



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

“Aplicación del método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C, Santa Anita - 2018”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR:

Eguilas Rosales Carlos Arturo

ASESOR:

Mg. Ing. Bazán Robles Romel Dario

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de seguridad y calidad

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don **Carlos Arturo Eguilas Rosales**, cuyo título es: "**Aplicación del Método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C., Santa Anita - 2018**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (doce)**.

San Juan de Lurigancho, **12 de diciembre de 2018**



.....  
**Dr. Robert Julio Contreras Rivera**  
PRESIDENTE



.....  
**Dr. Javier Francisco Panta Salazar**  
SECRETARIO



.....  
**Mg. Pedro Pacherez Acaro**  
VOCAL



Elaboro

Dirección de Investigación

Revisó

Responsable del SGC



Aprobo

Vicerrectoría de Investigación

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a Dios, mis padres, hermanas y sobrinos, por brindarme su apoyo incondicional durante este recorrido, por darme ánimos y, además por siempre confiar en mí para culminar con esta gran etapa, que será marcada para toda la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por siempre guiarme en todo momento y sobre todo para darme fuerza de voluntad.

A mis padres, hermanas y sobrinos por sus consejos, por enseñarme a no rendirme y a fortalecerme cada día más.

A los profesores asesores por tomarse un tiempo para guiarme a desarrollar este trabajo y por sus asesoramientos.

Y, a mis amistades que siempre nos estamos apoyando para salir adelante es esta maravillosa etapa de nuestras vidas.

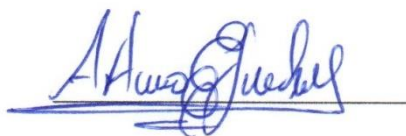
## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Carlos Arturo Eguilas Rosales, con DNI N° 71842623, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre del 2018



Carlos Arturo Eguilas Rosales

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento de Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación del método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C., Santa Anita – 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Este trabajo está dividido en siete capítulos y anexos. Los capítulos mencionados son: I. Introducción, II. Método, III. Resultados, IV. Discusión, V. Conclusiones, VI. Recomendaciones y VII. Referencias.

La Tesis tuvo como finalidad demostrar que la Aplicación del método AMF incrementa la productividad del área de pistoleado en la empresa Industrias Katroc S.A.C.

Carlos Arturo Eguilas Rosales

## Índice general

**PÁGINA DEL JURADO**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

**PRESENTACIÓN**

**ÍNDICE**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	15
<b>1.2 Trabajos Previos</b> .....	21
1.2.1 Trabajos Previos Internacionales.....	21
1.2.2 Trabajos Previos Nacionales .....	23
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	26
1.3.1 Variable independiente: Método AMFE.....	26
1.3.2 Variable Dependiente: Productividad .....	32
<b>1.4 Formulación del problema</b> .....	35
1.4.1 Problema General .....	35
1.4.2 Problemas Específicos.....	35
<b>1.5 Justificación del estudio</b> .....	35
1.5.1 Justificación Teórica .....	35
1.5.2 Justificación Metodológica.....	36
1.5.3 Justificación Económica.....	36
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	37
1.6.1 Hipótesis General .....	37
1.6.2 Hipótesis Específicos .....	37
<b>1.7 Objetivos</b> .....	37
1.7.1 Objetivo General .....	37
1.7.2 Objetivos Específicos .....	38
<b>II. MÉTODO</b> .....	39
<b>2.1 Diseño de la investigación</b> .....	40
<b>2.2 Variables, operacionalización</b> .....	41
2.2.1 Variables.....	41

2.2.2	Operacionalización de las variables .....	41
<b>2.3</b>	<b>Población y muestra</b> .....	<b>43</b>
2.3.1	Población .....	43
2.3.2	Muestra .....	43
<b>2.4</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	<b>43</b>
<b>2.5</b>	<b>Métodos de análisis de datos</b> .....	<b>44</b>
<b>2.6</b>	<b>Aspectos éticos</b> .....	<b>45</b>
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>Diagnóstico y desarrollo de la metodología y su mejora</b> .....	<b>47</b>
3.1.1	Diagnóstico del Pre – Test .....	47
3.1.2	Propuesta de mejora .....	58
<b>3.2</b>	<b>Impacto de la Mejora</b> .....	<b>62</b>
<b>3.3</b>	<b>Estadística Descriptiva</b> .....	<b>64</b>
<b>3.4</b>	<b>Análisis Inferencial</b> .....	<b>69</b>
3.4.1	Prueba de Normalidad .....	69
3.4.2	Prueba de Hipótesis .....	71
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>75</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>77</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>79</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>81</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>86</b>
	✓ Instrumentos	
	✓ Validación de los instrumentos	



## Índice de tablas

Tabla 1 Causas de baja productividad en el área de pistoleado .....	19
Tabla 2 Criterio de valorización de la gravedad de fallos .....	29
Tabla 3 Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia .....	30
Tabla 4 Criterio de valorización del índice de no detección .....	30
Tabla 5 Matriz de operacionalización .....	42
Tabla 6 Validez de instrumento por juicio de expertos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo 2018 .....	44
Tabla 7 Método AMFE .....	50
Tabla 8 Modo de falla por máquina - Pre.....	51
Tabla 9 Falla por máquina - Pre .....	51
Tabla 10 Modo de fallas por materiales - Pre .....	52
Tabla 11 Fallas por materiales - Pre .....	53
Tabla 12 Productividad - Pre.....	54
Tabla 13 Eficiencia - Pre .....	56
Tabla 14 Eficacia - Pre .....	57
Tabla 15 Cronograma de Actividades – Aplicación del Método AMFE .....	61
Tabla 16 Costos de Pérdida Pre – Post (Bobina de Plástico) .....	62
Tabla 17 Costos de Pérdida Pre - Post (Etiquetas).....	62
Tabla 18 Fallas por máquina Pre - Post.....	64
Tabla 19 Fallas por materiales Pre - Post.....	65
Tabla 20 Productividad Pre - Post.....	66
Tabla 21 Eficiencia Pre - Post.....	67
Tabla 22 Eficacia Pre - Post .....	68
Tabla 23 Prueba de Normalidad de Productividad.....	69
Tabla 24 Prueba de Normalidad de Eficiencia.....	70
Tabla 25 Prueba de Normalidad de Eficacia .....	70
Tabla 26 Rangos - Hipótesis General.....	71
Tabla 27 Estadístico de Contraste - Wilcoxon .....	72
Tabla 28 Rangos - Hipótesis Específico 1.....	73
Tabla 29 Estadísticos de Contraste - Wilcoxon.....	73
Tabla 30 Prueba T - Hipótesis Específico 2 .....	74
Tabla 31 Prueba de muestras emparejadas.....	74
Tabla 32 Tabla de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) .....	87
Tabla 33 Tabla de Productividad .....	90
Tabla 34 Matriz de Consistencia.....	94

## Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de Ishikawa .....	18
Figura 2 Diagrama de Pareto.....	20
Figura 3 Diagrama de Operaciones del Proceso de Elaboración de Bebidas Gasificadas .....	48
Figura 4 Fallas por máquina - Pre .....	52
Figura 5 Fallas por materiales - Pre .....	53
Figura 6 Productividad - Pre .....	55
Figura 7 Eficiencia - Pre.....	56
Figura 8 Eficacia - Pre.....	58
Figura 9 Diagrama de Operaciones del Proceso de Elaboración de Bebidas Gasificadas - Mejorado .....	63
Figura 10 Fallas por máquina Pre - Post .....	65
Figura 11 Fallas por materiales Pre - Post.....	66
Figura 12 Productividad Pre - Post .....	67
Figura 13 Eficiencia Pre - Post.....	68
Figura 14 Eficacia Pre - Post.....	69
Figura 15 Validación de instrumentos 1.....	91
Figura 16 Validación de instrumentos 2.....	92
Figura 17 Validación de instrumentos 3.....	93

## Índice de anexos

Anexo 1 Instrumentos de recolección de datos .....	87
Anexo 2 Certificado de validación de instrumentos 1 .....	91
Anexo 3 Certificado de validación de instrumentos 2 .....	92
Anexo 4 Certificado de validación de instrumentos 3 .....	93
Anexo 5 Matriz de Consistencia .....	94
Anexo 6 Datos Pre y Post.....	95
Anexo 7 Base de Datos - SPSS .....	101
Anexo 8 Carta autorización de la empresa para la recolección de datos.....	102

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar en qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementa la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C. El tipo de investigación es explicativa, ya que, permite buscar las causas de la baja productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C., el problema principal se centra en el área de pistoleado en donde ocurren fallas en el producto terminado. La población son la totalidad de unidades en el área de pistoleado (personal y maquinaria), con una prioridad de 32 semanas, y la muestra es igual a la población. Se obtuvo como resultado que el método AMFE incrementa la productividad en el área de pistoleado, este incremento es del 38.9%. Como resultado del análisis inferencial de la variable dependiente (productividad), se demostró que los datos de la productividad antes fue de 0.671 y la productividad después fue es 0.256, estos datos fueron mayores a 0.05, por lo que se optó por hacer la prueba de hipótesis con el T-Student. Con la prueba T-Student, se demostró que tanto la productividad, eficiencia y eficacia tuvieron un valor menor a 0.05 (0,00 en los tres casos), por lo que según la regla, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo cual indica que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementa la productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C.

**Palabras clave:** Método AMFE, Productividad y Pistoleado.

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to determine what is the application of the AMFE method in the area of the pistol increases the productivity of the company Industrias Katroc S.A.C. The type of investigation is explanatory, since, it allows to look for the causes of the low productivity in the company Industrias Katroc S.A.C., the main problem is centered in the pistoelado area where flaws appear in the finished product. The population is the totality of the units in the gunshot area, with a priority of 32 weeks, and the sample is equal to the population. It was obtained as a result that the FMEA method increased productivity in the work area, this increase is 38.9%. As a result of the inferential analysis of the dependent variable (productivity), it was shown that the productivity data before was 0.671 and productivity later it was 0.256, this data was higher than 0.05, so it was decided to do the test of hypothesis with the student t. With the T-Student test, it was shown that both the productivity, efficiency and effectiveness of the post-test, a comparison with the pre-test, was greater, so according to the rule, the hypothesis is rejected and accepts the alternative hypothesis , which indicates that the application of the AMFE method in the area of the pistol increases productivity in the company Industrias Katroc SAC

Key words: AMFE Method, Productivity and Gols.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

Las microempresas no solo a nivel local o nacional han tenido un gran crecimiento en los últimos años, sino que también lo han tenido a nivel internacional, ya sea de cualquier rubro existente. La necesidad de poder entrar y permanecer en el mercado lleva a que dichas empresas busquen la manera de hacerse conocer mediante los productos y/o servicios que ofrecen al público en general de manera que logren satisfacer sus necesidades.

Ante esta lógica, el producto y/o servicio en sí que ofrecen, es necesario que cumpla con ciertas características que sean de mayor gusto para las personas, ya sea por la forma, color, estilo, contenido, diversidad, etc., a todo esto se le denomina “calidad”, por consiguiente, propone mejoras significativas hacia la empresa que viene ofreciendo sus productos, cumpliendo los objetivos o metas que la empresa se va planteando como medidas para seguir creciendo.

Las empresas de distintos tamaños del rubro de bebidas gasificadas tienen un gran auge, esto se debe a que sus productos son 100% consumibles por millones de personas, además según INEI se menciona que estas empresas han tenido un crecimiento del 3,5% en el último trimestre del año 2017, generando que la demanda de bebidas gasificadas crezca cada vez más por el consumo excesivo.

Empresas tanto nacionales como internacionales, como por ejemplo Pepsico, Coca Kola, Kola Real, entre otros cumplen con las normas establecidas con referente al diseño del producto o a su proceso, de por sí, ser tan detallista con sus productos generan que el cliente final este satisfecho. Además, estas empresas tienen su propio control de fallas y son mucho más estrictos, además de cumplir con los requisitos de calidad para lograr distribuir sus productos, tomando en consideración que tienen un estricto control hacia con sus productos.

Por otro lado, las microempresas de este mismo rubro buscan igualar o acercarse a las empresas grandes, tomando en consideración que al no poder lograr ser muy estrictos y no tener los suficientes recursos, al menos cumpliendo con los requisitos mínimos para poder distribuir los productos que ofrecen al mercado nacional, satisfaciendo la demanda que ellos mismos pueden cumplir.

Según Vélchez y Centurión (2014) mencionan que: “Cabe resaltar que la importancia de la microempresa en el Perú es indiscutible tanto por su significancia numérica como por su capacidad de absorción de empleo. En la última década, el sector pyme ha sido el más dinámico en relación con la creación de nuevos puestos de trabajo.” (p. 278). Tomando en consideración lo que mencionan estos autores, y concordando con lo que indica el INEI, el incremento de las microempresas en este rubro genera que la tasa de empleo aumente.

Haciendo mención a la empresa Industrias Katroc S.A.C., en la que se enfoca esta investigación, ubicada en Santa Anita, una microempresa dedicada a la elaboración de bebidas gasificadas y tomando en cuenta en el producto que ofrece, se generan ciertos defectos en el producto terminado, afectando a la productividad parcial no solo de la línea de producción, sino que también de la productividad total.

Si bien se menciona a empresas como Coca Cola que al tener bien un respectivo control referente a las fallas, presenta buenos productos, en el caso de la empresa Industrias Katroc, tiende a no contar con un control y seguimiento de los defectos, generando que los productos se distribuyan y afectando al cliente, los defectos son: quemado de etiquetas, mal empaquetado, botellas flácidas, paquetes con huecos, paquetes parchados, etc. Cada uno de estas fallas, no cumplen con un respectivo control y de vez en cuando se da por alto y, se distribuye tal y como esta.

Ante esta problemática en común, se plantea una alternativa de solución capaz de reducir la cantidad de fallas y por ende mejorar la productividad. Esta solución es la aplicación del método AMFE, con esta herramienta se tendrá un respectivo control y seguimiento, con los productos, ya que la empresa no cuenta con uno, y así las fallas no sean demasiadas, y como consecuencia lograr tener una buena productividad.

Al analizar estos problemas que se generan en el área de pistoleado, que es una de las últimas áreas, se tomó en consideración la utilización de dos herramientas de calidad (Ishikawa y Pareto), obteniendo como resultado, la identificación de las causas que más sobresalen referentes a la problemática. El diagrama Ishikawa o diagrama causa – efecto es de gran utilidad ya que determina un análisis profundo para identificar la causa raíz del problema y consecuente de eso, tomar una decisión para solucionarlo.

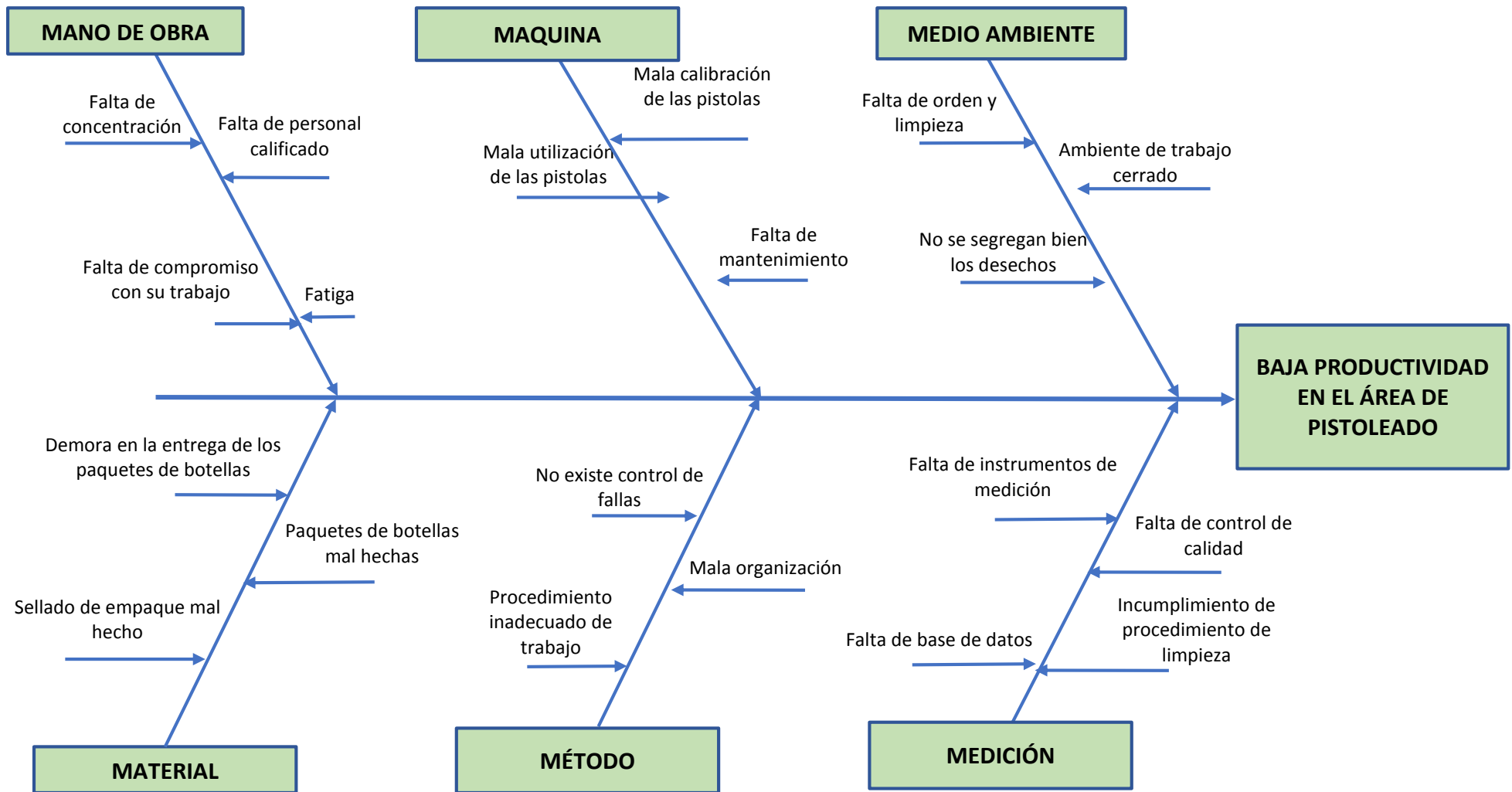
Y con ayuda del diagrama de Pareto podemos obtener una ponderación de la cantidad de veces que surge las causas de la problemática, ya que, este tipo de diagramas nos ayuda a



determinar mediante una escala de 80 – 20 los problemas más significativos ante la problemática del presente tema de investigación para su propia mejora, tomando en cuenta las causas que se consideraron en el diagrama de Ishikawa.

Tal y como vemos en el gráfico, las causas principales ante la problemática son el personal sin capacitación, el procedimiento inadecuado y la mala calibración de las herramientas, es debido a ello que la calidad en el producto final es afectada de tal manera que influye en la productividad de las microempresas.

Figura 1 Diagrama de Ishikawa



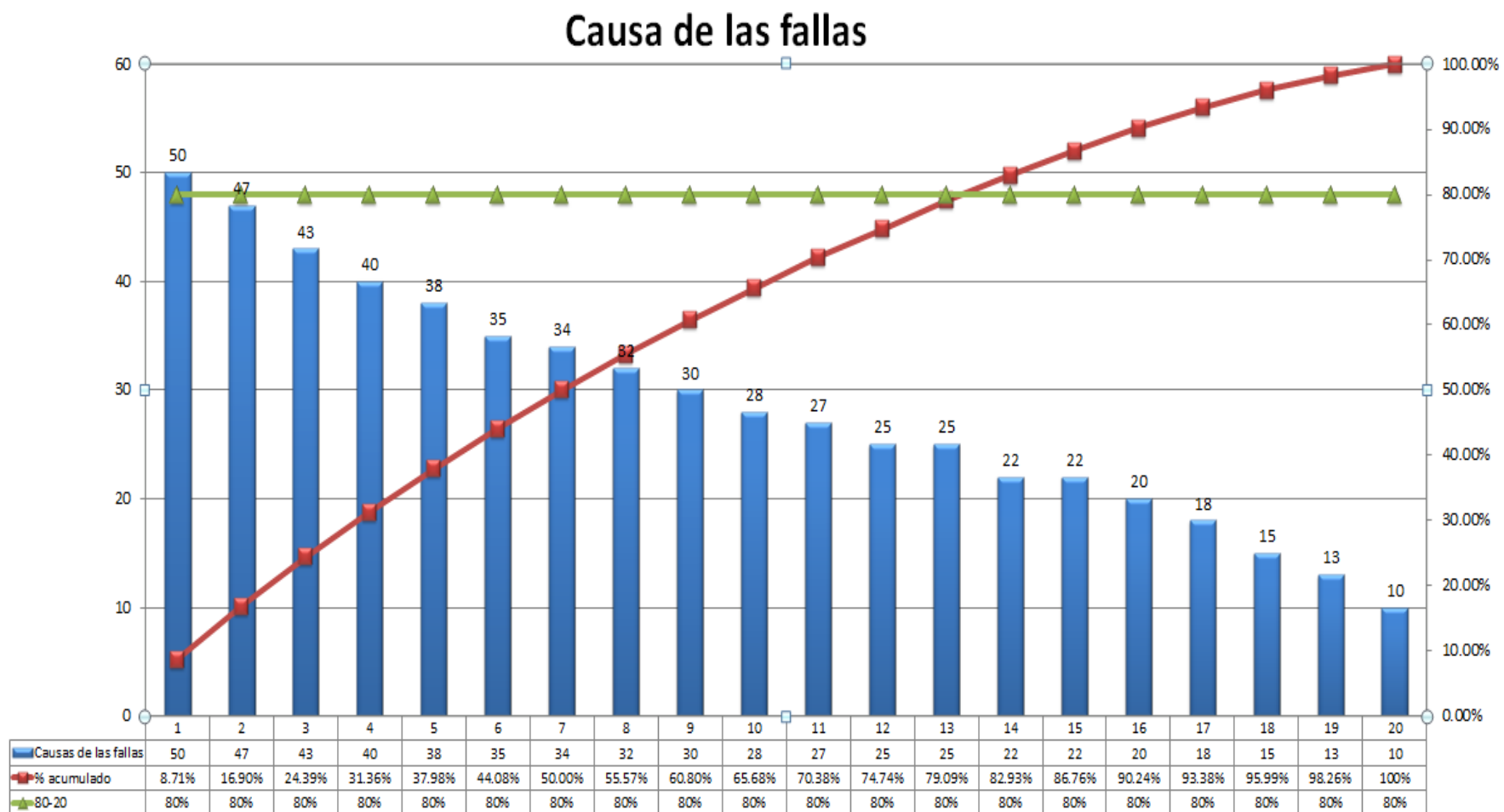
Fuente: elaboración propia

Tabla 1 Causas de baja productividad en el área de pistoleado

<b>Causas de las fallas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% acumulado</b>
Falta de personal calificado	50	8.71%	8.71%
Procedimiento inadecuado de trabajo	47	8.19%	16.90%
Mala calibración de las pistolas	43	7.49%	24.39%
Mala organización	40	6.97%	31.36%
Mala utilización de las pistolas	38	6.62%	37.98%
Paquetes de botellas mal hechas	35	6.10%	44.08%
Falta de compromiso con su trabajo	34	5.92%	50.00%
Sellado de empaque mal hecho	32	5.57%	55.57%
No existe control de fallas	30	5.23%	60.80%
Falta de concentración	28	4.88%	65.68%
Fatiga	27	4.70%	70.38%
Demora en la entrega de los paquetes de botellas	25	4.36%	74.74%
Falta de Mantenimiento	25	4.36%	79.09%
Falta de orden y limpieza	22	3.83%	82.93%
Ambiente de trabajo cerrado	22	3.83%	86.76%
No se segregan bien los desechos	20	3.48%	90.24%
Falta de control de calidad	18	3.14%	93.38%
Falta de base de datos	15	2.61%	95.99%
Falta de instrumentos de medición	13	2.26%	98.26%
Incumplimiento de procedimientos de limpieza	10	1.74%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>574</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Trabajos Previos Internacionales**

Álvarez, A. (2017) en su investigación “Aplicación de un análisis modal de fallos y efectos para la mejora en la seguridad de la utilización de los sistemas automatizados de dispensación de medicamentos”. Tesis para optar el grado de doctor en la Universidad Complutense de Madrid, España. El objetivo principal es evaluar el impacto de acciones de mejora definidas en un AMFE, en la seguridad de la utilización de los Sistemas Automatizados de Dispensación de medicamentos. El AMFE fue seguido de un estudio de la frecuencia de errores, de tipo prospectivo, no controlado, antes-después de una intervención. El estudio demostró que la implantación de las acciones consiguió reducir significativamente el número de líneas con error, tanto en la etapa de preparación (RRR del 23,1%) como en la reposición (RRR del 39,8%). Así mismo se produjeron menos errores por línea. Como conclusión, se indica que el diseño e implantación de medidas definidas en un AMFE, incrementan la seguridad del proceso de dispensación de medicamentos con Sistemas Automatizados de Dispensación. Nuestro estudio ofrece una metodología apropiada para realizar una correcta planificación de la instalación de los SAD, así como el seguimiento y evaluación continuos de su utilización, claves para garantizar la seguridad de esta tecnología.

Merchán, A. (2015) en su investigación “Análisis modal de fallos y efectos (AMEF), en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC-BOX”. Tesis para la obtención del título de ingeniero de producción y operaciones en la Universidad del Azuay, Ecuador. El presente trabajo se realizó la aplicación de la herramienta de calidad AMFE al proceso de producción de los tableros eléctricos de 1 medidor, 2 puertas. Para esto, a través de observaciones in-situ, se levantó y analizó información del proceso, logrando así determinar los modos, causas y efectos de fallo, para posteriormente establecer acciones correctivas para evitar o prevenir que los fallos se produzcan. La aplicación del AMFE permite incrementar la calidad, productividad y satisfacción del cliente, disminuyendo costos de producción. Como conclusión, se determinó que la herramienta AMFE es la indicada para controlar y asegurar la eficiencia y calidad de los procesos, esto gracias a que esta herramienta permite la identificación de los modos de fallo para posteriormente evaluarlos y establecer acciones correctivas, con el fin de prevenir o eliminar los mismos.

Fuentes, S. (2012) en su investigación “Satisfacción laboral y su influencia en la productividad (estudio realizado en la delegación de recursos humanos del organismo judicial en la ciudad de Quetzaltenango)”. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Psicología Industrial / Organizacional en la Universidad Rafael Landívar, Guatemala. El objetivo inicial de este estudio es establecer la influencia que tiene la satisfacción laboral en la productividad del recurso humano, así como el evaluar el nivel de satisfacción que tienen los empleados, determinar la importancia que el personal rinda como la empresa desea y se sienta satisfecho con su trabajo; además los efectos que conlleva estos en la productividad para que al finalizar se propongan estrategias para elevar el nivel de satisfacción del recurso humano que repercutirá en la productividad de los empleados. Como objetivo general, la influencia que tiene la satisfacción laboral en la productividad del recurso humano. Con base en los resultados obtenidos de la presente investigación se estableció que no existe influencia entre la satisfacción laboral y productividad, los 20 encuestados manifestaron tener un nivel de satisfacción laboral algo (de 67 a 100 puntos). Estos se puede confirmar con los resultados obtenidos en la pregunta No. 16 sobre si se siente satisfecho con el trabajo que realizan, el 71% considera que siempre se siente satisfecho con el trabajo que realiza el cual ayuda a alcanzar los objetivos institucionales, mientras que el 29% respondió que generalmente se siente satisfecho.

Ochoa, K. (2012) en su investigación “Motivación y productividad laboral (estudio realizado en la Empresa Municipal Aguas de Xelaju EMAX)”. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Psicología Industrial / Organizacional en la Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Estudio que se realizó con 50 colaboradores del área de campo y de oficina de los 85 trabajadores de la empresa. Viendo la necesidad de la empresas en mejorar la productividad laboral de sus empleados se llevó a cabo una evaluación oral para darles la oportunidad a todos lo que en la empresa laboran de expresar su necesidad o inquietud por lo que en base a eso se llegó a la conclusión de que era falta de motivación por lo que se inició investigando en primera instancia las definiciones de las variables, aplicando una escala de Linkert para comprobar la misma investigación, realizando la metodología estadística para que los resultados de la misma sean verídicos, por lo que se comprobó que es de mucha influencia la motivación en la eficiencia y eficacia en el trabajo de cada empleado. Como parte de las conclusiones se expuso que es necesario motivar al personal con algún tipo de incentivos no necesariamente con remuneraciones económicas, en la

propuesta se plantea una serie de ejercicios prácticos para aumentar la motivación en todos los colaboradores, trabajando en equipo, trabajando bajo presión y con medición de tiempo pero alimentando la motivación de cada uno de los participantes en los ejercicios. El principal objetivo de la investigación era determinar la influencia de la motivación en la productividad laboral lo cual se cumplió, esperando que este estudio pueda ser de utilidad a la empresa para apoyar al colaborador en esta área de su vida laboral.

Masache, M. & Armijos, G. (2009) en su investigación “Análisis modal de fallos y efectos en la planta de Cerart de la línea Yapacunchi”. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Química en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. El presente proyecto pretendió reducir en lo posible el número de fallos y efectos en las piezas ofreciendo como solución un análisis completo y sistemático de todos los procesos y productos de CERART, se identificó los puntos de fallo potenciales, y se elaboró planes de acción para combatir los riesgos laborales, con lo cual se procedió a generar en si el AMFE, detallado en un formato o documento en el cual se recabó toda la información necesaria. Se dio inicio a este trabajo, haciendo un estudio minucioso y completo de esta herramienta. Se conformó el equipo AMFE, el cual estuvo formado por los líderes de cada etapa del proceso, seguidamente se estableció el tipo de AMFE a utilizar, en este caso se trabajó con el AMFE de proceso para ser implantado sobre la línea de producción Yapacunchi. Finalmente comparamos los nuevos valores de NPR con los calculados en un inicio y se obtuvo una disminución casi total de este de los valores, para cada uno de los modos, efectos y causas de fallo en cada etapa del proceso de producción.

### **1.2.2 Trabajos Previos Nacionales**

Fernández, W. (2017) en su investigación “Aplicación de la herramienta AMEF para mejorar la productividad de la línea HC-1 de yogurt en una empresa láctea, 2017”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial en la Universidad César Vallejo, Perú. La presente investigación tuvo como propósito demostrar que la aplicación de la herramienta AMEF mejora la productividad de la línea HC-1 de Yogurt en una empresa Láctea, estableciendo las acciones preventivas adecuadas para el tratamiento de los defectos detectados por materiales y máquinas durante el envasado de Yogurt. La población de estudio se compone de las producciones durante el período de 12 semanas antes y después de la medida de mis indicadores aplicados a la línea HC-1 y según el tipo de investigación la muestra para la medición de los indicadores está en su totalidad a la

población. El diseño de la tesis es de tipo cuasi experimental, que consiste en manipular la variable Independiente para observar su efecto en la variable dependiente, así mismo, es aplicada y cuantitativa de datos paramétricos, por lo tanto, para la validación de la hipótesis, se usó la prueba T-Student teniendo como resultado, que la aplicación de la herramienta AMEF mejora la productividad en 7.6%, la eficiencia en 3.2% y la eficacia en 4.8% en promedio de medias del antes y del después de la aplicación. Por ello, concluyo que la Aplicación de la herramienta AMEF incrementó la productividad de la línea HC-1 de Yogurt en una empresa Láctea.

Fernández, A. & Ramírez, L. (2017) en su investigación “Propuesta de un plan de mejoras basado en Gestión por procesos, para incrementar la productividad en la Empresa Distribuciones A & B”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Señor de Sipán, Perú. La presente investigación está enfocada en la elaboración de un modelo de gestión por procesos para la empresa Distribuciones A & B. El objetivo principal de esta investigación es elaborar la propuesta de un plan de mejoras basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad. Esto se realiza utilizando, el mapa de proceso de la empresa, los diagramas de flujo, y los diagramas causa efecto correspondiente a los procesos de la empresa. El proceso metodológico se basa en el recopilar la información mediante el análisis de documentos, utilizando archivos, documentos, y cuestionarios y la entrevista, cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentales y observar los hechos a través de la valoración por parte de los encuestados y entrevistado, con el fin de ser utilizados dentro de los límites de nuestra investigación. El principal resultado de esta investigación es que la empresa Distribuciones A & B, mejoraría en el proceso de producción, las estrategias de ventas de la empresa y un posible aumento de la satisfacción de los colaboradores y clientes. La productividad se incrementaría en un 22.18%, se reduciría el desperdicio de agua en el lavado de bidones, se eliminaría un puesto de trabajo que no generaría valor y la empresa tendría un ciclo de mejora continua anual para una constante evaluación y desempeño de los procesos.

García, S. (2016) en su investigación “Implementación del Análisis Modal de fallos y Efectos (AMFE) en la recepción de la chatarra a producción para incrementar la productividad en el área de acería de Corporación Aceros Arequipa, Lima, 2016”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial en la Universidad César Vallejo,



Perú. El objetivo de la tesis es determinar de qué manera la aplicación de la metodología AMFE en la recepción de la chatarra a producción incrementa la productividad en el área de acería de la empresa Corporación Aceros Arequipa S.A. El tipo de investigación es descriptiva- explicativa. La población es la producción de la palanquilla, la cual será medida 30 días antes y 30 días después. Mediante el resultado se demostró que la metodología AMFE incrementa la productividad en la producción de palanquilla, después de su aplicación se obtuvo un incremento del 29% en la productividad, en conclusión el resultado del análisis descriptivo de la variable independiente, metodología AMFE, se demostró que, del total de fallos potenciales encontrados antes de la implementación fueron 2,246 y con las acciones correctoras disminuyeron a 142 fallas, obteniendo como resultado de reducción de fallas del 94%. Con el resultado del análisis inferencial de la variable dependiente, productividad, a través del análisis de normalidad se demostró que los datos de la productividad antes fue 0.506 y la productividad después fue 0.146, ambos mayores a 0.05, por lo tanto, tienen un comportamiento paramétricos y con la prueba de muestras relacionadas T-Student, el resultado del nivel de significancia fue .000, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis del investigador (H1), la cual indica que la implementación del AMFE en la recepción de la chatarra a producción incrementa la productividad en el área de acería de la empresa Corporación Aceros Arequipa S.A.

Izaguirre, J. (2016) en su investigación “Aplicación de herramientas de calidad en una fábrica de refrigeradoras para reducir fallos en el producto final”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. El objetivo general de dicha investigación es identificar y proponer soluciones para reducir los fallos recurrentes en el período de garantía del producto de una línea de refrigeradoras en usuarios finales utilizando las herramientas básicas de calidad y las metodologías 8D y AMFE. El tipo de investigación del presente estudio es descriptiva y aplicada, ya que se trabaja sobre realidades de hecho y sus característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Como conclusión se obtuve que con el uso de la herramienta AMFE de producto se identificaron varios puntos de riesgo en el desarrollo del “electrónico básico” que hubiera causado demoras en la aplicación en fabrica del nuevo componente y muy posiblemente fallos en el producto final. El AMFE ha desarrollado el carácter preventivo a las fallas en la empresa, tanto en la fábrica de refrigeración como la de cocinas.

Yaya, M. (2015) en su investigación “Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) de un proceso productivo en una planta de consumo masivo”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial en la Universidad Católica de Santa María, Perú. El objetivo principal es determinar aquellas causas raíz que generan el mayor porcentaje de fallos en el sistema productivo en estudio, mediante la aplicación de la herramienta de análisis AMFE con la finalidad de proponer soluciones a las mismas. El tipo de investigación es causal, ya que, se pretende descubrir las causas de los fallos analizados en cada área. Los instrumentos utilizados son los registros de observación, mapas y diagramas de flujo y Microsoft Office. Mediante la obtención de los resultados se determinó que con la ayuda del análisis AMFE se consiguió establecer aquellos problemas que generaban mayores efectos negativos y que por ende requerían de una solución inmediata, además, la aplicación del AMFE como herramienta de calidad es una metodología óptima de análisis que permite diagnosticar fallas potenciales en todas las área de la empresa y a partir de dicho diagnóstico aportar soluciones para levantar las deficiencias.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Variable independiente: Método AMFE**

Referente a la variable independiente (AMFE), el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009) manifiestan que: El análisis de modo y efecto de fallas FMEA (failure mode and effects analysis) es una herramienta cuantitativa que se emplea a nivel de diseño de productos multicomponentes, con énfasis en el estudio de la vida útil del producto y evaluación de los costos de lograr un diseño optimizado.

Se trata de identificar los pocos componentes vitales y aislarlos de los muchos componentes triviales que contribuyen a la calidad del producto particular. El FMEA es una metodología preventiva que estudia las causas y los efectos de las fallas antes de finalizar un diseño, de modo de poder efectuar un examen sistemático del mismo.

El FMEA es aplicable a productos complejos, constituidos por varios subsistemas, en los cuales existe mucha gente involucrada, correspondiente a varios sectores o departamentos de la organización. (p. 70 – 71).

Para los autores Liu, Hu & Deng (2018), indican que: El modo de fracaso y el análisis de efectos (FMEA) primero fueron desarrollados para evaluar defectos sabidos y potenciales e impedirles pasar en los años 1960. Esto es una tecnología eficiente y poderosa en la

ingeniería y campos de dirección, incluyendo la definición, la identificación, y el quitar defectos sabidos y potenciales, errores, y el riesgo del sistema, el proceso, el diseño así como el servicio. Además, en otros campos, como la gestión de riesgos, la dirección de asistencia médica y el diseño de ingeniero, FMEA juegan un papel importante. Además, FMEA no sólo identifica los factores que inducen el defecto pero también clasifica la probabilidad y la severidad de tal defecto. (p. 205).

Para los autores Camisón, Cruz y Gonzáles (2006), indica que: El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una herramienta de prevención que permite identificar los posibles fallos de un producto o proceso, bien sea nuevo o ya existente, determinando sus causas. Con su utilización se pueden evaluar la gravedad de los efectos de los fallos y, por tanto, establecer líneas de actuación con prioridades para evitarlos. En general, su principal objetivo es asegurar que no se produzcan los fallos más probables ni los más graves. (p. 1302).

Villaseñor y Galindo (2007), mencionan que: El análisis modal de fallas y efectos FMEA son una técnica estandarizada para evaluar equipos y herramientas durante la fase del ciclo de diseño y producción, para mejorar la seguridad, productividad, confiabilidad y robustez de la máquina, tiene varios propósitos: Identificarlos modos potenciales de falla, identificar los efectos de modo de falla, identificar el rango de severidad de cada efecto, identificar las causas potenciales de falla iniciando con el rango más alto de severidad, identificar las acciones correctivas requeridas para prevenir, disminuir y mejorar los métodos para detectar de manera temprana las fallas, establecer prioridad para las acciones. (p. 42).

Para Gutiérrez y De la Vara (2013), indican que: la metodología del análisis de modo y efecto de las fallas (AMFE), permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan y para aquellas que vulneran más la confiabilidad del producto o el proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas. (p. 382).

Tal y como indica el autor Besterfield (2009), menciona que: el análisis del modo y efecto de falla (FMEA), es una técnica analítica (una prueba escrita), donde se combinan tecnología y la experiencia de las personas para identificar modo de fallas previsibles en un producto, servicio o proceso, y para planear su eliminación. (p. 92).

Según los autores Singh et al. (2017) mencionan que: El Análisis de Efecto de Modo de Fracaso (FMEA) la metodología es un instrumento valioso en la disposición de la gente responsable de organizar la producción en términos de fiabilidad y la dirección de calidad de productos y procesos. Esto es una parte inseparable de gestión de riesgos y esto apoya la mejora continua. [...]El análisis FMEA implica el trabajo en equipo, el apoyo de dirección, y a fondo el conocimiento de sistemas, productos, procesos, tiempo y coste. Por lo tanto, para ser acertado, esta técnica totalmente debería ser puesta en práctica como una parte de sistema de dirección de calidad tanto dentro del desarrollo de producto como procesos. Esto permitirá a empresas racionalizar sus actividades y así reducirá el coste y aumentará la eficacia.

Para el autor Cuatrecasas (2010), menciona que: el Análisis Modal de Fallos y Efectos, comúnmente conocido como AMFE, es una metodología que permite analizar la calidad, seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, tratando de identificar los fallos potenciales que presenta su diseño y, por tanto, tratando de prevenir problemas futuros de calidad.

La metodología AMFE contribuye a la mejora de la fiabilidad y del mantenimiento óptimo de un producto o sistema a través de la investigación de los puntos de riesgo, para reducirlos a un mínimo mediante acciones apropiadas.

La elaboración de un AMFE concierne a un equipo pluridisciplinar constituido por todos los departamentos involucrados en el diseño de un producto o proceso, extendiendo el concepto de proceso a todos los relacionados con el producto, sean de fabricación o de servicios que acompañan al mismo. (p. 151 – 153).

#### **FASES:**

1. Descripción del proceso

En esta fase se identificará el proceso de estudio, referidas a cada una de las actividades del proceso, representada a través de un diagrama de operaciones.

2. Enunciación de los modos de fallos potenciales

Se identificará para cada actividad los modos de fallos potenciales, estos dependerán como propósito la satisfacción y expectativas del cliente, serán medidas a través del tiempo de demora en la atención.

### 3. Enunciación de los efectos de los fallos potenciales

Para todos los fallos potenciales de cada fallo se identificará los posibles consecuencias que afecte directamente al cliente del proceso, si dichos fallos tienen varios efectos, se elijan de ellos los de mayor impacto hacia el cliente, los más graves.

### 4. Determinar las causas de los modos potenciales de fallos

Las causas potenciales de los modos de fallo están relacionadas la debilidad del proceso, en base a ello, las consecuencias son el propio modo de fallo, por lo tanto las causas presentan el origen de los incumplimientos específicos del proceso.

### 5. Enunciación de los controles actuales

La enunciación de los controles está referida a la detectabilidad de las causas potenciales de los fallos, en esta fase se incluye los controles actuales de las causas, ellas permitirán prevenir las causas y sus consecuencias.

### 6. Determinación de los índices de evaluación

Los índices que se utilizan para la evaluación de cada modo de fallo son por su gravedad, frecuencia y detección, estos valores serán identificados por el equipo AMFE, los números enteros, entre 1 a 10, de acuerdo a los siguientes criterios:

Tabla 2 Criterio de valorización de la gravedad de fallos

<b>Gravedad</b>	<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Remota	El modo de fallo es muy leve, imperceptible por el cliente.	1
Escasa	El modo de fallo es bajo, tiene poca importancia, menor molestias al cliente, fácil de solucionar.	2
		3
Baja	El modo de fallo es detectado por el cliente, produce	4
	descontento.	5
Moderada	El modo de fallo afecta relativamente al cliente, genera	6
	insatisfacción.	7

Elevada	El modo de fallo es de gravedad, ocasiona un grado moderado de insatisfacción, y reproceso.	8
Muy elevada	Modo de fallo es crítico, genera problemas graves para el cliente, tanto de seguridad o de no conformidades.	9
		10

Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010)

Gravedad de fallo, está comprometida con los efectos del modo de fallo, la evaluación de la gravedad de fallo está relacionada a los niveles de las consecuencias de dichos fallos, percibidas por el cliente o al costo del proceso si el resultado es entre 9 o 10, es crítica y deberá incluirse en las acciones correctoras.

Tabla 3 Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia

Gravedad	Criterio	Valor
Remota	No existe fallos anteriormente o inexistente.	1
Escasa	Pocos fallos aislados anteriormente.	2
		3
Baja	El fallo apareció ocasionalmente en el pasado.	4
		5
Moderada	El fallo se ha presentado algunas veces en el pasado de manera leve	6
		7
Elevada	El fallo se ha presentado de manera muy frecuentemente anteriormente.	8
		9
Muy elevada	Los fallos son críticos, se presenta todo el tiempo.	10

Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010)

La frecuencia, está relacionada a las probabilidades de las ocurrencias de las causas, su valoración se da en base a datos estadísticos o matemáticos de este tipo.

Tabla 4 Criterio de valorización del índice de no detección

Gravedad	Criterio	Valor
Muy escasa	La falla del proceso no es detectada por los controles.	1
Escasa	La falla del proceso es detectada de manera superficial, no está reflejada en los controles.	2
		3

Moderada	La falla del proceso es regularmente detectable pero no llega al cliente.	4
		5
Frecuente	La falla del proceso es difícil de detectar con relativa frecuencia, el cliente lo percibe.	6
		7
Elevada	La falla del proceso es difícil de detectarlo por los controles actuales.	8
		9
Muy elevada	La falla del proceso no es detectado y es percibido de manera elevada por el cliente.	10

Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010)

La detectabilidad, es la probabilidad de las detecciones de todas las causas de los fallos, difíciles de detectar, pero con gran impacto en la satisfacción del cliente, se evaluará los controles para detectar las causas del modo del fallo, si el resultado es menor la capacidad de detección será mayor el índice de detectabilidad

#### 7. Resultado del índice de prioridad de riesgo (IPR)

El resultado del IPR del AMFE, es la relación de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, se utilizará priorizar las causas potenciales de fallo y realizar acciones correctoras.

$$IPR = F \times G \times D$$

#### 8. Elaboración del AMFE

Las dimensiones que consideran los autores citados son relacionadas con la metodología AMFE (análisis modal de fallas y efectos):

#### **Modo de fallas por materiales**

Según Gutiérrez (2014) hace mención que la calidad es la ausencia de deficiencias en las características de un producto que satisfacen una necesidad. Se puede indicar que los modos de fallas por materiales en la línea de producción comprenden al no cumplimiento de las características requeridas estipuladas en sus especificaciones técnicas del producto que garanticen su uso en el proceso productivo con normalidad y no genere observaciones o defectos en el producto terminado. (p. 135).

$$Fm = \frac{\#fm}{n}$$

Fuente: Gutiérrez (2014)

En donde:

Fm: Falla por materiales

#fm: Número de fallas por materiales

n: Total de fallas reportadas

### **Modo de fallas por máquina**

Para el autor Cuatrecasas (2010) mencionan que: las pérdidas por averías, errores o fallos del equipo provocan tiempos muertos del proceso por paro total del mismo debido a problemas que impiden su buen funcionamiento. Los modos de falla por máquina están presentes dentro del proceso productivo, debido a los mantenimientos correctivos no programados que ocasionan retrasos e impiden el cumplimiento de plan de producción. (p. 66).

$$FM = \frac{\#FM}{n}$$

Fuente: Cuatrecasas (2010)

FM: Falla por máquina

#FM: Número de fallas por máquina

n: Total de fallas reportadas

### **1.3.2 Variable Dependiente: Productividad**

Según Cruelles (2012), menciona que: Productividad es el índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla. (p. 10).

Koontz y Weihrich (2004) Las compañías de éxito generan un superávit a través de sus operaciones productivas. Aunque aún no se obtiene consenso sobre el significado preciso del término productividad, definámoslo como la relación productos-insumos en un periodo



especifico con la debida consideración de la calidad. Esto puede expresarse de la siguiente manera:

Productividad = productos / insumos (en un periodo específico y considerando la calidad)

Esta fórmula indica que la productividad puede elevarse 1) incrementando los productos con los mismos insumos, 2) reduciendo los insumos pero manteniendo los mismos productos o 3) incrementando los productos y reduciendo los insumos para obtener un cambio favorable en la relación entre ellos.

La productividad implica eficacia y eficiencia en el desempeño individual y organizacional.

La **eficacia** es el cumplimiento de objetivos.

La **eficiencia** es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos. (p. 14)

Fernández (2013) indica que: La productividad, sin duda, está íntimamente ligada con una mejora empresarial y con la calidad, ya que a mayor productividad y calidad mayor será la eficiencia del proceso y este aumento permitirá obtener unos precios más competitivos y, por tanto, nuevos clientes.

Esta productividad se logra y mejora organizando y gestionando adecuadamente todos los procesos de la empresa, en la línea de lo que se denomina Gestion de la Calidad Total o TQM, e implantarla de forma correcta y adecuada. Como se ha indicado cuando se habla de calidad tenemos que prestar atención a los clientes clase propios de cualquier empresa:

- Al cliente final que paga por nuestros productos.
- A la sociedad en su conjunto mediante la gestión medioambiental.
- A sus propios trabajadores mediante la gestión de la prevención de los riesgos laborales. (p. 10-11)

Galindo y Viridiana (2015) propone que: La productividad es una medida de que tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo. (p. 2)

Céspedes, Lavado y Ramírez (2016) indica que: La productividad es una medida de la eficiencia en el uso de los factores en el proceso productivo. Si una economía produce con un único factor, como el trabajo, la productividad puede entenderse como la cantidad de producto por unidad de trabajo, comúnmente denominada “productividad laboral”. Según esta definición, un trabajador con mayor productividad producirá más unidades del producto. Cuando la economía es más compleja y tiene más factores de producción (como el capital y el trabajo), se utiliza un indicador más complejo conocido como la productividad total de factores (PTF), término que resume la capacidad (o eficiencia) que tienen estos dos factores de producir bienes y servicios de manera combinada. (p. 21)

Ante el tema de productividad, muchos autores dan su punto de vista referente a este tema, indicando que guarda relación con la eficiencia y eficacia.

### **Eficiencia**

Ganga et al., (2014) propone que: En definitiva, se podría decir que una organización es eficiente, cuando se logran los propósitos trazados, al menor costo posible y en el menor tiempo, sin malgastar recursos y con el máximo nivel de calidad factible. (2) Cabe hacer notar, empero, los equilibrios posibles de alcanzar tienen relación con la dotación de recursos y posibilidades. En este sentido, pensando en el ámbito de las universidades, especialmente de las regionales, distanciadas de las grandes aglomeraciones metropolitanas, en contextos caracterizados por disparidades territoriales y profundas desigualdades, cabe la prudencia al momento de aplicar estos conceptos. (p. 131)

$$Eficiencia = \frac{H - H Real}{H - H Programada} \times 100\%$$

Fuente: Ganga et al. (2014)

### **Eficacia**

Según Pérez (2010): “Es el grado de contribución en el desempeño de los objetivos de las actividades, operaciones y/o procesos de la empresa o de un proyecto determinado. Y si se habla de una acción en particular, es eficaz si es que se cumple con su finalidad correspondiente” (p.157).

$$Eficacia = \frac{\# \text{ unidades producidas}}{\# \text{ unidades programadas}} \times 100\%$$

Fuente: Pérez (2010)

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿En qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementará la productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

¿En qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementará la eficacia en la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018?

¿En qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementará la eficiencia en la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

Según los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen a la justificación del estudio como: “Además de los objetivos y las preguntas de investigación, es necesario justificar el estudio mediante la exposición de sus razones (el para qué del estudio o por qué debe efectuarse). La mayoría de las investigaciones se ejecutan con un propósito definido, pues no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización.” (p. 40).

### **1.5.1 Justificación Teórica**

Esta investigación se realizó para poner en cuenta la práctica de las bases teóricas y científicas del método AMFE, identificando los fallos tanto por maquina como por materiales para incrementar la productividad en el área de pistoleado, para así poder proponer soluciones en la problemática planteada en esta investigación.

Según Bernal (2010) hace mención que: “la justificación teórica hay cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debatir sobre los conocimientos y resultados obtenidos durante la investigación.” (p. 106).

Journal of Engineering, Project, and Production Management (2018), menciona que:

Esto es un proceso paso a paso y sistemático para identificar fracasos potenciales antes de que ellos ocurran, con el objetivo de eliminar o reducir al mínimo el riesgo asociado con los fracasos identificados (Mhetre et al, 2012; Ambekar et al., 2013). Carl S. Carlson (2012) también articuló un consejo que FMEA debería ser la guía al desarrollo de un juego completo de las acciones que reducirán el riesgo asociado con el sistema, el subsistema, y el componente o el proceso de fabricación/asamblea a un nivel aceptable. (p. 40).

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

El estudio de esta investigación tendrá como principal motivo aplicar los métodos, herramientas y técnicas que logran que el problema en mención pueda tener una cantidad de posibles soluciones.

Bernal también hace una referencia referente a la justificación metodológica, en este caso menciona que: “se genera la justificación metodológica cuando el proyecto de investigación va a crear algún método nuevo para generar nuevas ideas para implantar.” (p. 107).

Academy of Strategic Management Journal (2017) propone que:

La tarea de calidad que se mejora puede ser alcanzada sólo si todas las esferas de producción y la actividad económica de empresas están implicadas en su solución; y si los especialistas de la empresa tienen el conocimiento relevante en el campo de dirección de calidad. Al principio, dieron a un impulso fuerte de adquirir el conocimiento en el campo de calidad, así como crear sistemas de dirección de calidad en empresas, a empresas domésticas en 1987 por la ISO internacional 9000 normas de serie, que describen los modelos de dirección de calidad para las empresas de cualquier campo de actividad (Khorasani & Almasifard, 2017). (p. 1).

### **1.5.3 Justificación Económica**

Esta investigación permitirá la reducción de costos y gastos por productos fallados, independientemente fuera de las causas que lo generen, además demostrará que la empresa sea rentable y económicamente estable.

Ramdass y Nemavhola (2018) propone que:

El concepto de "relación calidad-precio" es un concepto relacionado con el mercado que se utiliza para rendición de cuentas, eficiencia y efectividad mejoradas, así como competitividad (Harvey y Knight, 1996). Los juicios en relación con la eficiencia y la efectividad incluyen la respuesta del mercado laboral, así como las implicaciones de costos. (p. 236)

International Journal of Production Research (2014)

La literatura indica que la innovación empresarial mejora el desempeño financiero de una empresa. Por ejemplo, Sako (2012) sugirió que formas novedosas de organizar el trabajo, cambios en el comportamiento de gestión o estrategias comerciales, formas mejoradas organización o nuevas configuraciones de estructuras organizativas son fundamentales para permitir el éxito empresarial y aumentar rendimiento financiero. (p. 891)

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

**HG1:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

### **1.6.2 Hipótesis Específicos**

**HE1:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente eficacia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

**HE2:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la eficiencia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

**OG1:** Determinar en qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementa la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

**OE1:** Determinar en qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementa la eficacia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

**OE2:** Determinar en qué medida la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado incrementa la eficiencia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de la investigación

Según el tipo de investigación, es **aplicada**, ya que, como lo menciona Baena (2014):

La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. La investigación aplicada puede aportar hechos nuevos, si proyectamos suficientemente bien nuestra investigación aplicada, de modo que podamos confiar en los hechos puestos al descubierto, la nueva información puede ser útil y estimable para la teoría. La investigación aplicada, por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad y hombres. (p. 11).

Esta investigación es aplicada porque adapta las bases teóricas del método AMFE para dar incrementar la productividad en la empresa en donde se desarrolla esta investigación.

Según por el nivel de profundidad del estudio, esta investigación es **explicativa**, porque tal y como lo menciona Carrasco (2006): “en este nivel el investigador conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen o han condicionado la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno en estudio”. (p. 42). Tal y como lo menciona el autor, con ayuda de diagramas tales como Ishikawa y Pareto de determinaron las causas ante la problemática.

El diseño de la investigación del presente trabajo es **experimental**, ya que, tal y como lo menciona Bernal (2010): “La investigación experimental se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis”. (p. 117). Ante esto, se desea conocer los efectos que tiene el método AMFE (variable independiente) para incrementar la productividad (variable dependiente) en la empresa en mención.

Según el grado de control de variables intervinientes esta investigación es **cuasi experimental**, según Valderrama (2002) indica que: “los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes”. (p. 65). Se manipulará la variable independiente (método AMFE) para comprobar que efecto tiene con la variable dependiente (productividad).



Este mismo autor menciona que este tipo de diseños cuasi experimentales constan con un diseño con pre prueba y pos prueba con grupo de control no aleatorio, “la aleatorización no es factible, por lo que se procurará emplear grupos al inicio del estudio”. (p. 66).

<b>Grupo</b>	<b>Pre prueba</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Pos prueba</b>
E	Y <sub>1</sub>	X	Y <sub>2</sub>
C	Y <sub>1</sub>	-	Y <sub>2</sub>

## **2.2 Variables, operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

**Variable Independiente:** Aplicación del AMFE para incrementar la productividad en el área de pistoleado.

**Variable Dependiente:** Productividad del área del pistoleado de la empresa Industrias Katroc S.A.C.

### **2.2.2 Operacionalización de las variables**

- **Variable Independiente: Método AMFE**

Camisón, Cruz y Gonzáles (2006) El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una herramienta de prevención que permite identificar los posibles fallos de un producto o proceso, bien sea nuevo o ya existente, determinando sus causas. (p. 1302).

- **Variable Dependiente: Productividad**

Cruelles (2012) Productividad es el índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla. (p. 10).

Tabla 5 Matriz de operacionalización

Aplicación del método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C. Santa Anita - 2018									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Método AMFE	Camisón, Cruz y Gonzáles (2006) El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una herramienta de prevención que permite identificar los posibles fallos de un producto o proceso, bien sea nuevo o ya existente, determinando sus causas. (p. 1302).	Engloba aspectos tales como: fallas por materiales y fallas por máquina.	Modo de fallas por materiales	% modo de fallas por materiales	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$Fm = \frac{\#fm}{n}$
			Modo de fallas por máquina	% modo de fallas por máquina	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$FM = \frac{\#FM}{n}$
Productividad	Cruelles (2012) Productividad es el índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla. (p. 10).	Es fundamental para que una empresa crezca cumpliendo las necesidades de los clientes.	Eficiencia	Unidades producidas	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$\frac{H - H Real}{H - H Prog} \times 100\%$
			Eficacia	Horas Hombre	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$\frac{\# unidades prod}{\# unidades prog} \times 100\%$

Fuente: Elaboración propia

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

Según Niño (2011) indica que: “cuando se trata de especificar el objeto de estudio, es necesario partir de la identificación de la población que se va a estudiar, constituida por una totalidad de *unidades*, vale decir, por todos aquellos elementos [...] que pueden conformar el ámbito de una investigación”. (p. 55). Cabe resaltar que para esta investigación, La población está conformada por la totalidad de unidades en el área de pistoleado que laboran en la empresa Industrias Katroc S.A.C. Con una prioridad a lo largo de 32 semanas (4 meses antes y 4 meses después)

### **2.3.2 Muestra**

El autor Niño (2011) también define a la muestra como “una porción de un colectivo o de una población determinada, que se selecciona con el fin de estudiar o medir las propiedades que caracterizan a la totalidad de dicha población”. (p. 55).

#### **2.3.2.1 Muestreo por conveniencia**

Para los autores Del Cid, Méndez y Sandoval (2011) “es el muestreo en el cual el investigador selecciona a la muestra de acuerdo con su conveniencia” (p, 91). En este caso, en esta investigación la población y la muestra constan del mismo número, que en este caso son la totalidad de unidades de la empresa Industrias Katroc S.A.C.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para Fidias (2012) “entiende por técnica de investigación al procedimiento o forma de obtener datos o información, mientras que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (p. 67 – 68).

Para poder tener un registro de la situación de la empresa en relación a la problemática se procederá a realizar la técnica de **observación directa** para evaluar el trabajo de los operarios e identificar las fallas que ocurren. Ahora, para poder almacenar este tipo de datos es necesario de un instrumento que se adecue al método de trabajo, en este caso se utilizará una ficha de **recolección de datos**.

### **Confiabilidad del instrumento**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) manifiestan que: “La confiabilidad “es un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo

individuo y objeto produce resultados iguales”. (p. 200). En esta investigación se usan datos y fuentes de la empresa Industrias Katroc S.A.C., para ellos se tuvo el apoyo de los supervisores a cargo y de los propios trabajadores de la empresa.

### **Validez del instrumento**

Según Bautista (2009) indica que: “la validación del instrumento se refiere al grado de que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”. (p. 45). Para esta investigación se utilizó el juicio de expertos como instrumento para dar validez a los instrumentos que ayudarán a la aplicación de las variables.

Tabla 6 Validez de instrumento por juicio de expertos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo 2018

<i>Experto</i>	<i>Grado</i>	<i>Resultado</i>
Javier Francisco Panta Salazar	Doctor	Aplicable
Marco Antonio Meza Velásquez	Magister	Aplicable
Carlos Santos Esparza	Magister	Aplicable

Fuente: Elaboración propia

### **2.5 Métodos de análisis de datos**

Los datos obtenidos por los instrumentos se ubicaran en un programa de base de datos, SPSS v. 20 en la cual se centrará en el análisis descriptivo en la que se va a comparar tanto el Pre como el Post Test. Para el análisis inferencial se empleará la prueba de Shapiro Wilk, según Guisande, Vaamonde y Barreiro (2013) “esta prueba es la más recomendable para testar la normalidad de una muestra, sobre todo si se trabaja con un número pequeño de datos ( $n < 30$ )”. (p. 56). Con ayuda de esta prueba, nos determinará si la variable dependiente (productividad) y sus dimensiones (eficiencia y eficacia) tienen una distribución normal o una distribución no normal, para luego dar pase a la siguiente prueba que ayudará con la constatación de las hipótesis planteadas.

Si la prueba de normalidad tiene una distribución normal, se continúa con la prueba de T-Student. Según Tomás (2009) menciona que: “la prueba T-Student se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que la muestra procede de una población en la que la media de X es igual a una determinada constante m”. (p. 89). Con esta prueba se desarrollará la

prueba de hipótesis, y así determinar si se acepta la hipótesis alterna (planteada por el investigador) o aceptar la hipótesis nula.

Si la prueba de normalidad tiene una distribución no normal, se realiza con la prueba de Wilcoxon. Al igual que la prueba T – Student, ayudará a determinar si se va a aceptar la hipótesis alterna (planteada por el investigador) o aceptar la hipótesis nula.

## **2.6 Aspectos éticos**

En esta investigación se tomó en consideración el respeto hacia los autores citados utilizando la respectiva norma internacional, además, con el apoyo de la empresa Industrias Katroc S.A.C., se pudo hacer uso de los datos para el desarrollo de la investigación, controlando que no se alterara ninguna información para tener una referencia clara de la empresa.

### **III. RESULTADOS**

### **3.1 Diagnóstico y desarrollo de la metodología y su mejora**

#### **3.1.1 Diagnóstico del Pre – Test**

La empresa Industrias Katroc S.A.C., que cuenta con 11 años en el mercado, es una pequeña empresa dedicada a la fabricación de bebidas gasificadas tales como Ginger Ale, Agua Tónica, Energizantes, entre otros más productos. Dicha empresa cuenta con un déficit en el control del producto terminado para la satisfacción del cliente final. En cuanto al área en el cual se está enfocando esta investigación, el área de pistoleado cuenta con 4 trabajadores y como maquinaria cuenta con pistolas de calor.

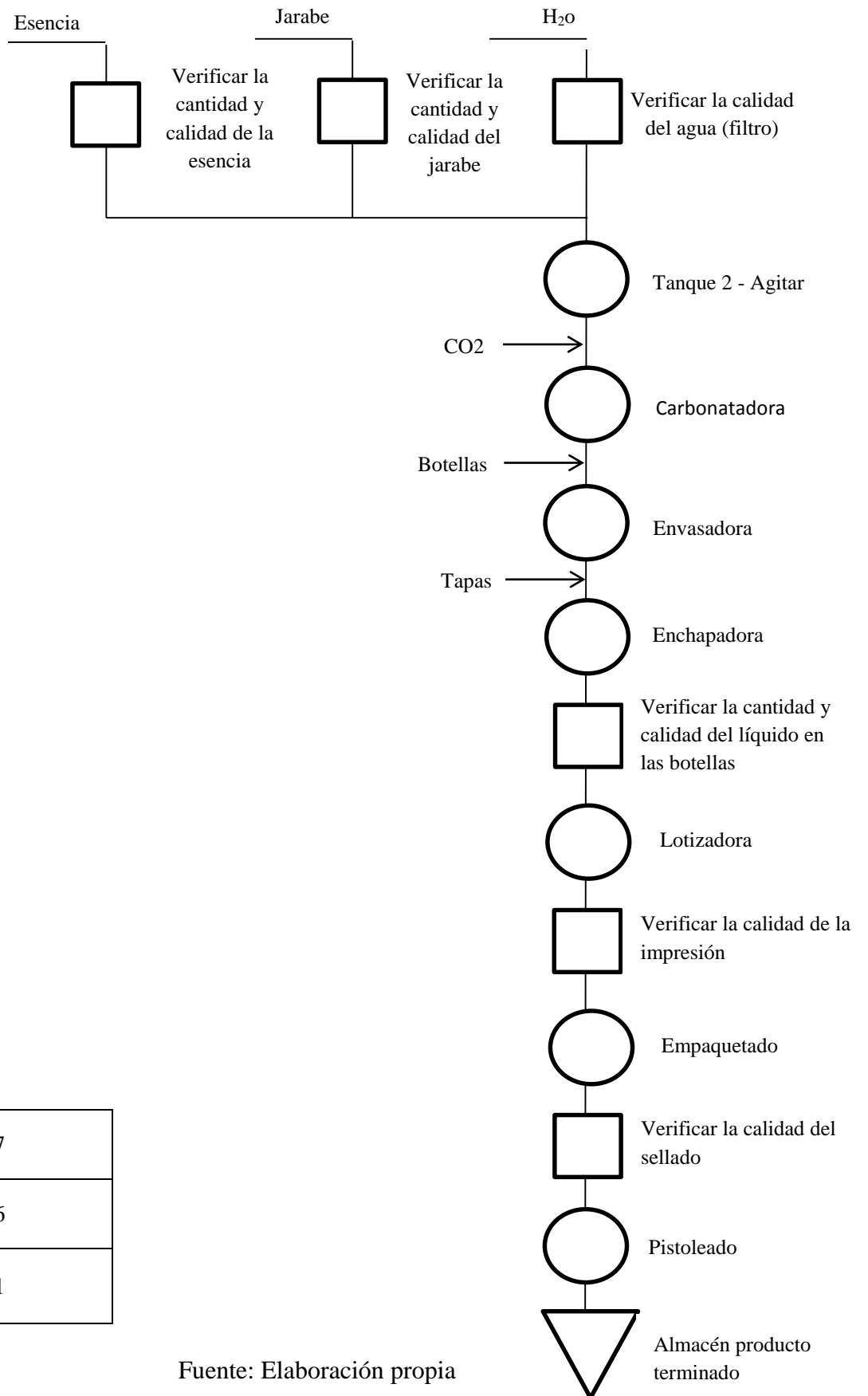
El proceso para el pistoleado comienza desde el armado del paquete en bolsas del tamaño adecuado para cada producto, mayormente estos paquetes son de 8 botellas, luego pasa a colocarse en un área cercana al piso para que los trabajadores de dicha área vayan y lo lleven hasta la mesa en donde se realiza el pistoleado adecuado.

Con ayuda de pistolas de calor, se comienza con el pistoleado del paquete, una vez culminado el paquete pasa a colocarse una etiqueta, esta etiqueta contiene un código de barras, luego el paquete terminado es verificado para que no haya ninguna falla o algún inconveniente, al finalizar se lleva hacia el almacén donde se coloca en el palet respectivo para el armado de dicho palet y contabilizarse.

Al momento de trasladar los paquetes hacia los palets, se realiza el respectivo control de estos mismos, durante este proceso de control se presentan algunas fallas tales como defectos en los paquetes, etiquetas quemadas, fallas en las botellas y fallas en las tapas. Estas fallas pueden suceder por motivo del propio material o por la máquina misma.

A través de un DOP se identificará el diagnóstico del proceso antes de la implantación del método AMFE.

Figura 3 Diagrama de Operaciones del Proceso de Elaboración de Bebidas Gasificadas



LEYENDA

○	7
□	6
▽	1

Fuente: Elaboración propia



### **Variable Independiente: Método AMFE**

Los distintos fallos que se presentan en el área de pistoleado conllevan un efecto, por ende, para identificar la causa por la cual se produce dichas fallas se utilizan herramientas como ejemplo el método AMFE, el cual, con la ayuda de esta herramienta permitirá prevenir futuros fallos en el producto, además, esta herramienta permite que se trabaje en equipo con especialistas en el proceso respectivo.

Tabla 7 Método AMFE

Nombre del Sistema (Título):		PR-AMFE-001			Fecha AMFE:		Feb-18		
Responsable (Dpto. / Área):		Producción/Pistoleado			Fecha Revisión		Mar-18		
Responsable de AMFE (persona):		Ing.							
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Control actual del proceso	G gravedad	O ocurrencia	D detección	IPR inicial	Acciones recomend.
								(G*O*D)	
Pistoleado de los paquetes de botellas	Botellas defectuosas	Envasado no conforme	Pico de botella con diámetro distinto y/o fallas en su fabricación	Inspección	6	6	4	<b>144</b>	Devolución de las botellas
	Tapas defectuosas	Tapado no conforme	Tapas con diámetro distinto y/o mal enchapado de la máquina	Inspección	6	6	4	<b>144</b>	Devolución de las tapas
	Etiquetas quemadas o mal puestas	Etiquetado no conforme	Mal etiquetado por parte del personal y/o defectos en las etiquetas en su fabricación	Inspección	4	6	5	<b>120</b>	Control de fallas de etiquetas
	Envoltorio con defectos	Envoltorio mal colocado	Defectos en su fabricación y/o defectos por parte del personal	Inspección	3	6	3	<b>54</b>	Colocar en superficie liso
	Falla en las pistolas de calor	Pistolas con déficit de uso	Falta de calibración y/o picos de las pistolas deformes	Mantenimiento/Calibración	3	6	3	<b>54</b>	Calibración/cambio del equipo
	Falla en la temperatura de las pistolas	Deficiencia en la temperatura	Falta de calibración	Mantenimiento/Calibración	3	6	3	<b>54</b>	Calibración/cambio del equipo

Fuente: Elaboración propia

## Dimensión 1: Modo de fallas por máquina

Uno de las pocas fallas generadas por máquinas son las disfunciones de las pistolas de calor por la falta de calibración y/o mantenimiento. Estas fallas son identificadas por la calidad de trabajo que generan, los trabajadores pueden reconocer si las pistolas de calor cumplen con su función. A continuación, en la tabla 7 se detallan los tipos de fallas por máquina que se forman en el área de pistoleado.

Tabla 8 Modo de falla por máquina - Pre

<b>Modo de fallas por máquina</b>
Falla en las pistolas de calor
Falla en la temperatura de las pistolas

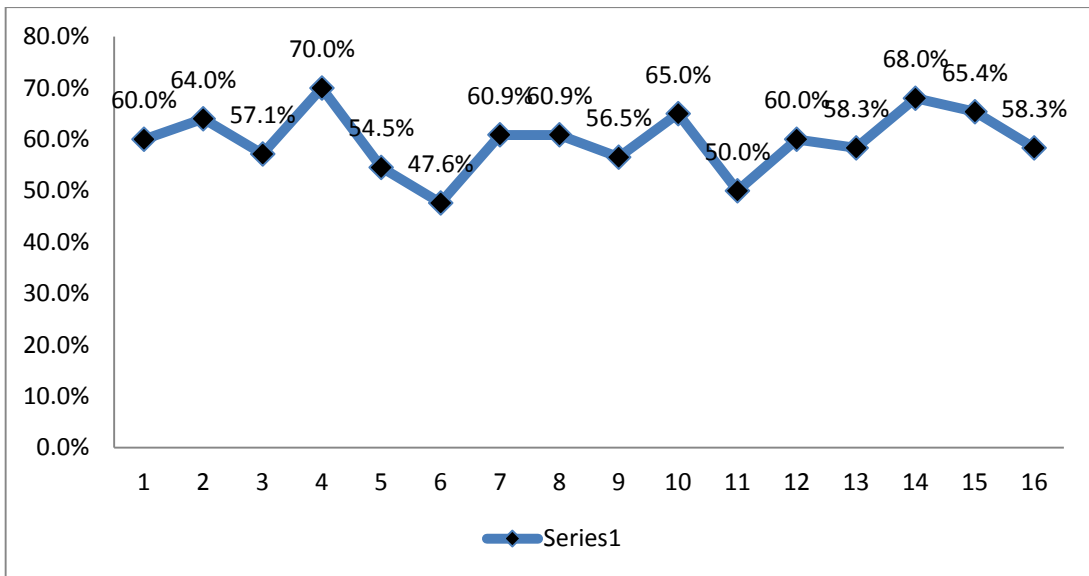
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9 Falla por máquina - Pre

<b>SEMANA</b>	<b>N° FALLAS ENCONTRADAS</b>	<b>N° FALLAS POR MÁQUINA</b>	<b>%</b>
1	25	15	60.0%
2	25	16	64.0%
3	21	12	57.1%
4	20	14	70.0%
5	22	12	54.5%
6	21	10	47.6%
7	23	14	60.9%
8	23	14	60.9%
9	23	13	56.5%
10	20	13	65.0%
11	18	9	50.0%
12	20	12	60.0%
13	24	14	58.3%
14	25	17	68.0%
15	26	17	65.4%
16	24	14	58.3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Fallas por máquina - Pre



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, presenta el total de fallas por máquina identificadas, de las cuales varían entre 47.5% a 70.0%.

**Dimensión 2: Modo de fallas por materiales**

Una de las fallas generadas por materiales son las fallas en botellas o tapas. Estas fallas son identificadas mediante la inspección del propio producto para su posible solución. A continuación, en la tabla 9 se detallan los tipos de fallas por materiales que se forman en el área de pistoleado.

Tabla 10 Modo de fallas por materiales - Pre

<b>Modo de fallas por materiales</b>
Botellas defectuosas
Tapas defectuosas
Etiquetas quemadas o mal colocadas
Envoltorio con defectos

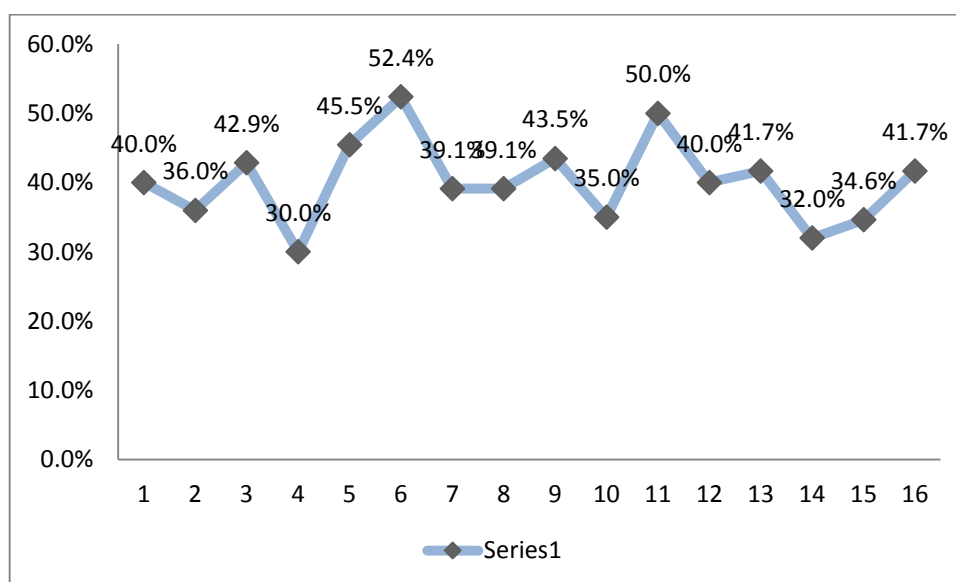
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Fallas por materiales - Pre

SEMANA	N° FALLAS ENCONTRADAS	N° FALLAS POR MATERIALES	%
1	25	10	40.0%
2	25	9	36.0%
3	21	9	42.9%
4	20	6	30.0%
5	22	10	45.5%
6	21	11	52.4%
7	23	9	39.1%
8	23	9	39.1%
9	23	10	43.5%
10	20	7	35.0%
11	18	9	50.0%
12	20	8	40.0%
13	24	10	41.7%
14	25	8	32.0%
15	26	9	34.6%
16	24	10	41.7%

Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Fallas por materiales - Pre



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, presenta el total de fallas por materiales identificadas, de las cuales varían entre 30.0% a 52.4%.

## Variable Dependiente: Productividad

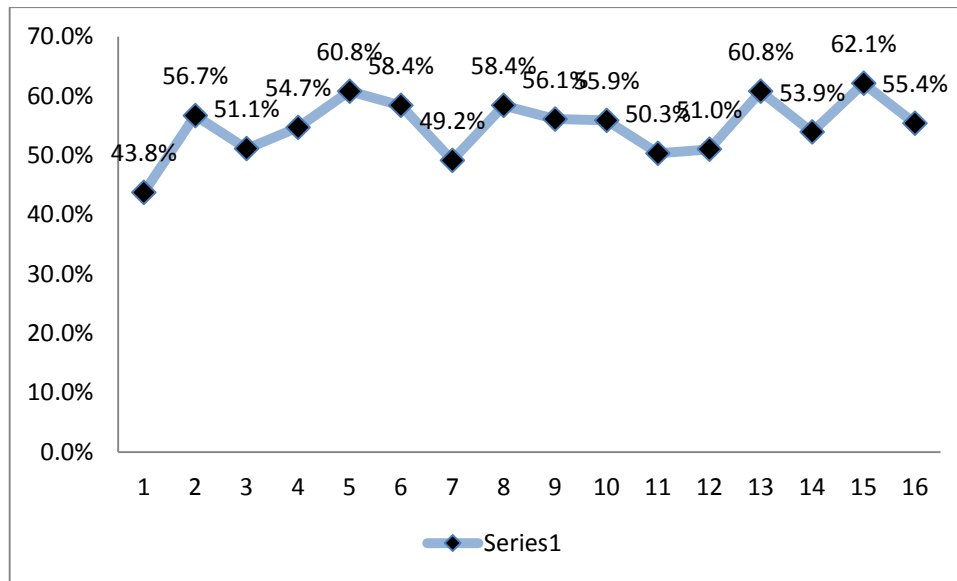
No solo en el área de pistoleado, si no que en toda la línea de producción se encuentran fallas en el producto y/o mermas, por los que estos llevan consigo a que la productividad general disminuya con el tiempo. La causa de estas fallas se debe más que nada por la falta del incumplimiento de la calidad hacia los productos, ya que, el personal a cargo da por alto algunos aspectos y por ende generan la baja productividad que la empresa presenta. A continuación, en la tabla 11 se muestra la productividad obtenido por semana.

Tabla 12 Productividad - Pre

FABRICACIÓN DIARIA			ÍNDICES			
UNIDADES PROGRAMADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	H-H real	H-H estimada	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
11672	8756	48	28	58.3%	75.0%	43.8%
11672	9456	40	28	70.0%	81.0%	56.7%
11672	9378	44	28	63.6%	80.3%	51.1%
11672	9121	40	28	70.0%	78.1%	54.7%
11672	9124	36	28	77.8%	78.2%	60.8%
11672	8765	36	28	77.8%	75.1%	58.4%
11672	9015	44	28	63.6%	77.2%	49.2%
11672	8765	36	28	77.8%	75.1%	58.4%
11672	9354	40	28	70.0%	80.1%	56.1%
11672	9320	40	28	70.0%	79.8%	55.9%
11672	9231	44	28	63.6%	79.1%	50.3%
11672	9356	44	28	63.6%	80.2%	51.0%
11672	9121	36	28	77.8%	78.1%	60.8%
11672	8990	40	28	70.0%	77.0%	53.9%
11672	9321	36	28	77.8%	79.9%	62.1%
11672	9234	40	28	70.0%	79.1%	55.4%

Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Productividad - Pre



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se muestra la productividad por semana durante el proceso de investigación, el promedio que se obtiene es de 54.9%, lo que significa que las fallas generan gran impacto y no se tiene lo que realmente se quiere lograr.

### **Dimensión 1: Eficiencia**

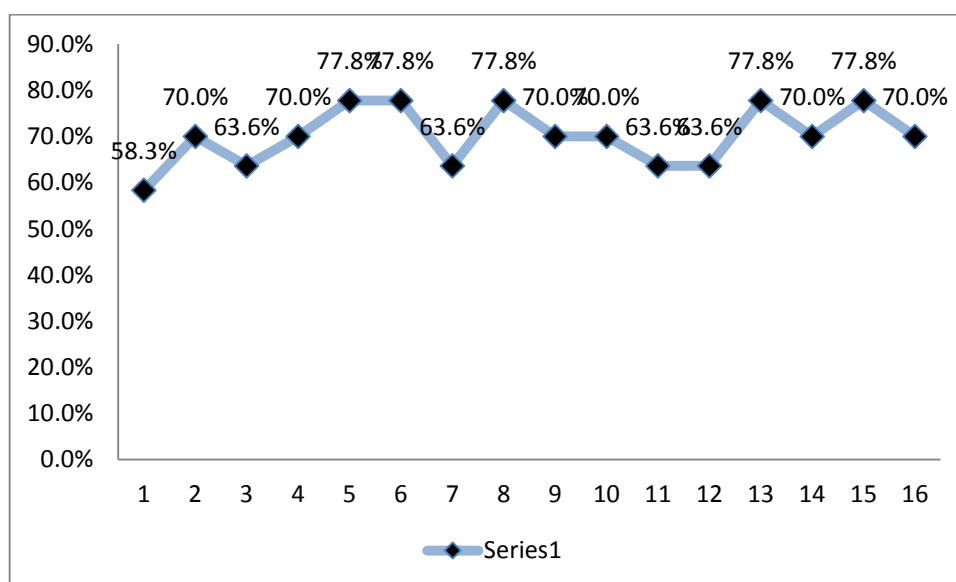
Otro de los motivos por las que ocurren estas fallas es debido a la cantidad de hora que el personal logra desarrollar para lograr terminar con la producción. Comúnmente, el mismo día se producción, se tiene que terminar todo hasta que se arma el palet. Para el pistoleado de los paquetes consta de 7 horas para su desarrollo, no obstante, estas horas se alargan y casi siempre se deja para el día siguiente. A continuación, en la tabla 12, se muestra la cantidad de horas programadas y la cantidad de horas real y, por ende, el valor de la eficiencia como resultado.

Tabla 13 Eficiencia - Pre

Semana	H-H programada	H-H Real	Eficiencia
1	28	48	58.3%
2	28	40	70.0%
3	28	44	63.6%
4	28	40	70.0%
5	28	36	77.8%
6	28	36	77.8%
7	28	44	63.6%
8	28	36	77.8%
9	28	40	70.0%
10	28	40	70.0%
11	28	44	63.6%
12	28	44	63.6%
13	28	36	77.8%
14	28	40	70.0%
15	28	36	77.8%
16	28	40	70.0%

Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Eficiencia - Pre



Fuente: Elaboración propia



En la figura 7, se puede observar que en el área de pistoleado se llega a una eficiencia promedio de 70.1%, esto es debido a la cantidad de horas que el personal del área de pistoleado le dedica para culminar su trabajo.

### **Dimensión 2: Eficacia**

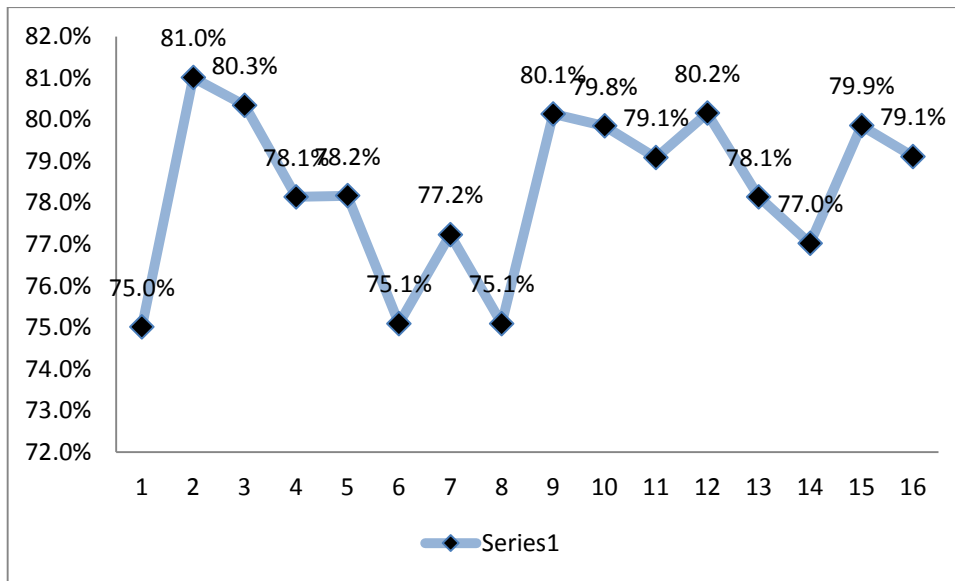
Ante la baja productividad detallada anteriormente, se debe a las mermas que se tiene al momento de terminar la producción y/o al momento de terminar el pistoleado. Fallas tales como botellas defectuosas, tapas defectuosas, etiquetas mal puestas, son consideradas mermas y, esto conlleva a que la producción programada no se llegue, es más, en ocasiones se realiza una sobre producción. En la tabla 13, se muestra la eficacia obtenido durante el periodo de investigación.

Tabla 14 Eficacia - Pre

<b>Semana</b>	<b>Und. programada</b>	<b>Und. Producidas</b>	<b>Eficacia</b>
1	11672	8756	75.0%
2	11672	9456	81.0%
3	11672	9378	80.3%
4	11672	9121	78.1%
5	11672	9124	78.2%
6	11672	8765	75.1%
7	11672	9015	77.2%
8	11672	8765	75.1%
9	11672	9354	80.1%
10	11672	9320	79.8%
11	11672	9231	79.1%
12	11672	9356	80.2%
13	11672	9121	78.1%
14	11672	8990	77.0%
15	11672	9321	79.9%
16	11672	9234	79.1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Eficacia - Pre



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se puede observar que en el área de pistoleado se llega a una eficacia promedio de 78.3%, esto es debido a la cantidad mermas encontradas al momento del pistoleado de los paquetes y/o al momento de llevarlos hacia el almacén.

Los resultados obtenidos en la situación actual de la empresa, demuestran que se tiene que tener mucho más control con respecto al producto, y así, lograr poner mejoras que ayuden a la empresa a crecer, además, de hacer que el cliente final este completamente satisfecho.

### 3.1.2 Propuesta de mejora

Para la propuesta de mejora, se requiere seguir los pasos del método seleccionado, y así lograr obtener mejoras, estos pasos van desde escoger el grupo adecuado para el trabajo, seguidamente de la identificación de las fallas, hasta el monitoreo de las acciones recomendadas por el equipo responsable y su evaluación final. Para ello se realizó un cronograma de actividades para la implementación satisfactoria del instrumento (método AMFE), y así, lograr la reducción de las fallas, como consecuencia de ello, incrementar la productividad de la empresa.

A continuación, se detalla las fases a seguir para el adecuado uso del método AMFE y así lograr que el tratamiento consiga los mejores resultados para la empresa.

1. Se comienza por realizar una reunión con el Jefe del área y Gerente de la empresa para hacerles llegar a conocer el planteamiento del método a realizar en el área para aumentar la productividad de la empresa.
2. Luego de la aceptación por parte del Jefe del área y del Gerente, se prosigue, por escoger al equipo encargado para realizar dicho labor. Esta labor se dificulta porque los practicantes no tienen horarios fijos en la empresa.
3. Ya listo el equipo y las tareas por desarrollar, se procede a la Identificación de los distintos problemas en el área, cada uno de los integrantes acompañado de sus instrumentos de recolección de datos, tienen el deber encontrar los distintos problemas que generen la baja productividad.
4. Una vez listo la identificación de fallas, se prosigue a hacer un listado de estas, reconocer los efectos que tiene al dejarlo por alto, y plantear ideas de solución (lluvia de ideas).
5. Se prosigue por determinar las causas de porque suceden estos problemas, el equipo encargado o la persona encargada debe de poner a prueba su juicio o punto de vista por cada causa de cada problema identificada.
6. Luego, se prosigue por la determinación de los índices de evaluación (detección, ocurrencia y gravedad). Con respecto a la gravedad se relacionada a la consecuencia que se tiene al no solucionar algunos problemas. Con respecto a la frecuencia se relacionada con la cantidad de veces que se dan las causas. Y con respecto a la detección se relaciona con la probabilidad de detectar las causas de las fallas. Para esto, el encargado pone a prueba su juicio crítico para determinar los índices, ya que, los valores a considerar no van a ser las mismas si se compara con otros datos de otros integrantes del equipo de trabajo.
7. Con la puntuación que se le da a los índices de evaluación (detección, ocurrencia y gravedad), el encargado se encarga de obtener el índice de prioridad de riesgo (IPR). Este resultado priorizará las causas y se realizará las acciones correctoras.

8. Con el equipo de trabajo, se procede a ejecutar las acciones correctoras que cada integrante propone mediante una lluvia de ideas.
9. Sigue con el seguimiento de las acciones y que resultados se obtiene al momento de implantarlo.
10. Continuando, el equipo evalúa las mejoras y los resultados, si no con significativas, se procede a optar por otras ideas para conseguir con la mejora que se quiere.
11. Por último, con los datos obtenidos se dispone a realizar charlas hacia los operarios para que se disminuya las fallas y lograr un producto con buena calidad.

Tabla 15 Cronograma de Actividades – Aplicación del Método AMFE

ETAPAS	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4
1. Reunión con el Jefe del área para planteamiento del método	X																															
2. Reunión con el personal a cargo para realizar la tarea		X	X																													
3. Identificación de los distintos problemas			X	X	X	X	X																									
4. Elaborar el listado de fallas/problemas							X																									
5. Determinar el modo de fallo									X																							
6. Determinar los efectos de las fallas										X																						
7. Determinar las causas de las fallas											X																					
8. Identificar la gravedad de las fallas												X																				
9. Identificar la ocurrencia de las fallas													X																			
10. Identificar la detección de las fallas														X																		
11. Indicar los controles que se tiene para detectar fallas y evaluarlas															X																	
12. Obtener el número de prioridad de riesgo de cada fallas y tomar decisiones																X																
13. Ejecutar acciones recomendadas																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
14. Seguimiento de las implementaciones de las acciones recomendadas																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
15. Evaluación de las mejoras																										X	X					
16. Evaluación de resultados																												X	X			

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Impacto de la Mejora

La aplicación del método AMFE permitió la reducción de fallas en los empaques y etiquetas en el área de pistoleado de la empresa Industrias Katroc S.A.C. En la tabla 27, se detallará la reducción de los costos de producción.

Tabla 16 Costos de Pérdida Pre – Post (Bobina de Plástico)

<b>BOBINA DE PLÁSTICO (ROLLO)</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>C. UNIT</b>	<b>C. TOTAL</b>
<b>PRE</b>	6	90\$	540\$
<b>POST</b>	4	90\$	360\$

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 29, se detalla la comparación de los costos tanto de Pre como del Post referente al insumo que más se utiliza en el área de pistoleado (bobina de plástico), en el Pre Test se tuvo un costo de 540\$ mientras que en el Post Test se tuvo un costo de 360\$. Como conclusión, se determina que con la mejora se obtuvo una reducción de 180\$ con respecto al antes y después.

Tabla 17 Costos de Pérdida Pre - Post (Etiquetas)

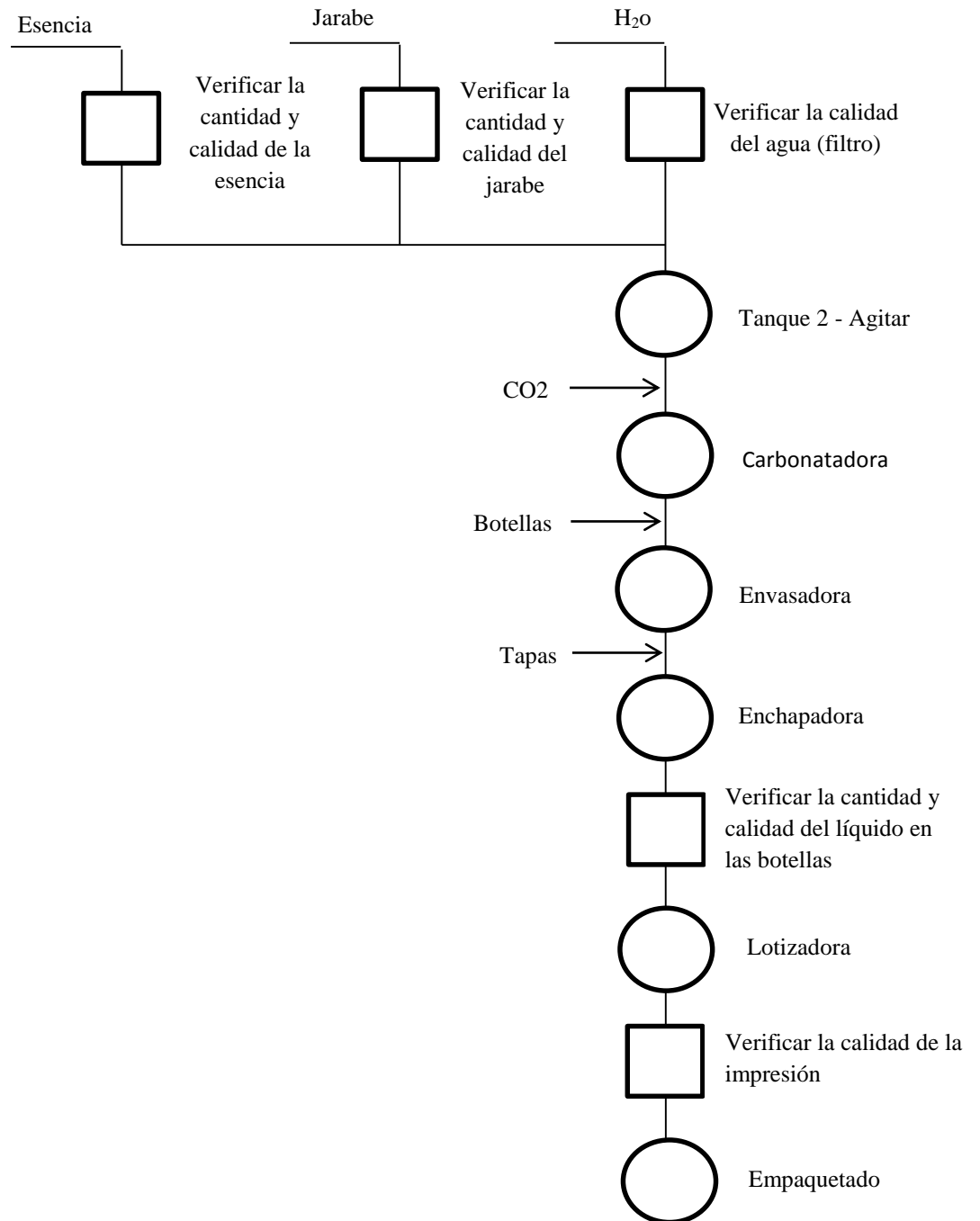
<b>ETIQUETAS (CAJA)</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>C. UNIT</b>	<b>C. TOTAL</b>
<b>PRE</b>	12	S/. 60	S/. 720
<b>POST</b>	8	S/. 60	S/. 480

Elaboración Propia

En la tabla 30, se detalla la comparación de los costos tanto de Pre como del Post referente al segundo insumo que más se utiliza en el área de pistoleado (etiquetas), en el Pre Test se tuvo un costo de S/. 720 mientras que en el Post Test se tuvo un costo de S/. 480. Por consiguiente, se determina que con la mejora se obtuvo una reducción de S/. 240 con respecto al antes y después.

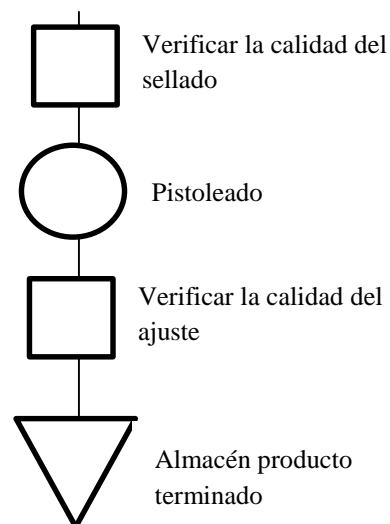
Con la propuesta se logró resultados que mejoran con el producto final, tal y como se muestra en el siguiente DOP mejorado, se optó por realizar una actividad más y así lograr con la finalidad de esta investigación.

Figura 9 Diagrama de Operaciones del Proceso de Elaboración de Bebidas Gasificadas -  
Mejorado



LEYENDA

○	7
□	7
▽	1



Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Estadística Descriptiva

#### Análisis de la Variable Independiente

#### Dimensión 1: Modo de fallas por máquina

Tabla 18 Fallas por máquina Pre - Post

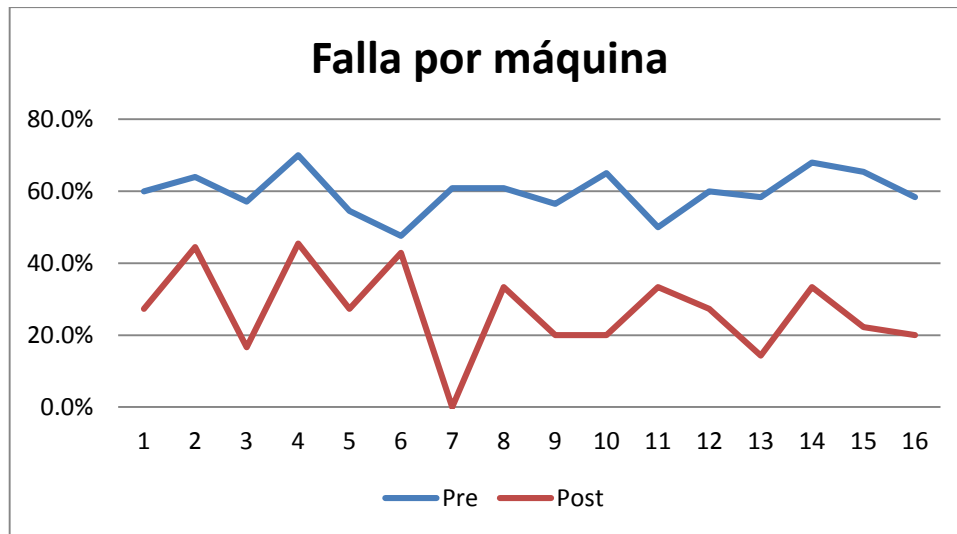
Semana	Fallas por máquina Pre – Test	Fallas por máquina Post - Test
1	60.0%	27%
2	64.0%	44%
3	57.1%	17%
4	70.0%	45%
5	54.5%	27%
6	47.6%	43%
7	60.9%	0%
8	60.9%	33%
9	56.5%	20%
10	65.0%	20%
11	50.0%	33%
12	60.0%	27%
13	58.3%	14%
14	68.0%	33%
15	65.4%	22%
16	58.3%	20%
Promedio	59.8%	27%

	Fallas por máquina – pre	Fallas por máquina - post
<b>Mediana</b>	60.0%	27.3%
<b>Media</b>	59.8%	26.7%
<b>Moda</b>	60.0%	27.3%
<b>Desv. Est.</b>	0.060	0.121

Fuente: Elaboración propia



Figura 10 Fallas por máquina Pre - Post



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Según la figura 10, se comparó las fallas por máquina antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo una reducción de fallas por máquina del 32.8% respecto al antes y después de la investigación.

**Dimensión 2:** Modo de fallas por materiales

Tabla 19 Fallas por materiales Pre - Post

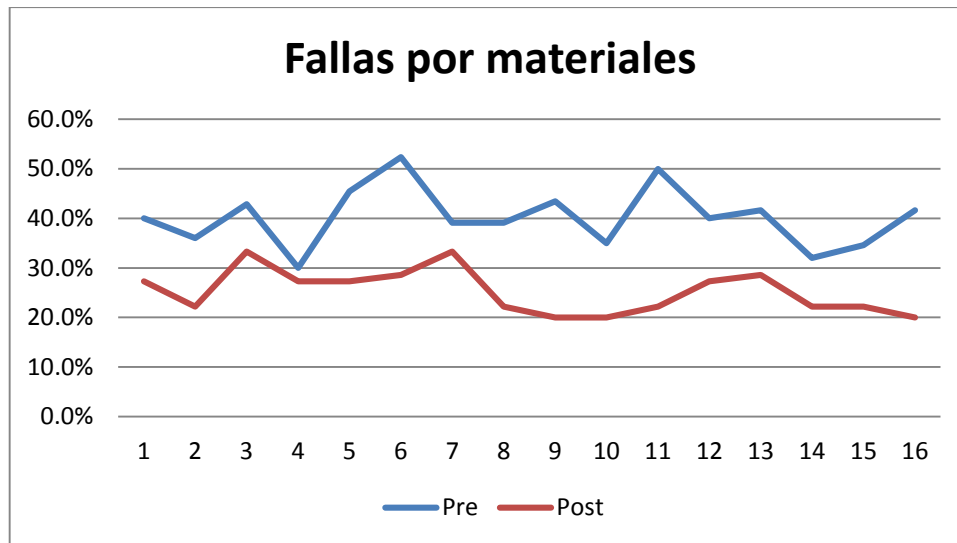
Semana	Fallas por materiales Pre – Test	Fallas por materiales Post - Test
1	40.0%	27%
2	36.0%	22%
3	42.9%	33%
4	30.0%	27%
5	45.5%	27%
6	52.4%	29%
7	39.1%	33%
8	39.1%	22%
9	43.5%	20%
10	35.0%	20%
11	50.0%	22%
12	40.0%	27%
13	41.7%	29%
14	32.0%	22%
15	34.6%	22%
16	41.7%	20%
Promedio	40.2%	25%

	Fallas por materiales - pre	Fallas por materiales - post
<b>Mediana</b>	40.0%	24.7%
<b>Media</b>	40.2%	25.3%
<b>Moda</b>	40.0%	22.2%
<b>Desv. Est.</b>	0.060	0.045

Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Fallas por materiales Pre - Post



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Según la figura 11, se comparó las fallas por materiales antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo una reducción de fallas por material del 15.2% respecto al antes y después de la investigación.

### Análisis de la Variable Dependiente

Tabla 20 Productividad Pre - Post

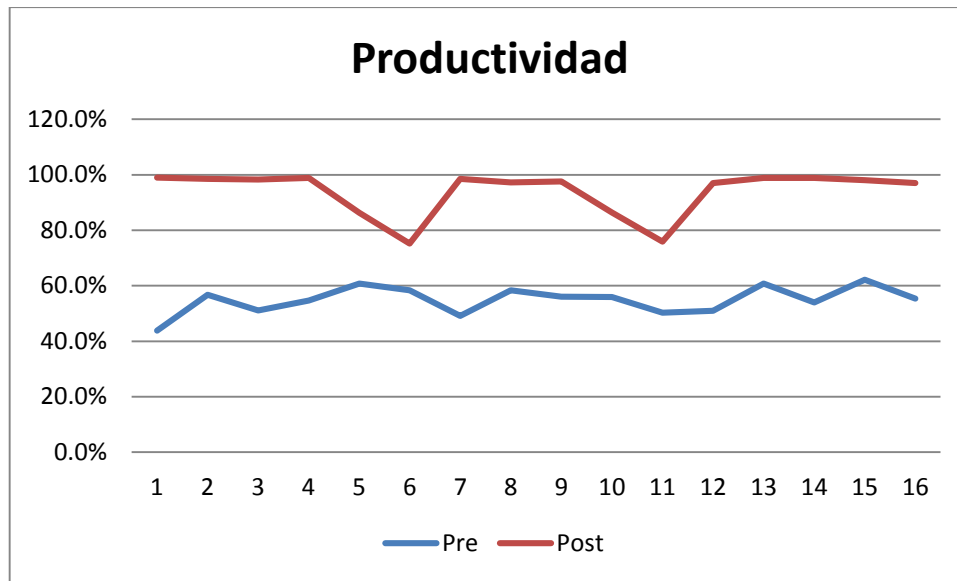
Semana	Productividad Pre - Test	Productividad Post - Test
1	43.8%	99.0%
2	56.7%	98.5%
3	51.1%	98.2%
4	54.7%	98.8%
5	60.8%	86.3%
6	58.4%	75.2%
7	49.2%	98.5%
8	58.4%	97.2%
9	56.1%	97.6%
10	55.9%	86.4%
11	50.3%	75.9%
12	51.0%	97.0%
13	60.8%	98.8%
14	53.9%	98.8%
15	62.1%	98.0%
16	55.4%	97.0%
Promedio	54.9%	93.8%

	Productividad - pre	Productividad - post
<b>Mediana</b>	55.6%	97.8%
<b>Media</b>	54.9%	93.8%
<b>Moda</b>	58.4%	98.8%
<b>Desv. Est.</b>	0.049	0.082

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Productividad Pre - Post



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Según la figura 12, se comparó la productividad antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo una reducción de productividad del 38.9% respecto al antes y después de la investigación.

**Dimensión 1: Eficiencia**

Tabla 21 Eficiencia Pre - Post

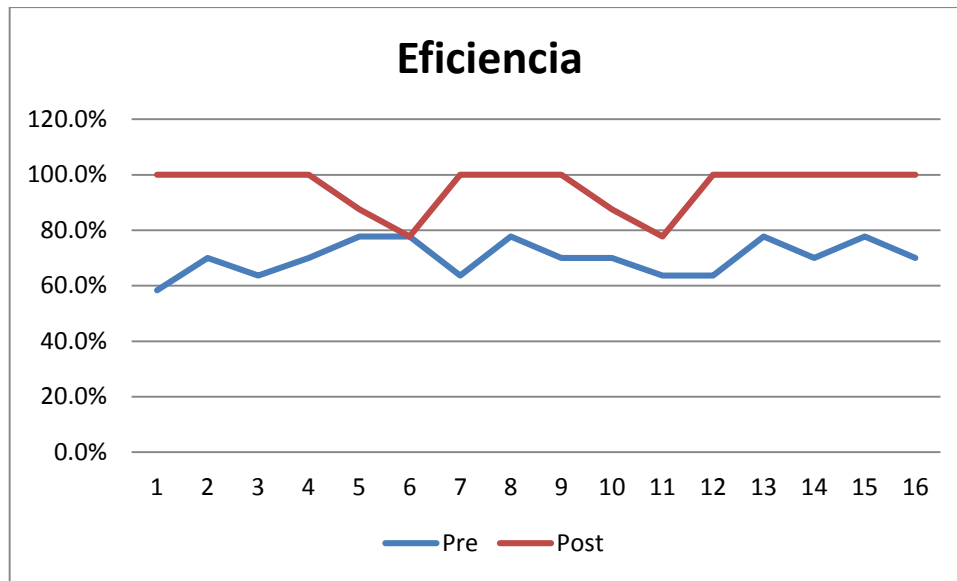
Semana	Eficiencia Pre – Test	Eficiencia Post - Test
1	58.3%	100.0%
2	70.0%	100.0%
3	63.6%	100.0%
4	70.0%	100.0%
5	77.8%	87.5%
6	77.8%	77.8%
7	63.6%	100.0%
8	77.8%	100.0%
9	70.0%	100.0%
10	70.0%	87.5%
11	63.6%	77.8%
12	63.6%	100.0%
13	77.8%	100.0%
14	70.0%	100.0%
15	77.8%	100.0%
16	70.0%	100.0%
Promedio	70.1%	95.7%

	Eficiencia – pre	Eficiencia - post
<b>Mediana</b>	70.0%	100.0%
<b>Media</b>	70.1%	95.7%
<b>Moda</b>	70.0%	100.0%
<b>Desv. Est.</b>	0.063	0.082

Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Eficiencia Pre - Post



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Según la figura 13, se comparó eficiencia antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo una reducción de eficiencia del 25.6% respecto al antes y después de la investigación.

**Dimensión 2: Eficacia**

Tabla 22 Eficacia Pre - Post

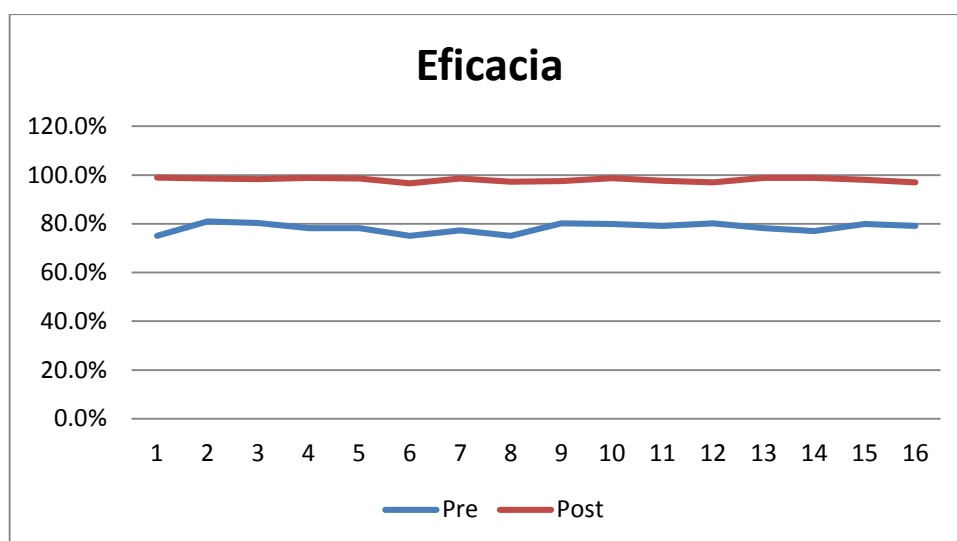
Semana	Eficiencia Pre – Test	Eficiencia Post - Test
1	75.0%	99.0%
2	81.0%	98.5%
3	80.3%	98.2%
4	78.1%	98.8%
5	78.2%	98.6%
6	75.1%	96.6%
7	77.2%	98.5%
8	75.1%	97.2%
9	80.1%	97.6%
10	79.8%	98.7%
11	79.1%	97.6%
12	80.2%	97.0%
13	78.1%	98.8%
14	77.0%	98.8%
15	79.9%	98.0%
16	79.1%	97.0%
Promedio	78.3%	98.1%

	Eficacia – pre	Eficacia - post
<b>Mediana</b>	78.6%	98.4%
<b>Media</b>	78.3%	98.1%
<b>Moda</b>	78.1%	98.8%
<b>Desv. Est.</b>	0.020	0.008

Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Eficacia Pre - Post



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Según la figura 14, se comparó eficacia antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo una reducción de eficacia del 19.8% respecto al antes y después de la investigación.

### 3.4 Análisis Inferencial

#### 3.4.1 Prueba de Normalidad

##### 3.4.1.1 Prueba de Normalidad Productividad

Regla de decisión:

Shapiro-Wilk:  $n < 30$

Kolmogorov-Smirnov:  $n > 30$

Tabla 23 Prueba de Normalidad de Productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	,961	16	,671
Productividad Después	,649	16	,000

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 23, según la regla se escoge Shapiro-Wilk, el SIG de de Productividad Antes (0.671) es  $>$  a 0.05, y el SIG de la Productividad Después es mayor

(0.000) es  $<$  a 0.05. Se puede concluir los datos tienen una distribución normal, por ende, se utilizará la prueba estadística de Wilcoxon.

### 3.4.1.2 Prueba de Normalidad Eficiencia

Regla de decisión:

Shapiro-Wilk:  $n < 30$

Kolmogorov-Smirnov:  $n > 30$

Tabla 24 Prueba de Normalidad de Eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	,868	16	,026
Eficiencia Después	,583	16	,000

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 24, según la regla se escoge Shapiro-Wilk el SIG de Eficiencia Antes (0.026) es  $<$  a 0.05, y el SIG de la Eficiencia Después es mayor (0.000) es  $<$  a 0.05. Se puede concluir que los datos son de tipo Paramétricos, por ende, se utilizará la prueba estadística de Wilcoxon.

### 3.4.1.3 Prueba de Normalidad Eficacia

Regla de decisión:

Shapiro-Wilk:  $n < 30$

Kolmogorov-Smirnov:  $n > 30$

Tabla 25 Prueba de Normalidad de Eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	,902	16	,087
Eficacia Después	,894	16	,065

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 25, según la regla se escoge Shapiro-Wilk el SIG de Eficacia Antes (0.087) es  $>$  a 0.05, y el SIG de la Eficacia Después es mayor (0.065) es  $>$  a 0.05. Se puede concluir que los datos son de tipo Paramétricos, por ende, se utilizará la prueba estadística de T – Student.

### 3.4.2 Prueba de Hipótesis

#### 3.4.2.1 Hipótesis General

**HG1:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

**HG0:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado no mejora significativamente la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 26 Rangos - Hipótesis General

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Productividad Después -	Rangos positivos	16 <sup>b</sup>	8,50	136,00
Productividad Antes	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	16		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27 Estadístico de Contraste - Wilcoxon

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Productividad Después - Productividad Antes
Z	-3,516 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** De la tabla 27, según la regla se detalla que el SIG de la Productividad es de (0,000), por lo tanto, es menor a 0,05, por ende, niega la hipótesis nula y afirma la hipótesis alterna. Con esto queda demostrado que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

#### 3.4.2.2 Hipótesis Específica 1

**HE1:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente eficiencia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

**HE0:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado no mejora significativamente eficiencia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}}$$

$$\mathbf{H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}}$$



Tabla 28 Rangos - Hipótesis Específico 1

		<b>Rangos</b>		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Eficiencia Después - Eficiencia Antes	Rangos positivos	15 <sup>b</sup>	8,00	120,00
	Empates	1 <sup>c</sup>		
	Total	16		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29 Estadísticos de Contraste - Wilcoxon

<b>Estadísticos de contraste<sup>a</sup></b>	
Eficiencia Después - Eficiencia Antes	
Z	-3,427 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,001

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 29, según la regla se detalla que el SIG de la Eficiencia es de (0,001), por lo tanto, es menor a 0,05, por ende, niega la hipótesis nula y afirma la hipótesis alterna. Con esto queda demostrado que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente eficiencia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

### 3.4.2.3 Hipótesis Específica 2

**HE2:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la eficacia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

**HE0:** La aplicación del método AMFE en el área de pistoleado no mejora significativamente la eficacia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 30 Prueba T - Hipótesis Específico 2

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Eficacia Antes	78,331	16	1,9761	,4940
	Eficacia Después	98,056	16	,7823	,1956

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31 Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras relacionadas					
		Diferencias relacionadas	t	gl	Sig. (bilateral)
		95% Intervalo de confianza para la diferencia			
		Superior			
Par 1	Eficacia Antes - Eficacia Después	-18,6060	-37,571	15	,000

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** De la tabla 31, según la regla se detalla que el SIG de la Eficacia tanto antes como después (0,000) es menor a 0,05, por ende, niega la hipótesis nula y afirma la hipótesis alterna. Con esto queda demostrado que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la eficacia de la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018.

## **IV. DISCUSIÓN**

1. De la tabla 18 de la página 64 se muestra una mejora significativa sobre la variable dependiente (productividad), con un aumento del 38.9% con respecto al antes y después de aplicar el método AMFE, esta mejora concuerda con lo que menciona el Merchán (2015) “La aplicación del AMFE permite incrementar la calidad, productividad y satisfacción del cliente, disminuyendo costos de producción”. Asimismo, para los autores Villaseñor y Galindo (2007) “El análisis modal de fallas y efectos FMEA son una técnica estandarizada para evaluar equipos y herramientas durante la fase del ciclo de diseño y producción, para mejorar la seguridad, productividad, confiabilidad y robustez de la máquina”.
2. De la tabla 19 de la página 65 se muestra una mejora significativa sobre la eficiencia del área de pistoleado, con un aumento del 25.6% con respecto al antes y después de la investigación, esta mejora concuerda con lo que menciona Merchán (2015) “Se determinó que la herramienta AMFE es la indicada para controlar y asegurar la eficiencia y calidad de los procesos, esto gracias a que esa herramienta permite la identificación de los modos de fallo para posteriormente evaluarlos y establecer acciones correctivas, con el fin de prevenir o eliminar los mismos. Asimismo, para los autores Liu, Hu & Deng (2018) “esto es una tecnología eficiente y poderosa en la ingeniería y campos de dirección, incluyendo la definición, la identificación, y el quitar defectos sabidos y potenciales, errores, y el riesgo del sistema, el proceso, el diseño así como el servicio”.
3. De la tabla 20 de la página 66 se muestra una mejora significativa sobre la eficacia del área del pistoleado, con un aumento del 19.8% con respecto al antes y después de la investigación, esta mejora concuerda con lo que menciona Fernández (2017) “la aplicación de la herramienta AMEF mejora la productividad en 7.6%, la eficiencia en 3.2% y la eficacia en 4.8% en promedio de medias del antes y del después de la aplicación. Por ello, concluyo que la Aplicación de la herramienta AMEF incrementó la productividad de la línea HC-1 de Yogurt en una empresa Láctea. Asimismo, para los autores Singh et al. (2017) “El análisis FMEA para ser acertado, esta técnica totalmente debería ser puesta en práctica como una parte de sistema de dirección de calidad tanto dentro del desarrollo de producto como procesos. Esto permitirá a empresas racionalizar sus actividades y así reducirá el coste y aumentará la eficacia”.

## **V. CONCLUSIÓN**

### **CONCLUSIÓN 1**

Se concluye que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la productividad en un 38.9% en la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018, hallándose con un  $SIG = 0.000 < 0.05$ , con la prueba de Wilcoxon se validó la hipótesis general, evaluadas en un tiempo de 16 semanas, lo cual se obtuvo la aceptación de la hipótesis alterna.

### **CONCLUSIÓN 2**

Se concluye que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente eficiencia en un 25.6% en la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018, hallándose con un  $SIG = 0.001 < 0.05$ , con la prueba de Wilcoxon se validó la hipótesis específica 1, evaluadas en un tiempo de 16 semanas, lo cual se obtuvo la aceptación de la hipótesis alterna.

### **CONCLUSIÓN 3**

Se concluye que la aplicación del método AMFE en el área de pistoleado mejora significativamente la eficacia en un 19.8% en la empresa Industrias Katroc S.A.C., distrito de Santa Anita en el periodo 2018, hallándose con un  $SIG = 0.000 < 0.05$ , con la prueba de T - Student se validó la hipótesis específica 2, evaluadas en un tiempo de 16 semanas, lo cual se obtuvo la aceptación de la hipótesis alterna.

## **VI. RECOMENDACIONES**

El método AMFE es una de las herramientas que se recomiendan no solo para prevenir fallas en el proceso y/o producto, sino que además, permite mejorar el método de trabajo de una empresa. Este tipo de herramientas permite que al momento de reconocer las causas, se haga una charla con los trabajadores para que lo tengan presente y mejoren en el ámbito profesional.

No dejar por alto las fallas, ya sean de cualquier tipo y de cualquier magnitud, ya que de esto depende que el cliente sea capaz de consumir el producto, generando que la empresa crezca económicamente. Además se recomienda realizar seguimientos y control para dar apoyo al método AMFE.

Con las capacitaciones, el equipo responsable debe identificar las fallas posibles y/o defectos que generan mermas, cuello de botellas o paradas de producción, y las acciones que realicen, mejoraran considerablemente la eficiencia y eficacia teniendo como resultado una mejora en la productividad total de la empresa.



## **VII. REFERENCIAS**

- (2014). The mediator role of learning capability and business innovativeness between total quality management and financial performance. *International Journal of Production Research*, 52(3), 888 – 901.
- (2017). Increasing productivity of complex product of mechanic engineering using modern quality management methods. *Academy of Strategic Management Journal*, 16(4), 1 – 9.
- (2018). Application of Failure Mode Effect Analysis (FEMA) to Reduce Downtime in a Textile Share Company. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 8(1), 40-46.
- Álvarez, A. (2017). Aplicación de un análisis modal de fallos y efectos para la mejora en la seguridad de la utilización de los sistemas automatizados de dispensación de medicamentos. Tesis para optar el grado de doctor, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Baena (2014). Metodología de la investigación. Serie integral por competencias. México: Grupo Editorial Patria.
- Basterfield, H. (2009). Análisis de Modo de Falla y Efecto. (8va ed.). México: Pearson Educación.
- Bautista, M. (2009). Manual de metodología de investigación. (3ra ed.). Venezuela: TALITIP, s.r.l.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. (3ra ed.). Colombia: Pearson Educación.
- Camisón, C., Cruz, S. & Gonzáles, T. (2006). Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. España: Pearson Educación S.A.
- Carrasco, S. (2006). Metodología de la investigación científica. Perú: Editorial San Marcos.
- Céspedes, N., Lavado, P. & Ramírez, N. (2016). PRODUCTIVIDAD EN EL PERÚ: medición, determinantes e implicancias. Perú: Universidad del Pacífico.
- Cuatrecasas, L. (2010). Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE. España: Díaz de Santos.

- Cruelles, J. (2012). Productividad e incentivos. Como hacer que los tiempos de fabricación de cumplan. España: Ediciones Técnicas Maracombo.
- Del Cid, A., Méndez, R. & Sandoval, F. (2011). Investigación. Fundamentos y metodología. México D.F.: Pearson Educación.
- Fernández, A. & Ramírez, L. (2017). Propuesta de un plan de mejoras basado en Gestión por procesos para incrementar la productividad en la empresa Distribuciones A & B. Tesis para título profesional. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Chiclayo, Perú.
- Fernández, R. (2013). La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=8crnCGAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=productividad+en+las+empresas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZu5TB1uDaAhVvkuAKHSWyD3cQ6AEIPDAE#v=onepage&q=productividad%20en%20las%20empresas&f=true>
- Fernández, W. (2017). Aplicación de la herramienta AMEF para mejorar la productividad de la línea HC-1 de yogurt en una empresa láctea, 2017. Tesis para obtener el Título Profesional, Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Fidias, G. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. (6ta ed.). Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- Freivalds, A. & Nievel, B. (2014). Ingeniería Industrial de Nivel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. (13ra ed). México: Editorial Programas Educativas.
- Fuentes, S. (2012). Satisfacción Laboral y su influencia en la productividad (estudio realizado en la delegación de recursos humanos del organismo judicial en la ciudad de Quetzaltenango). Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala.
- Galindo, M. & Viridiana, R. (agosto, 2015). “Productividad” en Serie de Estudios Económicos. México ¿Cómo vamos?, 1, 1 – 9.
- Ganga, F., Cassinelli, A., Piñones, M. & Quiroz, J. (diciembre, 2014). El concepto de eficiencia organizativa: una aproximación a lo universitario, 25, 126 – 150.

- García, P. (2016). Implementación del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en la recepción de la chatarra a producción para incrementar la productividad en el área de acería de Corporación Aceros Arequipa, Lima, 2016. Tesis para obtener título profesional. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Guisande, C., Vaamonde, A. & Barreiro, A. (2013). Tratamiento de datos con R, Estadística y SPSS. Perú: Ediciones Díaz de Santos.
- Gutiérrez, H. (2014). Calidad Total y productividad. (3ra. ed.). México: McGraw Hill.
- Gutiérrez, H. & De la Vara, R. (2013). Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). México.
- Gutiérrez, P. (2014). Calidad y Productividad (4ta ed.). México: McGraw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. (6ta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009). Herramientas para la mejora de la Calidad. Uruguay.
- Izaguirre, J. (2016). Aplicación de herramientas de calidad en una fábrica de refrigeradoras para reducir fallos en el producto final. Tesis para optar el Título Profesional. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Koontz, H. & Weihrich, H. Administración. Una perspectiva global (11va ed.). México, Mc Graw Hill.
- Liu, B., Hu, Y. & Deng, Y. (Abril, 2018). New Failure Mode and Effects Analysis based on D Numbers Downscaling Method. International Journal of Computers Communications & Control. 13(2), 205-220.
- Masache, M. & Armijos, G. (2009). Análisis modal de fallos y efectos en la planta de Cerart de la línea Yapacunchi. Tesis para obtener el Título Profesional. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- Merchán, A. (2015). Análisis modal de fallos y efectos (AMEF), en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC-BOX. Tesis para obtener el Título Profesional, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

- Niño, V. (2011). Metodología de la Investigación. Diseño y ejecución. Colombia: Ediciones de la U.
- Ochoa, K. (2014). Motivación y productividad laboral (estudio realizado en la empresa Municipal Aguas de Xelaju EMAX). Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala.
- Pérez, J. (2010). Gestión por procesos. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=iGrY7tW178IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=iGrY7tW178IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true)
- Ramdass, K. & Nemavhola, F. (enero, 2018). Quality practices: an open distance learning perspective. Turkish Online Journal of Distance Education, 19(1), 234 – 246.
- Singh, J., Singh, H., Kumar, S. & Singh, Y. (2017). Assessment of Failure Mode Effect Analysis in Manufacturing Unit: A Case Study. IUF.
- Tómas, J. (2009). Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=MHgap8IN124C&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=MHgap8IN124C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true)
- Valderrama, S. (2002). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Vílchez, G. & Centurión, R. (junio, 2016). Capacitación en micro y pequeñas empresas de venta de alimentos, bebidas y otros, del A. H Miraflores Alto, Chimbote, 2013. Ciencias Contables y Administrativas. 3(1), 275 – 289.
- Villaseñor, A. & Galindo, E. (2007). FMEA de Proceso/ Análisis del modo y efecto de falla. En: Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing. México: Limusa.
- Yaya, M. (2015). Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) de un proceso productivo en una planta de consumo masivo. Tesis para obtener Título Profesional. Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

## **ANEXOS**

**Anexo 1 Instrumentos de recolección de datos**

Tabla 32 Tabla de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)

Nombre del Sistema (Título):											Fecha AMFE:						
Responsable (Dpto. / Área):											Fecha Revisión						
Responsable de AMFE (persona):																	
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Control actual del proceso	G gravedad	O ocurrencia	D detección	IPR inicial (G*O*D)	Acciones recomend.	Responsable	Acción Tomada	G gravedad	O ocurrencia	D detección	IPR final (G*O*D)		

Fuente: Cossio Lara Bruno Augusto – Repositorio UCV

## INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL MÉTODO AMFE

### FASES:

#### **1. Descripción del proceso**

En esta fase se identificará el proceso de estudio, referidas a cada una de las actividades del proceso, representada a través de un diagrama de operaciones.

#### **2. Enunciación de los modos de fallos potenciales**

Se identificará para cada actividad los modos de fallos potenciales, estos dependerán como propósito la satisfacción y expectativas del cliente, serán medidas a través del tiempo de demora en la atención.

#### **3. Enunciación de los efectos de los fallos potenciales**

Para todos los fallos potenciales de cada fallo se identificará los posibles consecuencias que afecte directamente al cliente del proceso, si dichos fallos tienen varios efectos, se elijaran de ellos los de mayor impacto hacia el cliente, los más graves.

#### **4. Determinar las causas de los modos potenciales de fallos**

Las causas potenciales de los modos de fallo están relacionadas la debilidad del proceso, en base a ello, las consecuencias son el propio modo de fallo, por lo tanto las causas presentan el origen de los incumplimientos específicos del proceso.

#### **5. Enunciación de los controles actuales**

La enunciación de los controles está referida a la detectibilidad de las causas potenciales de los fallos, en esta fase se incluye los controles actuales de las causas, ellas permitirán prevenir las causas y sus consecuencias.

#### **6. Determinación de los índices de evaluación**

Los índices que se utilizan para la evaluación de cada modo de fallo son por su gravedad, frecuencia y detección, estos valores serán identificados por el equipo AMFE, los números enteros, entre 1 a 10.



- Gravedad de fallo, está comprometida con los efectos del modo de fallo, la evaluación de la gravedad de fallo está relacionada a los niveles de las consecuencias de dichos fallos, percibidas por el cliente o al costo del proceso si el resultado es entre 9 o 10, es crítica y deberá incluirse en las acciones correctoras.
- La frecuencia, está relacionada a las probabilidades de las ocurrencias de las causas, su valoración se da en base a datos estadísticos o matemáticos de este tipo.
- La detectabilidad, es la probabilidad de las detecciones de todas las causas de los fallos, difíciles de detectar, pero con gran impacto en la satisfacción del cliente, se evaluará los controles para detectar las causas del modo del fallo, si el resultado es menor la capacidad de detección será mayor el índice de detectabilidad

### **7. Resultado del índice de prioridad de riesgo (IPR)**

El resultado del IPR del AMFE, es la relación de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, se utilizará priorizar las causas potenciales de fallo y realizar acciones correctoras.

$$IPR = F \times G \times D$$

### **8. Elaboración del AMFE**

Tabla 33 Tabla de Productividad


FABRICACIÓN DIARIA				ÍNDICES		
UNIDADES PROGRAMADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	H-H real	H-H estimada	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD

---

Fuente: Cossio Lara Bruno Augusto – Repositorio UCV

## Anexo 2 Certificado de validación de instrumentos 1

Figura 15 Validación de instrumentos 1


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE METODO AMFE**

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: FALLA POR MATERIALES</b>								
1	Falla por materiales $Fm = \frac{\#fm}{n}$	/		/		/		
<b>DIMENSION 2: FALLA POR MÁQUINA</b>								
2	Falla por máquina $FM = \frac{\#FM}{n}$	/		/		/		

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / Items	Si		No		Si		No	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>DIMENSION 1: EFICACIA</b>									
1	$\frac{\# \text{ Unidades Producidas}}{\# \text{ Unidades Programadas}} \times 100\%$	/		/		/			
<b>DIMENSION 2: EFICIENCIA</b>									
2	$\frac{H - H \text{ Reales}}{H - H \text{ Estimadas}} \times 100\%$	/		/		/			


Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador.  / Mg: PANTA SALAZAR JAVIER FRANCISCO    DNI: 02636281

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

...12...de...06...del 2013.


  
 \_\_\_\_\_  
**Firma del Experto Informante.**

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

### Anexo 3 Certificado de validación de instrumentos 2

Figura 16 Validación de instrumentos 2


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE MÉTODO AMFE**

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: FALLA POR MATERIALES</b>								
1	Falla por materiales $Fm = \frac{\#fm}{n}$	/		/		/		
<b>DIMENSION 2: FALLA POR MÁQUINA</b>								
2	Falla por máquina $FM = \frac{\#FM}{n}$	/		/		/		

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / items	Si		No		Si		No	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>DIMENSION 1: EFICACIA</b>									
1	$= \frac{\# \text{ Unidades Producidas}}{\# \text{ Unidades Programadas}} \times 100\%$	/		/		/			
<b>DIMENSION 2: EFICIENCIA</b>									
2	$= \frac{H - H \text{ Reales}}{H - H \text{ Estimadas}} \times 100\%$	/		/		/			


Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. (Mg.) Carla GONZALEZ ESPARZA    DNI: 07187345

Especialidad del validador: Ing. Ind.

... 13 de Jun del 2018

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Experto Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

### Anexo 4 Certificado de validación de instrumentos 3

Figura 17 Validación de instrumentos 3

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE MÉTODO AMFE**

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: FALLA POR MATERIALES</b>							
1	Falla por materiales $Fm = \frac{\#fm}{n}$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>DIMENSION 2: FALLA POR MÁQUINA</b>							
2	Falla por máquina $FM = \frac{\#FM}{n}$						

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: EFICACIA</b>								
1	$\frac{\# \text{ Unidades Producidas}}{\# \text{ Unidades Programadas}} \times 100\%$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>DIMENSION 2: EFICIENCIA</b>								
2	$\frac{H - H \text{ Reales}}{H - H \text{ Estimadas}} \times 100\%$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  ]    Aplicable después de corregir [    ]    No aplicable [    ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: DR. MARCO ANTONIO MEZA VILLASOBER    DNI: 00252711

Especialidad del validador: MBA ADMINISTRACION / ELECTRONICA

..... 13 de junio del 2011 y

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

## Anexo 5 Matriz de Consistencia

Tabla 34 Matriz de Consistencia

Aplicación del método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C. Santa Anita - 2018									
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>	<b>Método AMFE</b>	Camisón, Cruz y Gonzáles (2006) El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una herramienta de prevención que permite identificar los posibles fallos de un producto o proceso, bien sea nuevo o ya existente, determinando sus causas. (p. 1302).	Engloba aspectos tales como: fallas por materiales y fallas por máquina.	Modo de fallas por materiales	%Modo de fallas por materiales	Razón	Diseño cuasi experimental
						Modo de fallas por máquina	%Modo de fallas por máquina	Razón	
<b>Específicas</b>	<b>Específicos</b>	<b>Secundarias</b>				<b>Productividad</b>	Cruelles (2012) Productividad es el índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla. (p. 10).	Es fundamental para que una empresa crezca cumpliendo las necesidades de los clientes	Eficacia
			Eficiencia	Pedidos entregados completos	Razón				Instrumento: Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6 Datos Pre y Post

### MÉTODO AMFE – ANTES

Nombre del Sistema (Título):		PR-AMFE-001			Fecha AMFE:				
Responsable (Dpto. / Área):		Producción/Pistoleado			Fecha Revisión				
Responsable de AMFE (persona):		Ing.							
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Control actual del proceso	G gravedad	O ocurrencia	D detección	IPR inicial	Acciones recomend.
								(G*O*D)	
Pistoleado de los paquetes de botellas	Botellas defectuosas	Envasado no conforme	Pico de botella con diámetro distinto y/o fallas en su fabricación	Inspección	6	6	4	144	Devolución de las botellas
	Tapas defectuosas	Tapado no conforme	Tapas con diámetro distinto y/o mal enchapado de la máquina	Inspección	6	6	4	144	Devolución de las tapas
	Etiquetas quemadas o mal puestas	Etiquetado no conforme	Mal etiquetado por parte del personal y/o defectos en las etiquetas en su fabricación	Inspección	4	6	5	120	Control de fallas de etiquetas
	Envoltorio con defectos	Envoltorio mal colocado	Defectos en su fabricación y/o defectos por parte del personal	Inspección	3	6	3	54	Colocar en superficie liso
	Falla en las pistolas de calor	Pistolas con déficit de uso	Falta de calibración y/o picos de las pistolas deformes	Mantenimiento/Calibración	3	6	3	54	Calibración/cambio del equipo
	Falla en la temperatura de las pistolas	Deficiencia en la temperatura	Falta de calibración	Mantenimiento/Calibración	3	6	3	54	Calibración/cambio del equipo




SEMANA	Nº FALLAS ENCONTRADAS	Nº FALLAS POR MATERIALES	%
1	25	10	40.0%
2	25	9	36.0%
3	21	9	42.9%
4	20	6	30.0%
5	22	10	45.5%
6	21	11	52.4%
7	23	9	39.1%
8	23	9	39.1%
9	23	10	43.5%
10	20	7	35.0%
11	18	9	50.0%
12	20	8	40.0%
13	24	10	41.7%
14	25	8	32.0%
15	26	9	34.6%
16	24	10	41.7%

SEMANA	Nº FALLAS ENCONTRADAS	Nº FALLAS POR MÁQUINA	%
1	25	15	60.0%
2	25	16	64.0%
3	21	12	57.1%
4	20	14	70.0%
5	22	12	54.5%
6	21	10	47.6%
7	23	14	60.9%
8	23	14	60.9%
9	23	13	56.5%
10	20	13	65.0%
11	18	9	50.0%
12	20	12	60.0%
13	24	14	58.3%
14	25	17	68.0%
15	26	17	65.4%
16	24	14	58.3%

Industrias KATROC



MÉTODO AMFE – DESPUÉS

Nombre del Sistema (Título):		PR-AMFE-001			Fecha AMFE:				
Responsable (Dpto. / Área):		Producción/Pistoleado			Fecha Revisión				
Responsable de AMFE (persona):		Ing.							
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Control actual del proceso	G d gravedad	O n ocurrencia	D n detección	IPR inicial (G*O*D)	Acciones recomend.
Pistoleado de los paquetes de botellas	Botellas defectuosas	Envasado no conforme	Pico de botella con diámetro distinto y/o fallas en su fabricación	Inspección	3	4	3	36	Devolución de las botellas
	Tapas defectuosas	Tapado no conforme	Tapas con diámetro distinto y/o mal enchapado de la máquina	Inspección	3	4	3	36	Devolución de las tapas
	Etiquetas quemadas o mal puestas	Etiquetado no conforme	Mal etiquetado por parte del personal y/o defectos en las etiquetas en su fabricación	Inspección	2	3	2	12	Control de fallas de etiquetas
	Envoltorio con defectos	Envoltorio mal colocado	Defectos en su fabricación y/o defectos por parte del personal	Inspección	3	2	3	18	Colocar en superficie liso
	Falla en las pistolas de calor	Pistolas con déficit de uso	Falta de calibración y/o picos de las pistolas deformes	Mantenimiento/Calibración	3	3	3	27	Calibración/cambio del equipo
	Falla en la temperatura de las pistolas	Deficiencia en la temperatura	Falta de calibración	Mantenimiento/Calibración	3	3	3	27	Calibración/cambio del equipo

  
 Industrias KATROC

SEMANA	Nº FALLAS ENCONTRADAS	Nº FALLAS POR MATERIALES	%
1	11	3	27.3%
2	9	2	22.2%
3	6	2	33.3%
4	11	3	27.3%
5	11	3	27.3%
6	7	2	28.6%
7	3	1	33.3%
8	9	2	22.2%
9	5	1	20.0%
10	5	1	20.0%
11	9	2	22.2%
12	11	3	27.3%
13	7	2	28.6%
14	9	2	22.2%
15	9	2	22.2%
16	5	1	20.0%

SEMANA	Nº FALLAS ENCONTRADAS	Nº FALLAS POR MÁQUINA	%
1	11	3	27.3%
2	9	4	44.4%
3	6	1	16.7%
4	11	5	45.5%
5	11	3	27.3%
6	7	3	42.9%
7	3	0	0.0%
8	9	3	33.3%
9	5	1	20.0%
10	5	1	20.0%
11	9	3	33.3%
12	11	3	27.3%
13	7	1	14.3%
14	9	3	33.3%
15	9	2	22.2%
16	5	1	20.0%

  
  
 Industrias KATROC

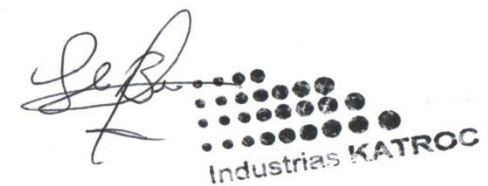
**PRODUCTIVIDAD – ANTES**

FABRICACIÓN DIARIA		ÍNDICES				
UNIDADES PROGRAMADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	H-H real	H-H estimada	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
11672	8756	48	28	58.3%	75.0%	43.8%
11672	9456	40	28	70.0%	81.0%	56.7%
11672	9378	44	28	63.6%	80.3%	51.1%
11672	9121	40	28	70.0%	78.1%	54.7%
11672	9124	36	28	77.8%	78.2%	60.8%
11672	8765	36	28	77.8%	75.1%	58.4%
11672	9015	44	28	63.6%	77.2%	49.2%
11672	8765	36	28	77.8%	75.1%	58.4%
11672	9354	40	28	70.0%	80.1%	56.1%
11672	9320	40	28	70.0%	79.8%	55.9%
11672	9231	44	28	63.6%	79.1%	50.3%
11672	9356	44	28	63.6%	80.2%	51.0%
11672	9121	36	28	77.8%	78.1%	60.8%
11672	8990	40	28	70.0%	77.0%	53.9%
11672	9321	36	28	77.8%	79.9%	62.1%
11672	9234	40	28	70.0%	79.1%	55.4%

  
 Industrias KATROC

**PRODUCTIVIDAD – DESPUÉS**

FABRICACIÓN DIARIA		ÍNDICES				
UNIDADES PROGRAMADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	H-H real	H-H estimada	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
11672	11550	28	28	100.0%	99.0%	99.0%
11672	11500	28	28	100.0%	98.5%	98.5%
11672	11467	28	28	100.0%	98.2%	98.2%
11672	11533	28	28	100.0%	98.8%	98.8%
11672	11510	32	28	87.5%	98.6%	86.3%
11672	11278	36	28	77.8%	96.6%	75.2%
11672	11500	28	28	100.0%	98.5%	98.5%
11672	11350	28	28	100.0%	97.2%	97.2%
11672	11389	28	28	100.0%	97.6%	97.6%
11672	11523	32	28	87.5%	98.7%	86.4%
11672	11390	36	28	77.8%	97.6%	75.9%
11672	11323	28	28	100.0%	97.0%	97.0%
11672	11533	28	28	100.0%	98.8%	98.8%
11672	11533	28	28	100.0%	98.8%	98.8%
11672	11444	28	28	100.0%	98.0%	98.0%
11672	11322	28	28	100.0%	97.0%	97.0%


  
 Industrias KATROC

## Anexo 7 Base de Datos - SPSS

Base\_de\_Datos.sav [Conjunto\_de\_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Visible: 10 de 10 variables

	Productividad_Antes	Productividad_Desp...	Eficiencia_Antes	Eficiencia_Despues	Eficacia_Antes	Eficacia_Despues	FallasMq_Antes	FallasMq_Despues	FallasMat_Antes	FallasMat_Despues	var
1	43,8	99,0	58,3	100,0	75,0	99,0	60,0	27,3	40,0	27,3	
2	56,7	98,5	70,0	100,0	81,0	98,5	64,0	44,4	36,0	22,2	
3	51,1	98,2	63,6	100,0	80,3	98,2	57,1	16,7	42,9	33,3	
4	54,7	98,8	70,0	100,0	78,1	98,8	70,0	45,5	30,0	27,3	
5	60,8	86,3	77,8	87,5	78,2	98,6	54,4	27,3	45,5	27,3	
6	58,4	75,2	77,8	77,8	75,1	96,6	47,6	42,9	52,4	28,6	
7	49,2	98,5	63,6	100,0	77,2	98,5	60,9	,0	39,1	33,3	
8	58,4	97,2	77,8	100,0	75,1	97,2	60,9	33,3	39,1	22,2	
9	56,1	97,6	70,0	100,0	80,1	97,6	56,5	20,0	43,5	20,0	
10	55,9	86,4	70,0	87,5	79,8	98,7	65,0	20,0	35,0	20,0	
11	50,3	75,9	63,6	77,8	79,1	97,6	50,0	33,3	50,0	22,2	
12	51,0	97,0	63,6	100,0	80,2	97,0	60,0	27,3	40,0	27,3	
13	60,8	98,8	77,8	100,0	78,1	98,8	58,3	14,3	41,7	28,6	
14	53,9	98,8	70,0	100,0	77,0	98,8	68,0	33,3	32,0	22,2	
15	62,1	98,0	77,8	100,0	79,9	98,0	65,0	22,2	34,6	22,2	
16	55,4	97,0	70,0	100,0	79,1	97,0	58,3	20,0	41,7	20,0	
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

## Anexo 8 Carta autorización de la empresa para la recolección de datos

Lima, 05 de Octubre de 2018

Señor:  
Roberto Contreras  
Escuela de Ingeniería Industrial

Apreciado,

Yo Brandon Shatare Huanca, identificado con DNI 72691062, en mi calidad de representante legal de la empresa Industrias Katroc S.A.C. Autorizo a Carlos Arturo Eguilas Rosales estudiante de la Universidad César Vallejo, a utilizar información confidencial de la empresa para el proyecto denominado "Aplicación del método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C. Santa Anita - 2018". Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial.

En caso de que alguna(s) de las condiciones anteriores sea(n) infringida(s), el estudiante queda sujeto a la responsabilidad civil por daños y perjuicios que cause a la empresa así como a las sanciones de carácter penal o legal a que se hiciere acreedor.

Atentamente,



Brandon Shatare Huanca.  
DNI: 72691062



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS

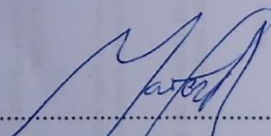
Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **Mg. Marco Antonio Meza Velásquez**, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor de la tesis titulada:

"Aplicación del Método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C., Santa Anita - 2018", del estudiante **Egullas Rosales Carlos Arturo**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 18 de diciembre de 2018

  
.....  
**Mg. Marco Antonio Meza Velásquez**

DNI: 06252711

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
--	---	--------	--	---

feedback studio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Aplicación del método AMFE en el área de pistolado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Kattoc S.A.C. Santa Anita - 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR:  
 Lpallas Rosales Carlos Arturo

ASESOR:  
 Mge. Ing. Brian Robles Ronel Darío



Resumen de coincidencias

20 %

1	repositorio.ucv.edu.pe	11 %
2	repositorio.ugv.edu.pe	1 %
3	repositorio.uzp.edu.pe	1 %
4	doi.org	1 %
5	epnrcs.ucom.as	1 %
6	cybertesis.unnman.edu...	1 %
7	repositorio.ugv.edu.pe	1 %

Página 1 de 102    Número de palabras: 18705    High Resolution    Text-only Report





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS  
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo **Carlos Arturo Eguilas Rosales**, identificado con DNI N.º 71842623, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Aplicación del Método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C., Santa Anita - 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

**Carlos Arturo Eguilas Rosales**

DNI: **71842623**

Fecha: 21/01/2019



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Repositorio del SGC	Vice-Dirección de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	---------------------------------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

**Mg. Óscar Alvarado Rodríguez**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**Eguilas Rosales Carlos Arturo**

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación del Método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad en la empresa Industrias Katroc S.A.C., Santa Anita - 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**Ingeniero Industrial**

SUSTENTADO EN FECHA: 12/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (doce)



---

Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez