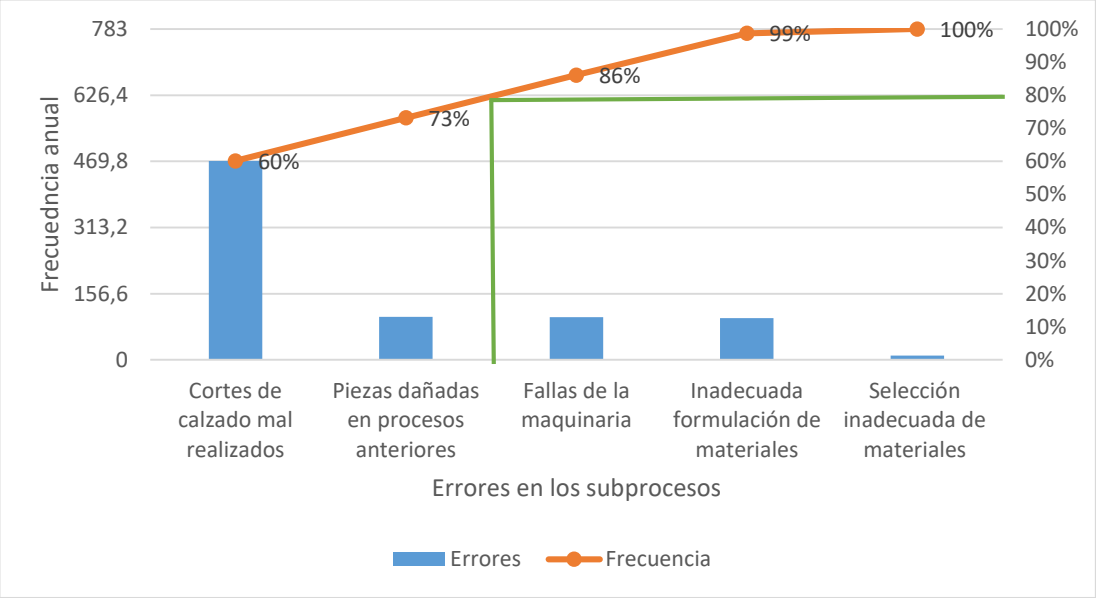


Figura 16.- Gráfico de Pareto - Errores en los subprocesos

La gráfica presenta los errores que más frecuencia tiene la empresa como son: en los cortes de calzado mal realizados por los operarios y por ende las piezas que se dañan en procesos anteriores.

Las causas que se presentan a continuación tienen como base los errores que se encontraron en la tabla 14 de la siguiente manera

Tabla 15.- Causas de los errores en los subprocesos de producción

Causas de los errores en los subproceso de producción	Cortes de calzado mal realizados	Piezas dañadas en procesos anteriores	Fallas de la maquinaria	Inadecuada formulación de materiales	Selección inadecuada de materiales	Total
Descuidos	1	1	1	1	1	5
Falta de capacitación/inducción	1	1		1		3
Cambios de temperatura			1			1
Fallas en las piezas			1			1
Falta de control de calidad	1	1		1	1	4
Falta de planificación de producción	1	1			1	3
Materia prima con defectos		1		1	1	3
Poca disponibilidad de materia prima en el mercado					1	1
Falta de planificación en compra de materiales					1	1
Total	**4**	**5**	**3**	**4**	**6**	**22**

Una vez identificadas las causas de los errores y la frecuencia de las mismas, se presenta el siguiente diagrama de dispersión:

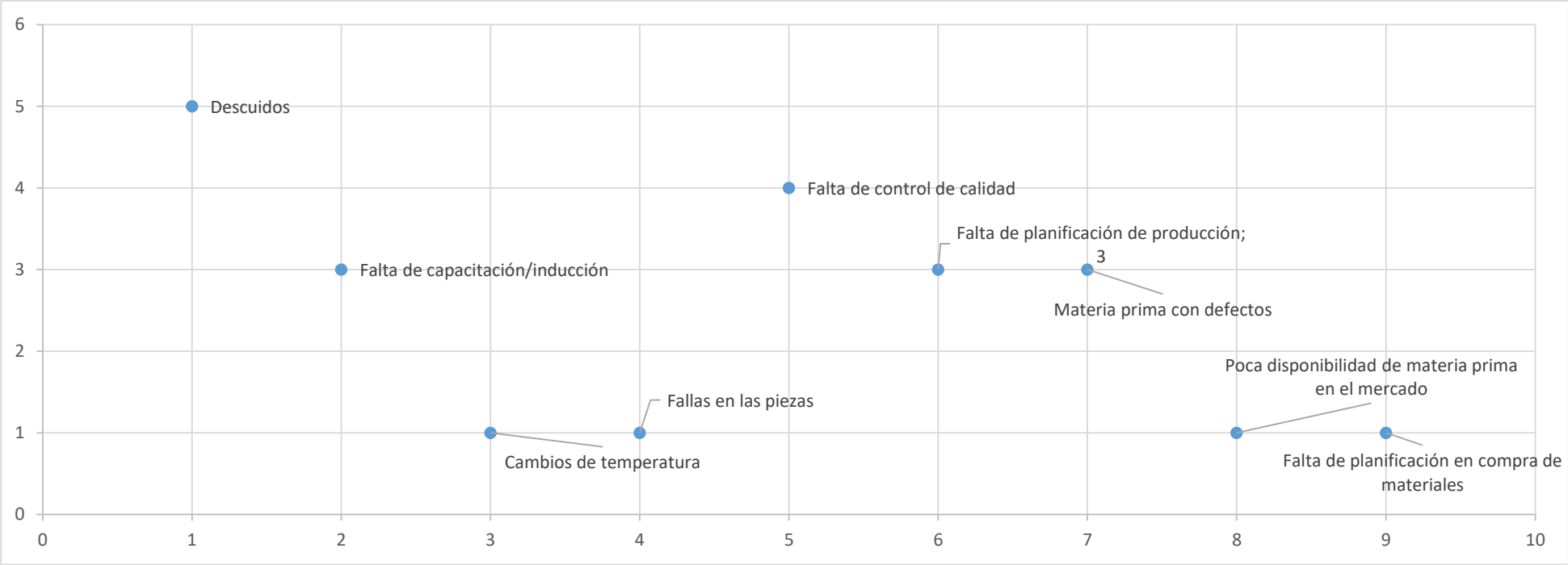


Figura 17.- Diagrama de dispersión - Causas de los errores

Una vez obtenida la frecuencia se realizó un diagrama de Pareto para mayor visualización:

Tabla 16.- Causas de los errores en los subprocesos de producción

Causas de los errores en los subprocesos de producción	Frecuencia	Frecuencia acumulada	%	% Acumulado
Descuidos	5	5	23%	23%
Falta de capacitación/inducción	3	8	14%	36%
Cambios de temperatura	1	9	5%	41%
Fallas en las piezas	1	10	5%	45%
Falta de control de calidad	4	14	18%	64%
Falta de planificación de producción	3	17	14%	77%
Materia prima con defectos	3	20	14%	91%
Poca disponibilidad de materia prima en el mercado	1	21	5%	95%
Falta de planificación en compra de materiales	1	22	5%	100%
Total	**22**		**100%**	

En el gráfico de Pareto se pudo observar que las causas para que existan más errores son por descuidos de los operarios y la falta de control de calidad, así también la falta de planificación de producción.

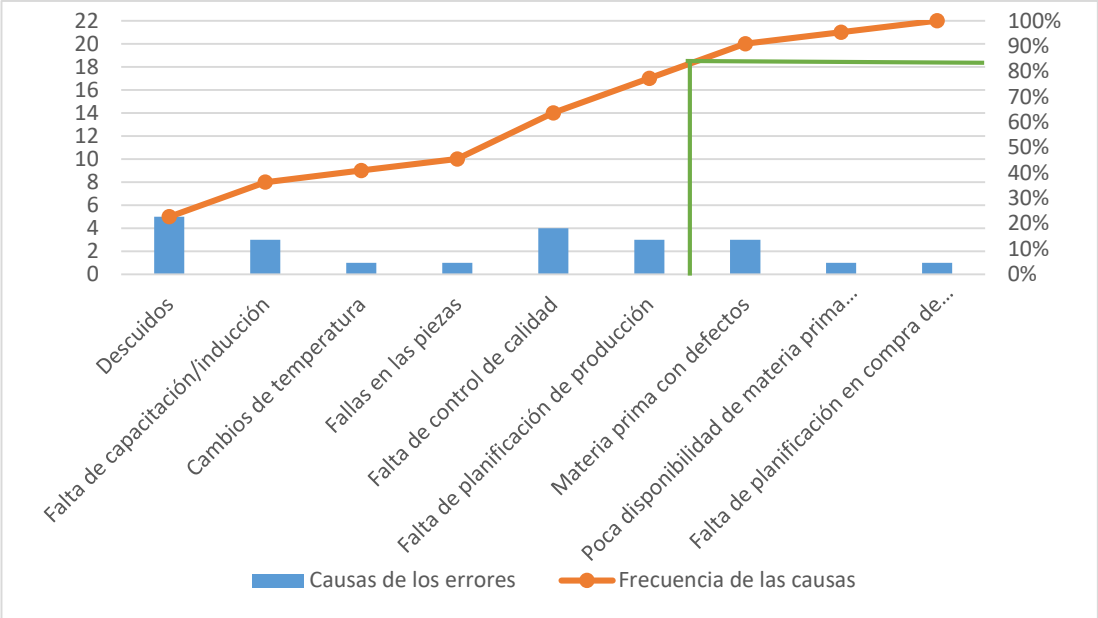


Figura 18.- Diagrama de Pareto - Causa de los errores

Con base a los errores se pudo identificar sus principales causas, donde se utilizó Ishikawa o la también llamada espina de pescado para los productos con defecto, producto del análisis del diagrama de Pareto y de dispersión.

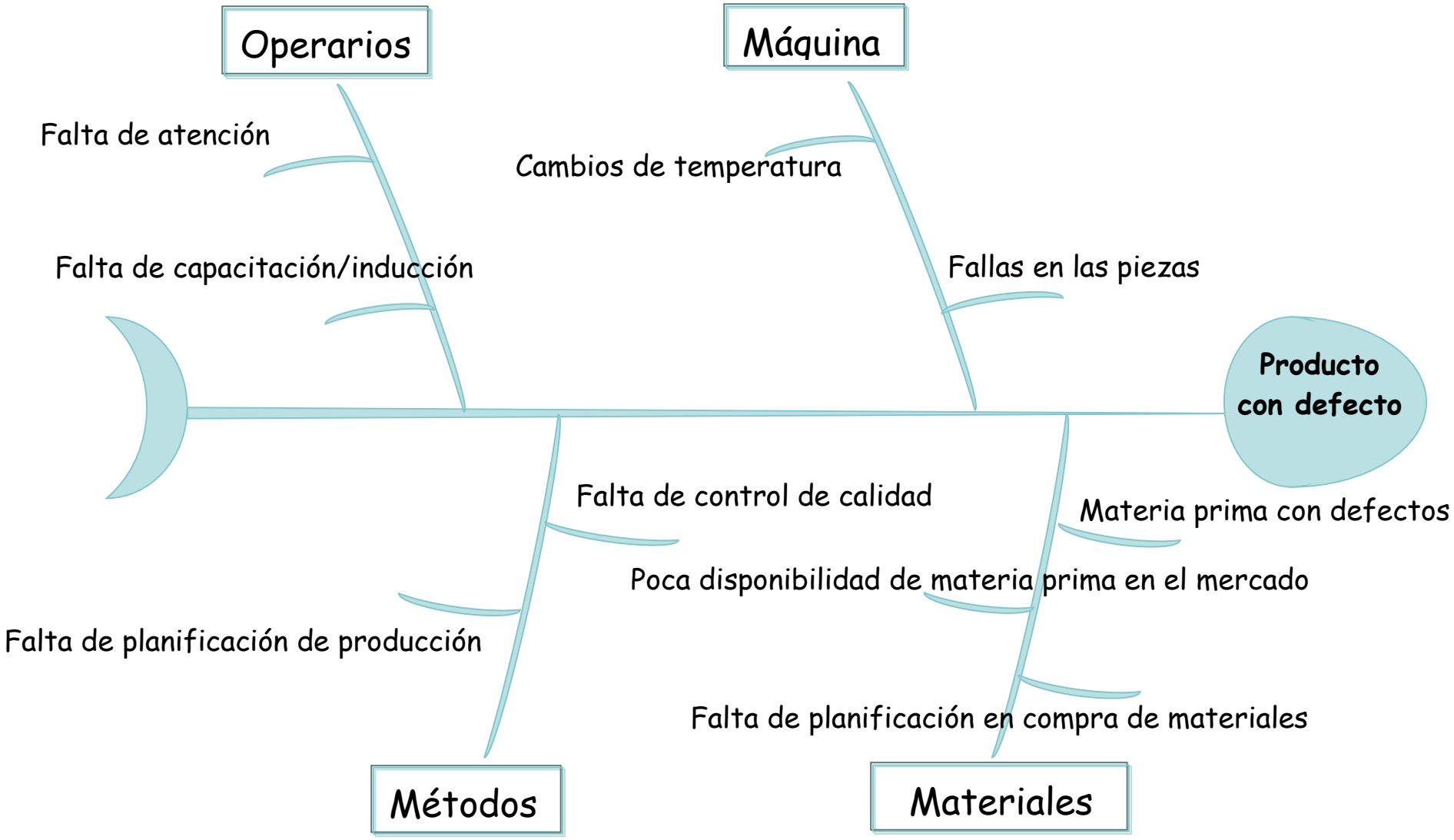


Figura 19.- Ishikawa - Producto con defecto

Después de realizar el respectivo análisis de los costos por errores, se pudo categorizar los costos de calidad en base a la teoría del capítulo II, teniendo así:

Tabla 17.- Categorización costos de calidad de la empresa

Costos de prevención	**Costos de fallas internas**
Control de calidad. Capacitaciones a operarios.	Desechos. Reprocesos. Cambios de temperatura
Costos de Evaluación	**Costos de fallas externas**
Planificación en compra de materiales. Planificación de producción.	Materia prima con defectos. Poca disponibilidad de materia prima.

Del análisis se han detectado los siguientes costos de fallas internas mencionados por (Cañedo (2017), Verdoy, et al. (2006) & Toro (2007):

Tabla 18.- Porcentajes costos de calidad

Categorización costos de calidad	**Porcentaje costo total de la calidad**
Prevención	10%
Evaluación	15%
Fallas internas	40%
Fallas externas	25%
Total	**100%**

Para llevar a cabo en la empresa el sistema de implementar Poka Yoke se realizó lo siguiente:

1. Se identificó el problema central de la empresa, en su proceso de producción
2. Se analizó cada uno de los subprocesos que conforman el proceso productivo.
3. Se identificaron errores y causas para llegar a la solución.

El objetivo de poka yoke se basa en prevenir que los operarios cometan errores humanos a través de maneras simples y al más bajo costo, es decir lograr "cero defectos", donde los mismos operarios son fundamentales para la localización de los mismos. El Poka Yoke que se utilizó en la empresa se base en:

Tabla 19.- Poka Yoke utilizado en la empresa

Niveles de Poka Yoke	**Aplicación en la empresa**
Nivel 5.- Detectar anormalidades (Prevención)	Es importante que en la empresa se detecten anomalías antes que se produzcan, por lo que es necesario que en cada subproceso se realice un control de calidad.
Métodos de inspección	**Aplicación en la empresa**
Inspección en la fuente	Es necesario que cada operario en su puesto de trabajo, tenga la capacitación necesaria para detectar un error en el calzado, y que no exista ningún descuido alguno antes de pasarlo al siguiente proceso
Mecanismos Poka Yoke	**Aplicación en la empresa**
Información	Mediante una persona extra, capacitada con experiencia en el área de producción y mediante una ficha de control de calidad se podrá retroalimentar con información clara, sencilla y completa de lo que es necesario para evitar errores **(Anexo D).**

El costo de Poka Yoke necesario para la empresa se detalla a continuación, el cual sirvió para aplicar en la fórmula **[1]**, como un valor supuesto.

Tabla 20.- Costo de Poka Yoke

Detalle	Costo anual ($)
Ficha de control de calidad	$ 190,00
Responsable de controlar calidad	$ 6.367,2
Costo de Poka Yoke	**$ 6.557,2**

Se debe recalcar que el valor es anual, es por ello que se tomó como base un salario de una persona completamente capacitada en control de calidad en procesos de producción, el cual llenará la ficha de control de calidad tres veces al día y emitirá un informe para que se eviten errores o que se pueda tomar decisiones de cómo prevenirlos, para así evitar reprocesos.

El objetivo tres presenta un modelo dinámico para la empresa que con la información que se obtuvo se puede aplicar a la ecuación de la fórmula del modelo tradicional.

- Para obtener el costo de producción se detalla a continuación la cantidad de productos fabricados (lote de producción anual) de todos los modelos:

Tabla 21.- Ventas anuales 2018

Ventas mensuales		
Mes	**Sri**	
Enero	$	172.814,99
Febrero	$	217.552,48
Marzo	$	250.181,00
Abril	$	253.694,12
Mayo	$	148.616,42
Junio	$	265.797,25
Julio	$	250.089,29
Agosto	$	180.704,80

Septiembre	$	140.074,69
Octubre	$	102.032,73
Noviembre	$	136.275,77
Diciembre	$	106.935,13
Total ventas año 2018	**$**	**2.224.768,67**

- La multiplicación del lote de producción y el costo unitario promedio de todos los modelos da como respuesta el costo de producción.

Tabla 22.- Costo de producción anual 2018

Lote de producción anual 2018	Costo unitario Promedio	Cantidad costo de producción 2018
$2.224.768,67	24,07	92429

- Para el costo de mantenimiento de inventario se realizó una resta de la cantidad de unidades fabricadas en inventario menos la demanda (lote de producción) (**Tabla 22)**.
- El costo de mantenimiento de productos o set up realizó una multiplicación de los productos que se han rediseñado y que más se vendieron en el año 2018 teniendo como respuesta dos modelos más vendidos con rediseños:

Tabla 23.- Modelos con rediseños 2018

Modelos rediseñados	
Costo unitario ($)	**Modelo**
24.50	S-10
22.50	S-15
47,00	**Total rediseño**

- El porcentaje de error es de 133% en la fabricación de calzado, el cual se obtuvo de la tabla 14, en la que se identificó los errores más importantes dentro del proceso a través de Pareto.

Sustituyendo la información anterior en el modelo dinámico, se pudo comparar el costo de involucrar a poka yoke. Si no se mejora el sistema de producción, el costo total en el año aplicando la ecuación **[1]** fue la siguiente:

$$TC(12, 0, 92429)$$

$$= \sum_{i=1}^{12} 92429\ x\ \$24{,}07 + \sum_{i=1}^{12} [0 + \ 92429 - 92429\ ]$$

$$+ \sum_{i=1}^{12} 2\ X\ \$47{,}00 + \sum_{i=1}^{N} 92429\ x\ \$1171{,}00 x\ 133\% + 0$$

$$TC(12, 0{,}92429) = \$\ 2\ 224\ 766{,}03 + 0 + \$94{,}00 + \$\ 124\ 488$$

$$\boldsymbol{TC(12, 0, 92429) = \$2\ 349\ 348{,}03}$$

Si se mejora el sistema de producción con poka yoke, el costo total al año sería el siguiente, anexado el valor supuesto de poka yoke**:**

$$TC(12, 6557{,}20\ , 92429)$$

$$= \sum_{i=1}^{12} 92429\ x\ \$24{,}07 + \sum_{i=1}^{12} [0 + \ 92429 - 92429\ ]$$

$$+ \sum_{i=1}^{12} 2\ X\ \$47{,}00 + \sum_{i=1}^{N} 92429\ x\ \$1171{,}00\ x\ 0\% + \$6\ 557{,}20$$

$$TC(12, 6557{,}20{,}92429) = \$\ 2\ 224\ 766{,}03 + 0 + \$\ 94{,}00 + \$\ 6\ 557{,}20$$

$$\boldsymbol{TC(12, 500, 3483) = \$\ 2\ 231\ 417{,}23}$$

Los resultados de las dos ecuaciones muestran que el costo total de un sistema de producción defectuoso con poka yoke es menos que el sistema sin acción.

4.2. Narración del caso

El presente análisis de caso nace con la finalidad de aplicar un modelo para mejorar la calidad de los procesos productivos de una empresa de calzado de seguridad industrial con 27 años de experiencia en el mercado local, inicia sus actividades el 01 de agosto de 1991, con un pequeño taller artesanal en el cual laboraban 4 personas incluido el dueño y la esposa con una producción diaria de 50 pares, actualmente la empresa cuenta con 8 colaboradores en el área administrativa, 62 en el área de producción, un diseñador, un jefe de producción y dos personas en el área de ventas. Generando empleo y aportando a la economía y desarrollo del país.

Tiene como misión ser una empresa dedicada a la producción y comercialización de calzado de seguridad industrial, buscando siempre la innovación, utilizando dos sistemas de producción con tecnología de punta y materia prima calificada, ofreciendo calzado que cumple con la normativa técnica a precios competitivos satisfaciendo las necesidades del sector industrial, siendo así la única empresa a nivel nacional que cuenta con el sistema de inyección directa al corte en suelas de poliuretano, caucho – poliuretano, PU – TPU - doble densidad.

El calzado registrado bajo su marca autorizada, cumple con normas y especificaciones nacionales e internacionales que han sido avaladas por SATRA (Certificadora de calidad con sede en el Reino Unido) y por CIATEC de México, además de una certificación INEN. La empresa se ha fortalecido día tras día gracias a la confianza depositada por los clientes, es por ello que se ha invertido en tecnología de punta y capacitación permanente del personal.

El estudio tuvo inicio en el mes de septiembre del año 2018, donde el equipo investigador dio inició formando una matriz de procesos y subprocesos, los cuales fueron aprobados por la empresa sirviendo de guía para recolectar toda la información necesaria para estructurar cada capítulo, definiendo así el problema central que tienen en la producción de los mismos.

Se realizaron entrevistas al jefe de producción, mediante la ficha de recolección de información de procesos para conocer el proceso exacto de fabricación, teniendo como horario días fijos para la recolección de información, como fueron los lunes y martes de cada semana, hasta concluir con los procesos, para después organizarla en una matriz de identificación o caracterización de procesos.

El primer subproceso que se identificó es el de diseño y prototipo encargado por el jefe de producción, el cual está también encargado del modelaje. El producto de este subproceso es la realización del prototipo mediante revistas, informes de ferias internacionales y estudios de mercado, el cual solicita el cliente.

El siguiente subproceso es el de modelaje, en el cual se realizan las actividades de orden de corte para producción, llevando consigo flejes, troqueles, matricería (plantas y moldes de inyección). Posteriormente se pasa al área de troquelado o corte en el cual se tiene la orden de corte de piezas de cuero tipo kárdex como salida documental y a su vez las piezas son cortadas y enviadas en gavetas a la siguiente etapa.

Una vez que se tiene las piezas engavetadas se realiza la orden de trabajo para producción, subproceso que se denomina aparado, teniendo como producto piezas destalladas con señalización o identificación de colores para que sea más fácil al momento de unir las piezas o formar el calzado, en esta fase se aplican normas de

calidad y seguridad de materiales, teniendo, así como documentos fichas técnicas, operativas y de consumo de materiales.

En el aparado se encuentran las piezas unidas y cerradas de capellada, es decir talón del zapato. La siguiente fase es la orden de trabajo para producción (ojalillado), en el cual se identifican cuellos de botella de una hora por el lote diario que se ejecuta en las 8 horas diarias. La siguiente etapa es el subproceso de ojalillado, de acuerdo a las especificaciones en referencia a tallas y modelos según las órdenes de pedido para su entrega al subproceso de montaje.

El proceso de producción abarca dos maneras de fabricación ya sea por montaje, donde utiliza mano de obra directa o inyección en la cual una maquina realiza el proceso principal y más forzoso, el proceso es el mismo hasta llegar a los pinchos o soportes de calzado, en esta fase se dividen para montaje e inyección. En el montaje, el calzado está semiterminado con planta pegada y capellada para su entrega al subproceso de terminado, el proceso es aún más largo y conlleva más tiempo. El subproceso de inyección tiene como función entregar el calzado terminado para arreglado y área de terminado, el cual para su fabricación no dispone de muchos operarios, ya que todo se lo realizada por medio de máquinas con tecnología avanzada.

El terminado es la última fase, donde se coloca las plantillas, cordones, se retiran los excesos, se verifica que no tenga alguna falla, se lo enfunda y se lo entrega en cajas de acuerdo a la orden de producción de cada cliente.

Una vez organizada toda la información, se procedió a armar los flujogramas, con la finalidad de presentar como resultado del primer objetivo específico el diagrama de procesos de manera exacta y concisa, con todos las actividades que abarca la

fabricación, contestando así la pregunta: ¿los procesos de producción de calzado industrial son los adecuados para la producción de los mismos?, en efecto son los necesario para poder fabricar calzado industrial, a la vez se identificó después de cada proceso que la empresa no contaba con un control de calidad, lo que propuso, que consiste en: "si el producto no tiene ningún defecto o error, pasa a la siguiente fase, caso contrario se corrige en la misma para evitar productos dañados".

La empresa fabrica varios modelos de calzado de seguridad industrial, es por ello que para presentar los resultados se tomó como referencia a todos los modelos existentes con errores. La información levantada pertenece al año 2018, quien gracias a la colaboración de los jefes encargados de cada departamento de la empresa de calzado de seguridad industrial se pudo evidenciar que los costos por errores de mala calidad estaban reflejados en las ventas realizadas a los trabajadores por zapatos dañados, los mismos que están representados en un diagrama de Pareto para su mejor comprensión.

Los errores en el calzado se producen sobre todo por cortes mal realizados en su fabricación, siendo imposible enviarlos en los pedidos que solicitaban los clientes o realizaban sus respectivas devoluciones, es por ello que si un operario realizaba algún corte o entregaba una pieza mal elaborada se lo descontaba de su sueldo, o casos en los que personas de ciertas empresas no disponen de los suficientes recursos para adquirir calzado nuevo, lo adquieren con falla, es decir de segunda.

Para evitar estos errores o defectos en una reunión posterior se identificó como problema la falta de comunicación entre los puestos de trabajo, respondiendo a la pregunta: ¿cuáles son los costos por errores que maneja la empresa?, aduciendo como principales reprocesos que a empresa aun no estima pero los tiene presentes, descuidos por parte de los operarios, falta de capacitación e inducción a los nuevos empleados y

antiguos para que no tengan problema si existe una rotación entre los puestos de trabajo, cambios de temperatura dentro de la cubierta de producción, fallas en las piezas más pequeñas, e identificando como principal la falta de control de calidad por cada subproceso y la falta de planificación de producción. Es por esto que se propuso la creación de una ficha de control de calidad, así como también la contratación de una persona responsable de controlar la calidad para prevenir los errores en cada subproceso. Mediante dicha ficha se podrá analizar los errores más frecuentes, antes de pasarlos a la siguiente fase, teniendo así el costo de poka yoke, el cual se lo ubico dentro de la fórmula para determinar el modelo dinámico.

Para determinar el costo mínimo de producción óptimo se trabajó con información confidencial del departamento administrativo, esto se lo realizo en enero del año 2019 hasta abril del mismo, teniendo como limitaciones la falta de tiempo e información no clasificada.

De esta manera con la información obtenida se procedió a depurar los datos necesarios para aplicar la formula, calculando así el costo mínimo de producción, con y sin efecto poka yoke, teniendo como último objetivo específico la aplicación de un modelo dinámico. De esta manera se respondió a la pregunta: ¿podría un modelo dinámico ayudar al sistema de producción de calzado industrial? En efecto aportaría a la reducción del porcentaje de desperdició o de mala calidad en la empresa.

De esta manera, la aplicación de la técnica poka yoke puede contribuir al cumplimiento de la visión de la empresa: “ser una empresa reconocida a nivel nacional en la producción y comercialización de calzado de seguridad industrial y estar posicionada en la mente de los clientes como la mejor marca de calzado de seguridad industrial.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La empresa de calzado de seguridad industrial no contaba con documentación sobre los procesos de producción. Por lo tanto, se procedió a la elaboración de flujo-gramas partiendo de información recolectada de entrevistas al jefe de producción mediante fichas técnicas.
- La empresa de calzado industrial analizado cuenta con procesos de producción con tecnología de punta, que le permite obtener productos con calidad. Sin embargo, la repetición de procesos por causa de errores es de 133%, lo que aumenta el costo de producción y a su vez presenta costos por errores de mala calidad.
- El modelo dinámico aplicado a la empresa muestra que la aplicación de la técnica poka yoke disminuye el costo de producción mediante la reducción de los costos por mala calidad.
- Los errores con mayor relevancia dentro del 80/20 son los cortes de calzados mal realizados y piezas dañadas de procesos anteriores, por lo que una de sus causas es la falta de control de calidad después o antes de cada subproceso de igual manera la falta de atención que tiene los operarios al momento de realizar su trabajo.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda documentar los procesos de producción (flujo-gramas), que pueden utilizarse en la toma de decisiones para la mejora de los productos,

haciendo hincapié al control de calidad que la empresa lo tiene como propositivo después de cada fase de producción.

- Se recomienda realizar un análisis de estrategias, de la identificación realizada de costos por errores dentro del proceso de calzado industrial, donde es preferible mejorar la calidad, para de esta manera mantener o aumentar la producción y así frenar los costos por reproceso, de esta manera se eliminan los costos de mala calidad
- Es necesario implementar la ficha de control de calidad, para poder gestionar de mejor manera los recursos con los que cuenta la empresa evitando así reprocesos y errores en la producción. Por lo tanto, se recomienda la contratación de una persona encargada de controlar la calidad en cada subproceso de acuerdo a parámetros necesarios, para que realice las fichas tres veces al día y a su vez las analice, para que de esta manera contribuya a que, el costo mínimo de producción con efecto poka yoke, sea al que la empresa le favorezca más.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, C., Enríquez, A., & Sánchez, J. (2006). *Manual para la integración de sistemas de gestión: Calidad, Medio Ambiente y prevención de riesgos laborales.* España: Fundación CONFEMETAL.

Alcalde, P. (2009). *Calidad.* España.

Álvarez, J., & Bullón, J. (2006). *Introducción a la calidad.* España: Ideaspropias.

Anaya, J. (2016). *Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica.* Madrid.

Arnau, J., Aguera, M., & Gómez, J. (1990). *Metodología de la Investigación en ciencias del comportamiento.*

Cabrera, R. (2014). *TPS Americanizado: Manual de Lean Manufacturing.*

Cañedo, M. (2017). *Gestión de la Calidad y medioambiental en industrias de procesos.* España: Elearning S.L.

Castañeda, G. (1999). *Manual de calidad para pequeña y mediana empresa.* México.

Consejo Nacional de Planificación. (2017). Plan Nacional para el Buen Vivir (2017-2021).

Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión de la Calidad Total.* Madrid.

Enrick, N. (1983). *Control de calidad y beneficio empresarial.* Melbourne: Díaz de Santos S.A.

Fúquene, C. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental.* Javeriana, Pontificia Universidad.

Galgano, A. (2004). *Las tres revoluciones: Caza del desperdicio, doblar la productividad con la "Lean Production"*. España: Díaz de Santos.

Gallardo, Y., & Moreno, A. (1999). *Recolección de la información.* Santa Fe de Bogota: ARFROEDITORES LTDA.

Gil, J. (2016). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información.* Madrid: Universidad Nacional.

Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica.*

Gonzáles, C., & Domingo, R. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad.* Madrid.

Griffith, G. (2001). *Técnica de Control de Calidad* (Vol. 1). México.

Griffith, G. (2001). *Técnico de Control de Calidad* (Vol. 1). México.

Groover, M. (1997). Fundamentos de manufactura moderna. México.

Guajardo, E. (2003). *Administración de la calidad total.* Mexico: Pax México.

Guerra, O., & Gracía, M. (2012). *Los costos de la calidad y su utilización en la toma de decisiones.* Cofin Habana.

Gutiérrez, M. (2004). *Administración para la calidad.* México.

Hansen, B., & Ghare, P. (1990). *Control de Calidad: teoría y aplicaciones.*

Heredia, L. (2007). *Gerencia de compras: La nueva estrategia competitiva.* Colombia: Ecoe Ediciones.

Heredia, N. (2013). Gerencia de compras: la nueva estrategia competitiva. Bogota.

Heredia, Y. (2017). Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa industrias de calzado Abbielf S.A.C. 60-67. Perú.

Hirano, H. (1991). *Poka Yoke: Mejorando la calidad del producto evitando defectos (Español).*

Horngren, C., Datar, S., & Foster, G. (2007). Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial. México.

Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe. (2000). Buenos Aires.

Ishikawa, K. (1997). *¿Qué es el control total de calidad?: La modalidad japonesa.* Bogota: Grupo editorial Norma.

Juanés, B., & Blanco, J. (2001). *El Gato de Alicia: Modelos de Calidad en la Administración Pública.* España: Díaz de Santos.

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de Operaciones. Estrategia y análisis.* México: Educación, Pearson.

Miranda, F., Chamorro, A., & Rubio, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad.*

Miranda, L. (2006). *Seis Sigma: Guía para principiantes.* México: Panorama.

Montgomery, D. (2013). Control estadístico de la calidad. *Tercera*. México.

Muñoz, C. (2015). *Metodología de la Investigación.* México.

Nava, V. (2005). *¿Qué es la calidad? Concepto, gurús y modelos fundamentales.* (L. Editores, Ed.) México.

Núñez, A., Guitart, L., & Baraza, X. (2015). Barcelona: UOC, Editorial.

Panozzo, M. (2014). *MPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD COMO HERRAMIENTA DE CONTROL Y MEJORA DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD.*

Parra, F. (2005). *Gestión de stocks.* Madrid: ESIC.

Pérez, E. (2017). *Curso de economía de la empres: Introducción.* España: Areces, Editorial Universitaria Ramón.

Quiroga, C., & Aguirre, J. (2014). Solución de problemas de producción en una empresa de manufactura de calzado en León Guanajuato, México. *Revista CEA, 1,* 121-130. México.

Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la Investigación.*

Rodríguez, J., & Trujillo, V. (2016). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de "Calzado Lupita" S.A. 1-10. Perú.

Rojas, L. (2011). *Procedimiento para el análisis de los costos asociados a la calidad en empresas de base tecnológica de producciones por proyecto del sector hidráulico.*

Sanchez, P. (1991). *Gestion Financiera: Calidad y Productividad.* Venezuela: Nuevos Tiempos.

Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.* Quito.

Socconini. (2016). *Lean Six Sigma.* México: Alfaomega Grupo Editor.

Soliz, L., Cáceres, J., & Nicómedes, A. (2007). *Relaciones interculturales, sociopolíticas y productivas en municipios de Santa Cruz y Cochabamba.* La Paz: Grupo Design.

Terrazas, R. (2009). *Modelo de gestión financiera para una organización* (55-72 ed.). Bolivia: Perspectivas.

Toro, F. (2007). *Costos y Presupuestos con base en tareas.*

Tsou, J., & Chen. (2005). Modelo dinámico para un sistema de producción defectuoso con Poka Yoke. 1-6. Taiwan.

Tsou, J., & Chen, M. (2004). *Dynamic model for a defective production system.*

Varo, J. (1994). *Gestión estratégica de la calidad.* España: Díaz de Santos.

Verdoy, P., Mahiquest, M., Pellicer, S., & Sivent, R. (2006). *Manual de control estadístico de calidad: Teoría y Aplicaciones.*

Verdoy, P., Santiago, M., Santiago, P., & Sirvent, R. (2006). *Manual de control estadístico de calidad.* Universidad de Jaume.

ANEXOS

Anexo A

			SUB PROCESOS							
TIPO DE PROCESO		**PROCESO**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**9**
PROCESOS CLAVE	**1**									
	2	FABRICACIÓN DEL CALZADO	Diseño y Prototipo	Modelaje	Troquelado o corte	Preparado/Destallado	Aparado o costura	Ojalillado	Montaje/Inyección	Terminado
	3	VENTAS	Ventas Sector Público	Ventas Sector Privado	Servicio Posventa	Cobranzas				
	4	LOGÍSTICA DE MATERIA PRIMA	Relacionadas con Proveedores Nacionales	Relacionadas con Proveedores Extranjeras						
	5	LOGÍSTICA DE PRODUCTOS TERMINADOS	Relacionado con Clientes Sector Público	Relacionado con Clientes Sector Privado – Final	Relacionado con Clientes Sector Privado – Corporativo					

Anexo B

FORMATO PARA LEVANTAR INFORMACIÓN DE PROCESOS								
DEPARTAMENTO:	Producción							
ENTRADA:	**Documental**	*Orden de pedido de requerimiento de clientes*			***Física***	*Revistas, informe de ferias y detalle de estudio de mercado*		
SUB PROCESO:	Diseño y prototipo							
SALIDA:	**Documental**	*Dibujo del boceto de calzado*						
CARGO/FUNCIÓN:	Jefe de Producción							
FECHA:	11-sep-18							
No.	**ACTIVIDAD**	**LUGAR**	**RESPONSABLE**	**FRECUENCIA**	**VOLUMEN**	**TIEMPO (horas)**	**TIEMPO (minutos)**	**OBSERVACIONES**
1	Selección del boceto de calzado	Departamento Producción (Área diseño)	Jefe de ventas, Gerente y Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	3	180	El gerente realiza visitas a otros países para selección de la colección de calzado a producir, en función de las visitas a ferias internacionales se traen catálogos de zapatos, así como modelos físicos o muestras de calzado
2	Selección del prototipo de suela para el calzado	Tercerizado	Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	16	960	Al ser externa es digitalizado es decir se adapta a las sugerencias o pedido de la empresa
3	Diseño de la horma del calzado	Departamento Producción (Área diseño)	Jefe de ventas, Gerente y Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	3	180	Se usa un catálogo de suelas y huellas.
4	Elaboración de la maqueta de la horma y huella de calzado	Tercerizado	Gerente y Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	80	4800	Realización del modelo de calzado, es decir se envía a elaborar la horma y huella del zapato o línea a fabricar, además, se adaptan las suelas acorde a especificaciones del tipo de calzado seleccionado, mientras se realiza la maqueta, la fábrica avanza con la selección de las demás piezas del zapato. El trabajo de matricería es

								tercerizado y es enviado a Brasil para realizarlo.
5	Selección del mejor modelo de zapato a fabricar	Departamento Producción (Área diseño)	Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	3	180	Se selecciona el patrón del zapato con el modelo a utilizar, este trabajo lo ejecutan guiados por nuevas tendencias mostradas en ferias, catálogos, revistas de países y también el mercado nacional.
6	Clasificación del prototipo elaborado acorde a especificaciones : a inyección o montaje	Departamento Producción (Área diseño)	Gerente y Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	1	60	La clasificación del boceto se realiza de acuerdo al tipo de calzado a producir.
7	Aprobación prototipo de calzado	Departamento Producción (Área diseño)	Jefe de ventas, Gerente y Jefe de producción (diseñador)	Semestral	2 vez	2	120	El gerente se encarga de revisar detalladamente el diseño del boceto para dar su aprobación y enviar a producir la línea de calzado.
					TOTAL	108	6480	

PRODUCTO:	**Documentación:**	
Prototipo de calzado	**Documentación general:**	Revistas, informe de ferias, informe de estudio de mercado
	Documentación de salida:	Dibujo del boceto de calzado

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">FICHA O CARACTERIZACIÓN
SubProceso: Diseño y prototipo</td><td></td></tr>
<tr><td>Objetivo del proceso:</td><td colspan="6">Estructurar el boceto idóneo para la producción del zapato</td></tr>
<tr><td>Productos del proceso:</td><td colspan="6">Prototipo de calzado</td></tr>
<tr><td>Responsable:</td><td>Jefe de Producción</td><td>Participantes:</td><td colspan="4">Jefe de producción, Jefe de ventas, Gerente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Talento Humano:</td><td colspan="2">Infraestructura y Dotación:</td><td colspan="2">Ambiente de Trabajo:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Jefe de producción, Jefe de ventas, Gerente</td><td colspan="2">Recurso Humano y tecnológico: software de diseño</td><td colspan="2">Departamento de Producción</td></tr>
<tr><td>Proceso o Etapa Proveedor (a)</td><td colspan="2">Entradas</td><td>Actividades</td><td colspan="2">Resultados-Salidas</td><td>Proceso o Etapa Cliente.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Ventas (Estudio de Mercado)
Clientes (Especificaciones como: Ferrisariato o Importadora Proaño)
Gerencia: catálogos, revistas, informe de ferias</td><td>Documental</td><td>Física</td><td>1. Selección de boceto de calzado</td><td>Documental</td><td>Física</td><td rowspan="8">Modelaje</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Orden de pedido de requerimiento de clientes</td><td rowspan="7">Revistas, informe de ferias y detalle de estudio de mercado</td><td>2. Selección del prototipo de suela para el calzado</td><td rowspan="7">Dibujo del boceto de calzado</td><td rowspan="7">Prototipo de calzado</td></tr>
<tr><td>3. Diseño de la horma del calzado</td></tr>
<tr><td>4. Elaboración de la maqueta de la horma y huella de calzado</td></tr>
<tr><td>5. Selección del mejor modelo de zapato a fabricar</td></tr>
<tr><td>6. Clasificación del prototipo elaborado acorde a especificaciones: a inyección o montaje</td></tr>
<tr><td>7. Aprobación prototipo de calzado</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Documentos y Registros Asociados</td><td colspan="2">Requisitos Legales</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Revistas, informe de ferias, informe de estudio de mercado</td><td colspan="2">Políticas de la empresa y normas de seguridad industrial</td></tr>
</table>

Anexo C

Encuesta empresa trabajadores de producción

Subproceso: Diseño y Prototipo

Género: Masculino

Tiempo en la empresa: 8 años

1. **¿Qué errores pueden producirse en cada una de las etapas del proceso de diseño y prototipo:**

Etapas del proceso	Errores	Causas	Posible Solución
1. Selección de boceto de calzado	Selección inadecuada de materiales	Escases de materia prima	Considerar materiales existentes.
2. Selección del prototipo de suela para el calzado	Mala formulación de materiales	Cambios de temperatura	Termómetro inteligente Personal capacitado en formulación de materiales para suela.
3. Diseño de la horma del calzado	-	-	-
4. Elaboración de la maqueta de la horma y huella de calzado	-	-	-
5. Selección del mejor modelo de zapato a fabricar	Producto no aceptado en el mercado		Personalizar el producto con sugerencias de clientes
6. Clasificación del prototipo elaborado acorde a especificaciones: a inyección o montaje		Tendencias del mercado	Publicidad en páginas web
7. Aprobación prototipo de calzado			Auditoría de mercado

2. **¿Cuando ocurre un error en la operación que usted realiza, lo comunica al compañero que realiza el subproceso posterior?:**

Si X **No**

3. **¿Cuándo ocurre un error en diseño y prototipo, usted lo comunica?**

a. **Verbalmente** **b. Por Escrito** **c. Otra Modalidad**

4. **A quién comunica los errores:**

Responsables	Nunca	Rara vez	De forma ocasional	Con frecuencia	Constantemente
Gerente					**X**
Jefe de Producción					
Los compañeros que realizan la misma operación					
Los compañeros que realizan la operación anterior					
Los compañeros que realizan la operación posterior					

¿Ha tenido que comprar alguna vez un zapato dañado?

Sí **No**

En caso de ser Sí explicar cuál fue el motivo

No midió bien las escalas por descuido, por ende, no realizo un plan piloto y se alteraron las tallas de los modelos.

Anexo D

SOLICITUD DE REPROCESO O RECHAZO DE CALIDAD DE PRODUCTOS					
Fecha		**Línea**		**Solicitud N°**	
Código		**Descripción**		**Lote**	
Cantidad revisada		**Orden de producción/Pedido N°**			
Descripción de la No conformidad detectada					
Defecto			**% Defectuoso**	**Tipo de Defecto**	
				Reproceso	**Rechazo**
Observaciones					
				Inspector control de calidad	