



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

Aplicación del AMFE para la mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la empresa Salog, Callao

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Br. Mechato Alcas, Milton Cesar (ORCID: 0000-0002-6212-9649)

**ASESOR:**

Mgtr. Montoya Cardenas, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-7188-119X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

2019

### **Dedicatoria**

Este presente trabajo está dedicado primeramente a Dios y a mi familia que siempre estuvieron conmigo en los peores y mejores momentos de mi vida. A mis padres en especial que con su dedicación y es fuerza lograron que sea una persona de bien, a mi amada esposa, por su sacrificio y esfuerzo para poder lograr este proyecto para nuestro futuro a mis hijos por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor

### **Agradecimiento**

Manifiesto, mi profundo agradecimiento a mis amados padres Rosario Mechato (q.e.p.d), Celia Alcas, a mis hermanos, mi esposa y mis hijos por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, brindándome el apoyo incondicional que siempre necesite para superar las barreras y obstáculos que se me presentaron a lo largo de mis estudios.

A la universidad Cesar Vallejo, a mis asesores Mg. Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas y Dr. Noel Alcas Zapata por compartirme sus aprendizajes y enseñanzas para mi crecimiento profesional

## **Página del jurado**

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, Milton Cesar Mechato Alcas, con DNI N° 02898932, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de Universidad Cesar Vallejo, declaro bajo juramento, que el trabajo académico titulado "aplicación del AMFE para la mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la empresa Salog, Callao", contiene documentación que es veraz y autentica.

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 información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, diciembre del 2019



---

Mechato Alcas Milton cesar

DNI :02898932

## **Presentación**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada "aplicación del AMFE para la mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la empresa Salog Callao", la misma que someto a vuestra consideración esperando que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniería industrial. Los contenidos que se desarrollan son;

I.Introduccion: En esta parte se realizó una revisión sobre el tema en el cual se plantea la situación problemática y la intención del proyecto de investigación manifestada en los objetivos.

II.Metodo: En esta parte se precisa el tipo de investigación, diseño, variables y su Operacionalización, se precisan los métodos y técnicas de la obtención de datos, se define la población y se determina la muestra.

III.Resultados: Los resultados se presentan de acuerdo a los objetivos, propuestos donde se utilizaron gráficos y tablas donde se sistematizaron los datos obtenidos en la investigación mediante la estadística.

IV.Discucion: Se comparan los resultados obtenidos por otros investigadores y se hace la confrontación con todos los antecedentes.

V.Conclusiones : Se sintetizan los resultados y se formulan a manera de respuestas a los problemas planteados.

VI. Recomendaciones: Están orientadas a las autoridades del sector y también a los investigadores. Se propone nuevas metodologías.

VII.Referencias: bibliográficas: Contiene toda la lista de todas las citas.

VIII.Anexos: Contiene información útil para la presente investigación

Espero señores del jurado que esta investigación sea justa a las exigencias establecidas por la Universidad y merezca su aprobación

Mechato Alcas Milton Cesar

## Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	23
2.1 Diseño de investigación	23
2.2 Variables, Operacionalización	23
2.3 Población, muestra y muestreo	27
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	28
2.5 Método de análisis de datos	30
2.6 Aspectos éticos.	30
2.7 Desarrollo de la propuesta.	31
III. RESULTADOS	56
IV. DISCUSIÓN	62
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS	71
Anexo 1. Matriz de consistencia	72
Anexo 2. Método AMFE ANTES	73
Anexo 3. Método AMFE DESPUES	74
Anexo 4. Certificado validación de instrumentos	75

Anexo 5. Evidencias de la implementación de la mejora herramienta AMFE	78
Anexo 6. Costo de la propuesta de la mejora	79
Anexo 7. Manual de instrucciones software Sitrad	80
Anexo 8. Software Sitrad registro de temperaturas	81



## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Rechazos de productos en las redes Sabogal, Almenara, Rebagliati y Cede central	5
Tabla 2. Frecuencia de los Problemas detectados en el sistema de refrigeración	6
Tabla 3. Matriz de Estratificación de Problemas	8
Tabla 4. Matriz de Priorización de los problemas a resolver	9
Tabla 5. Criterios de valorización de la gravedad de los fallos	14
Tabla 6. Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia	14
Tabla 7. Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia	15
Tabla 8. Operacionalización de la variable dependiente Productividad	25
Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente método AMFE	26
Tabla 10. Interpretación de los resultados de la eficacia y eficiencia	27
Tabla 11. Datos de la empresa	31
Tabla 12. Diagrama de análisis de procesos (DAP)	39
Tabla 13. Indicadores de evaluación en el Pre – Test	40
Tabla 14. Indicadores de evaluación en el Pos – Test	50
Tabla 15. Cronograma de actividades aplicación del método AMFE	53
Tabla 16. Relación Costo Beneficio	54
Tabla 17. Tabla de beneficios	54
Tabla 18. De costos de implementación	55
Tabla 19. Cálculo del Beneficio / Costo	55
Tabla 20. Estadísticos descriptivos de la productividad	56
Tabla 21. Rangos promedios de la productividad en el pre-test 2018 y pos-test 2019	59
Tabla 22. Resultados de los estadísticos de prueba de la productividad	59

Tabla 23.	Rangos promedios de la eficiencia en el pre-test 2018 y pos-test 2019	60
Tabla 24.	Resultados de los estadísticos de prueba de la eficiencia	60
Tabla 25.	Rangos promedios de la eficacia en el pre-test 2018 y pos-test 2019	61
Tabla 26.	Resultados de los estadísticos de prueba de la eficacia	61

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Ishikawa Causa Efecto	3
Figura 2. Ingresos Vs Rechazos	4
Figura 3. Rechazos de productos farmacéuticos	5
Figura 4. Diagrama de Pareto	7
Figura 5. Diagrama de estratificación de los problemas	8
Figura 6. Diseño de investigación pre-experimental	23
Figura 7. Poblacion y muestra	28
Figura 8. Ubicacion de la planta	31
Figura 9. Unidad antes de la implementación	33
Figura 10. compresores antes de implementación	33
Figura 11. Diagrama de Layout empresa Salog	35
Figura 12. Esquema técnico diagrama de recorrido	36
Figura 13. Diagrama de operaciones (DOP)	37
Figura 14. Instalacion nueva unidad	48
Figura 15. Trabajos de instalación	48
Figura 16. Implementacion mejora	48
Figura 17. Instalación de filtro, visor liquido	48
Figura 18. Mantenimiento de evaporadores	49
Figura 19. Nueva unidad instalada	49
Figura 20. Lista de asistencia personal charla capacitación	52
Figura 21. Pre-Test 2018 y pos-test 2019 de la dimensión eficacia	57
Figura 22. Pre- test 2018 y pos-test 2019 de la dimensión eficacia	57
Figura 23. Pre-test 2018 y pos-test 2019 de la productividad	58

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general: determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. El enfoque fue cuantitativo, con diseño pre-experimental, longitudinal, con mediciones de la productividad en el sistema de refrigeración, en los meses marzo y abril de dos años consecutivos: 2018 y 2019. Se trabajó con una muestra empírica de 60 mediciones tanto en el pre-test y pos-test de la productividad y las dimensiones: eficiencia y eficacia. Asimismo, los resultados del pre-test 2018 y pos-test 2019, de la productividad evidenciaron el incremento de la media aritmética en 0,1775 en el año 2019, con respecto al año anterior. Finalmente, los resultados de la prueba de hipótesis permiten concluir que la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao, lo cual se demuestra con el estadístico de Wilcoxon = 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ .

Palabras claves: Método AMFE, productividad, eficacia, eficiencia

## ABSTRACT

This research has as its general objective: to determine how the application of the AMFE Method improves the productivity of the refrigeration system of SALOG Company Pharmaceuticals, Callao. The focus was on quantitative, pre-experimental, longitudinal design, with measurements of productivity in the refrigeration system, in the months of March and April of two consecutive years: 2018 and 2019. It is worked with an empirical 60-meter measure both in pre-test and post-test of productivity and dimensions: efficiency and effectiveness. Thus, the results of the pretest 2018 and posttest 2019, of the productivity evidencing the increase of the arithmetic average in 0.1775 in the year 2019, with respect to the previous year. Finally, the results of the hypothetical risk allow us to conclude that the application of the AMFE Method enhances the productivity of the refrigeration system of the SALOG Company, Callao, and its demographics with the Wilcoxon statistic = 2130,000;  $Z = -7.880$  y sig. bilateral = 0.000 < 0.05.

Keywords: AMFE method, productivity, effectiveness, efficiency

## **I. INTRODUCCIÓN**

### Realidad problemática

La cadena de frío que aplican las empresas peruanas que brindan servicio de refrigeración, para la conservación de los productos farmacéuticos, presenta algunos problemas asociados fundamentalmente al mantenimiento de la temperatura en ciertos niveles y acorde con los estándares establecidos. Esto implica básicamente que la medición del proceso de enfriamiento de los productos farmacéuticos, presenta ciertos picos y bajas que exceden los límites establecidos, fallas en el funcionamiento de los equipos. Esto, genera dificultades para el estado óptimo de conservación de los productos, eleva los costos de producción y disminución de la productividad.

Por otra parte, los fármacos que se almacenan en la Empresa Salog, requieren en la práctica que se controle adecuadamente la temperatura de su conservación desde su salida hasta su uso, tomando como ejemplo las vacunas en su mayoría y también los preparados biológicos. Asimismo, existen un número importante de productos que están relacionados con los trasplantes, la reproducción y los análisis clínicos, que requieren su conservación dentro de márgenes estrechos de temperatura. En ese sentido, (Ocampo & Rodríguez, 2016) sostienen que el problema radica en que la mayoría de las empresas del mercado farmacéutico manejan productos que implican alto costo y riesgo, no poseen por otra parte optimas prácticas de carácter logístico en la cadena de frío así como la evidencia de múltiples disfunciones en la cadena de frío de los medicamentos y por consiguiente la baja productividad. Por estas razones, la Empresa Salog no es ajena a esta problemática, lo cual nos motiva a realizar el análisis del sistema de refrigeración en el congelamiento de productos farmacéuticos, con el propósito de hacer una propuesta para mejorar la productividad. Esta idea es complementada con lo que sostiene, (Vértiz, 2011a) en el sentido que una correcta administración de los recursos humanos y técnicos que son necesarios para el sostenimiento de la cadena de frío, garantizan la conservación de los productos altamente especializados para que lleguen a su destino final cumpliendo estándares de calidad para los cuales fueron diseñados.

El control de temperatura en un sistema de refrigeración de supermercados se mantiene típicamente por un número de controladores de histéresis distribuidos. Un problema que surge con frecuencia en esta configuración de control es la sincronización. Se manifiesta por la apertura y cierre de las acciones de todas las válvulas casi al mismo tiempo.

Por consiguiente, los compresores tienen periódicamente para trabajar con más intensidad, lo que resulta en una baja eficiencia y un mayor desgaste (Wisniewski and Larsen, 2008), Hoy en día la competencia global obliga a la empresa a ser mucho más eficientes para poder competir, el generar productos con mayor calidad posible de los productos, servicios y procesos de la empresa en el marco de una mejora continua.

En la Empresa Salog, se han evidenciado seis criterios que están afectando en la eficacia de la productividad en el sistema de refrigeración, entre los que se pueden mencionar: (a) criterio de mano de obra donde los operadores del sistema dejan la puerta abierta, que permite el ingreso del aire caliente, hacia los ambientes refrigerados como son antecámara, congelado y conservación. Asimismo, productos ingresan a cámara de almacenamiento en cajas de Tecnopor. se tendría que sacar de las cajas y estibarlos en los estantes para que tenga contacto directo con el aire de recirculación dentro de cámara de almacenamiento, (b) criterio de productos farmacéuticos, donde se ha observado que Productos ingresan a cámara de almacenamiento sin haber tenido un pre enfriado, los productos ingresan a cámara de almacenamiento con una temperatura entre 10 a 15°C y también los evaporadores permanecen saturados de hielo y los productos tardan más tiempo en congelar, (c) criterio de maquinaria y equipos, donde se evidencia el en primer lugar el incremento de la temperatura ambientes refrigerados y aumento de la presión de evaporación al incrementar la temperatura interna registrada en los controladores EKC-202C aumenta la presión de succión y la temperatura de evaporación y en segundo lugar (d) criterio de medio ambiente, donde los equipos de refrigeración trabajan con baja eficiencia de compresión. Asimismo, se ha observado que ingresa aire caliente por grietas (fisuras) por la unión de paneles, y se presentan fisuras por la unión entre paneles y se han deteriorado por la condensación de tubería de succión, (f) criterio de método, donde se evidencia la pérdida de la cadena de frío, y donde los productos pierden la calidad al ingresar con temperaturas entre 10 a 15°C, También se tiene el Incremento de la temperatura interna antecámara, cámara almacenamiento, conservación. Temperatura ambiente externa +25°C y finalmente, (g) el criterio de medición, donde se observa que los Controladores de temperatura EKC-202C y los evaporadores no cuentan con sensor de deshielo por demanda. Una vez que queda definido, delimitado y localizado dónde se presenta un problema importante, es momento de investigar sus causas. Una herramienta de especial utilidad para esta búsqueda es el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa. (Martín et al., 2008)

Diagrama de Ishikawa

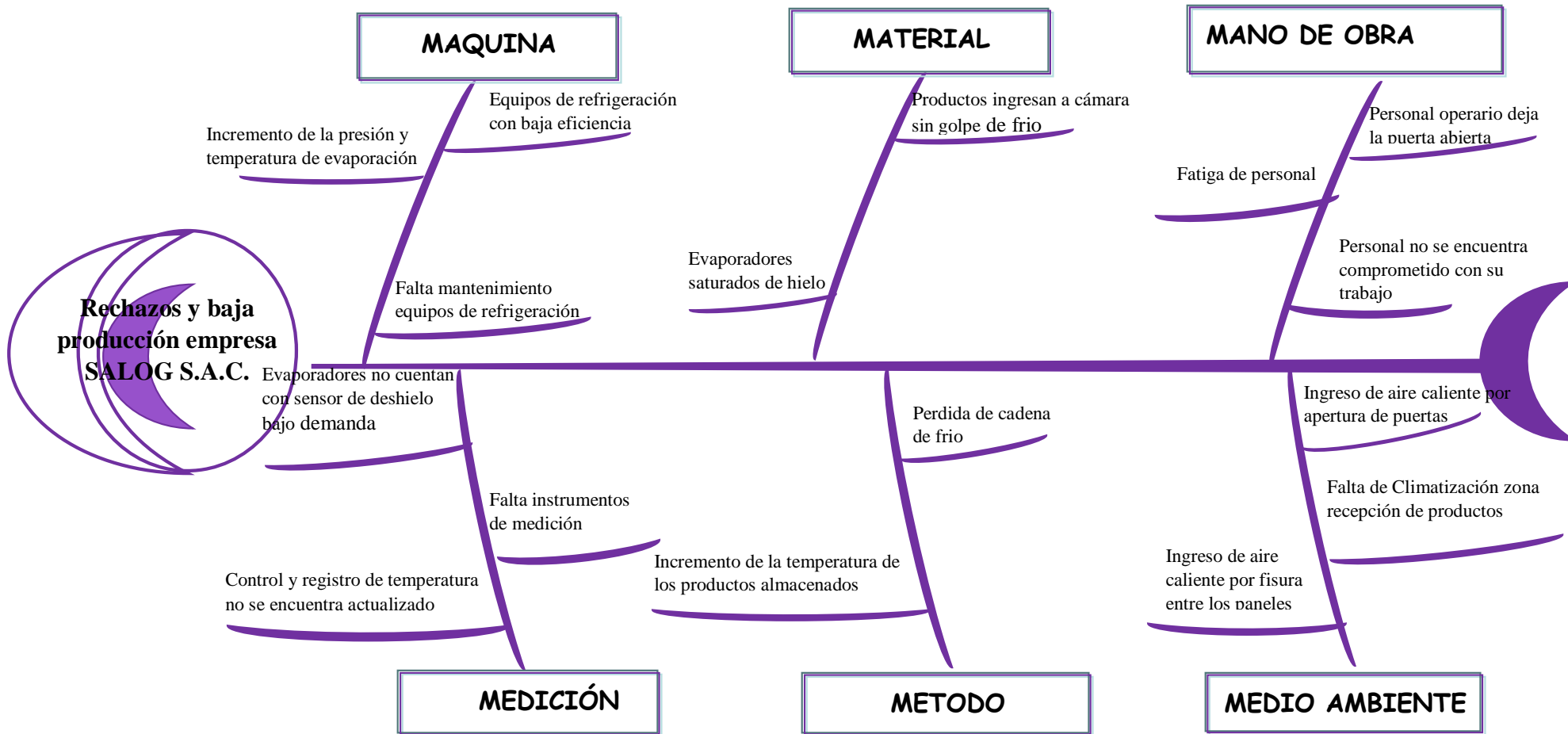




Figura 1. Diagrama de Ishikawa Causa Efecto

Fuente: Elaboración propia



## Interpretación del diagrama de Ishikawa

De lo observado en la figura 1, se puede precisar que el problema generado en la productividad del sistema de refrigeración en aspectos del proceso como la mano de obra de evidencia que el personal deja la puerta abierta, así como también la falta de compromiso con su puesto de trabajo los cuales están asociados a la fatiga personal. También, en lo referente al material el diagrama indica que los productos ingresan a la cámara sin golpe de frío generando que los evaporadores se saturen de hielo. También en relación a la maquina se puede afirmar que los equipos de refrigeración trabajan con baja eficiencia, lo cual incrementa la presión y la temperatura de evaporación. Por otra parte, sobre el medio ambiente se evidencia el ingreso de aire caliente por apertura de puertas y por fisura entre los paneles. Así mismo en referencia al método utilizado en el sistema de refrigeración se presentan problemas por pérdida de la cadena de frío y por el incremento de la temperatura de los productos refrigerados. Finalmente en lo que corresponde a la medición se tiene como problemas que los evaporadores no cuentan con sensor de hielo bajo demanda y el control y registro de temperatura no se encuentra actualizado, lo cual se refleja en la temperatura interna de la cámara de congelado que no llegue al valor estándar de  $-25^{\circ}\text{C}$ , ocasionando que los productos Farmacéuticos almacenados demoren más tiempo de lo esperado en el congelamiento y posteriormente sean rechazados por los clientes finales como se demuestra en la tabla 3 sobre ingresos y rechazos representando un porcentaje de 17.14% que significa una pérdida de S/.15.000 soles mensuales que al año refleja una pérdida anual de S/.180.000 soles.

	<b>INGRESOS VS RECHAZOS</b>		CÓDIGO : FOR-REC-012
			VERSIÓN : 00
			VIGENCIA : 30/04/2018
MES / AÑO: ABRIL 2018			

Total de Ingresos	21000
Total de Rechazos	3600

TOTAL DE RECHAZOS POR RED				
RED	COD	INGRESOS	RECHAZOS	% RECHAZOS
RED SABOGAL	05H0	4000	800	20.00%
RED ALMENARA	06H0	5000	900	18.00%
RED REBAGLIATI	07H0	6000	1000	16.67%
SEDE CENTRAL	99A0	6000	900	15.00%
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>21000</b>	<b>3600</b>	<b>17.14%</b>

Figura 2. Ingresos Vs Rechazos

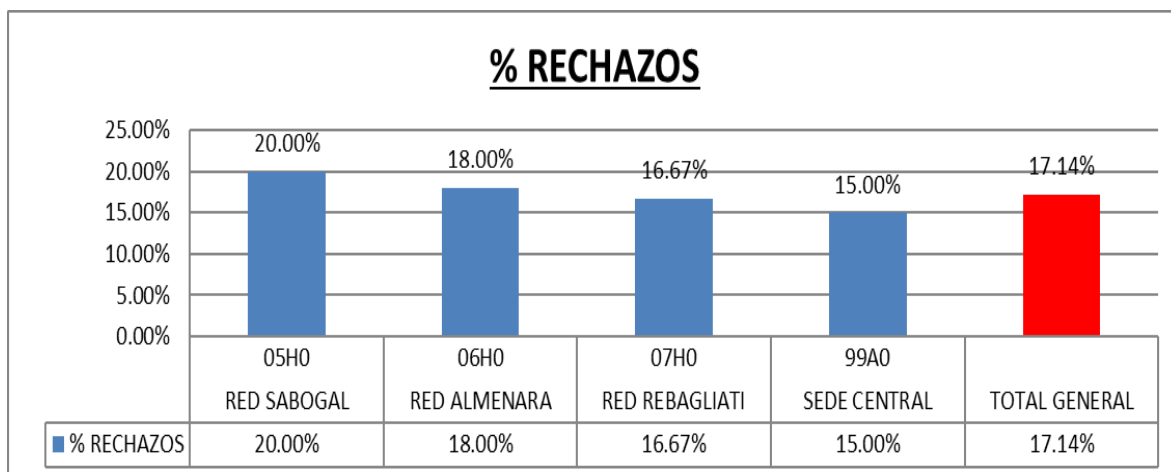


Figura 3. Rechazos de productos farmacéuticos

Como se observa en la tabla 1 y figura 2, el total general de rechazos de productos farmacéuticos correspondientes al mes de abril de 2018, representa el 17,14% de los productos entregados por la empresa SALOG.

Tabla 1.

*Rechazos de productos en las redes Sabogal, Almenara, Rebagliati y Cede central*

RAZONES DEL RECHAZO	Red Sabogal	Red Almenara	Red Rebagliati	Cede Central	Total
Temperatura de productos fuera de rango / Baja eficiencia equipos de refrigeración	350	400	280	170	1200
Geles refrigerantes descongelados	180	150	90	30	450
Productos refrigerados no se encuentran bien empacados	150	100	100	70	420
Cajas se encuentran abiertas afectan calidad del producto	180	70	40	30	320
Productos farmacéuticos llegan con alta temperatura 15 °C	120	54	90	36	300
Transporte refrigerado presenta deficiencia en hermeticidad	90	38	40	12	180
Cajas empaque productos refrigerados en mal estado	87	25	30	8	150
Productos refrigerados no se encuentran estibados en parihuelas	80	35	10	5	130
Falta Identificación de productos refrigerados	78	30	12	5	125
Deficiencia de limpieza en las instalaciones de transporte refrigerados de productos	65	22	15	13	115
Falta documentación de entrega de productos refrigerados	35	28	37	10	110
control y monitoreo de temperatura unidad de transporte desactualizado	30	25	18	27	100
<b>TOTAL</b>	<b>1445</b>	<b>977</b>	<b>762</b>	<b>416</b>	<b>3600</b>

Fuente: Elaboración propia

## Diagrama de Pareto.

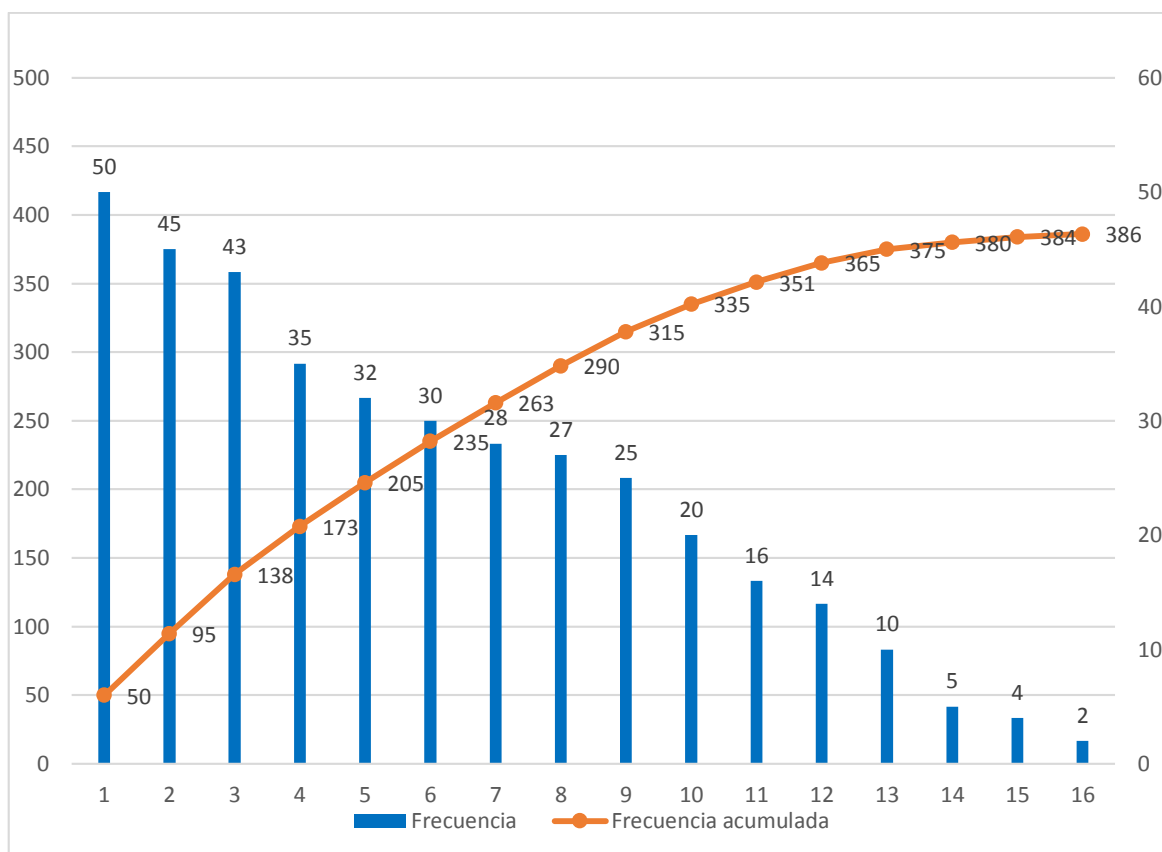
El diagrama Pareto permite identificar ese pequeño porcentaje de causas más relevantes donde se actuará primero. Para su realización se emplea un diagrama de barras. Cada una de las barras representan una de las causas diferentes que provocan fallos. La regla dada por el economista italiano Wilfredo Pareto, consiste en que el 80% de los problemas son originados por un 20% de las causas (Cuatrecasas Arbós 2007).

Tabla 2.

### *Frecuencia de los Problemas detectados en el sistema de refrigeración*

Problemas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Personal operario deja la puerta abierta	50	50	13.0%	13.0%
Incremento de la presión y temperatura de evaporación	45	95	11.7%	24.6%
Evaporadores saturados de hielo	43	138	11.1%	35.8%
Ingreso de aire caliente por fisura en los paneles	35	173	9.1%	44.8%
Ingreso de aire caliente por apertura de puertas	32	205	8.3%	53.1%
Incremento de la temperatura productos almacenados	30	235	7.8%	60.9%
Productos ingresan a cámara sin golpe de frío	28	263	7.3%	68.1%
Personal no se encuentra comprometido con su trabajo	27	290	7.0%	75.1%
Perdida de cadena de frío	25	315	6.5%	81.6%
Fatiga de personal	20	335	5.2%	86.8%
Falta de mantenimiento equipos de refrigeración	16	351	4.1%	90.9%
Control y registro de temperatura no se encuentra actualizado	14	365	3.6%	94.6%
Evaporadores no cuentan con sensores deshielo bajo demanda	10	375	2.6%	97.2%
Climatización zona recepción de productos	5	380	1.3%	98.4%
Falta instrumentos de medición	4	384	1.0%	99.5%
Equipos de refrigeración con baja eficiencia	2	386	0.5%	82.1%
	<b>386</b>		<b>100.0%</b>	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.** Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 y figura 2, se muestran el diagrama de Pareto, en donde se evidencian las frecuencias de los problemas observados en tres meses. El personal deja la puerta abierta en 50 veces, lo cual representa el 13.0%, el incremento de la presión y temperatura de evaporación aumento en 45 veces y representa el 11.7%, los evaporadores saturados de hielo representan el 43.0%, el ingreso del aire caliente por fisura en los paneles es igual al 9,1%,el ingreso de aire caliente por apertura de puertas 8.3%, el incremento de la temperatura de los productos almacenados 7.8%,los productos ingresan a cámara de congelado sin golpe de frio 7.3%,el personal no se encuentra comprometido con su trabajo 7.0%,la pérdida de la cadena de frio 6.5%,la fatiga (cansancio) del personal 5.2%,la falta de mantenimiento de los equipos de refrigeración 4.1%,el control y registro de temperatura no se encuentra actualizado 3.6%,los evaporadores no cuentan con sensores de deshielo bajo demanda 2.6%,la climatización de la zona de recepción de productos 1.3%,la falta de instrumentos de medición el 1.0%,los equipos de refrigeración con baja eficiencia el 0.5%

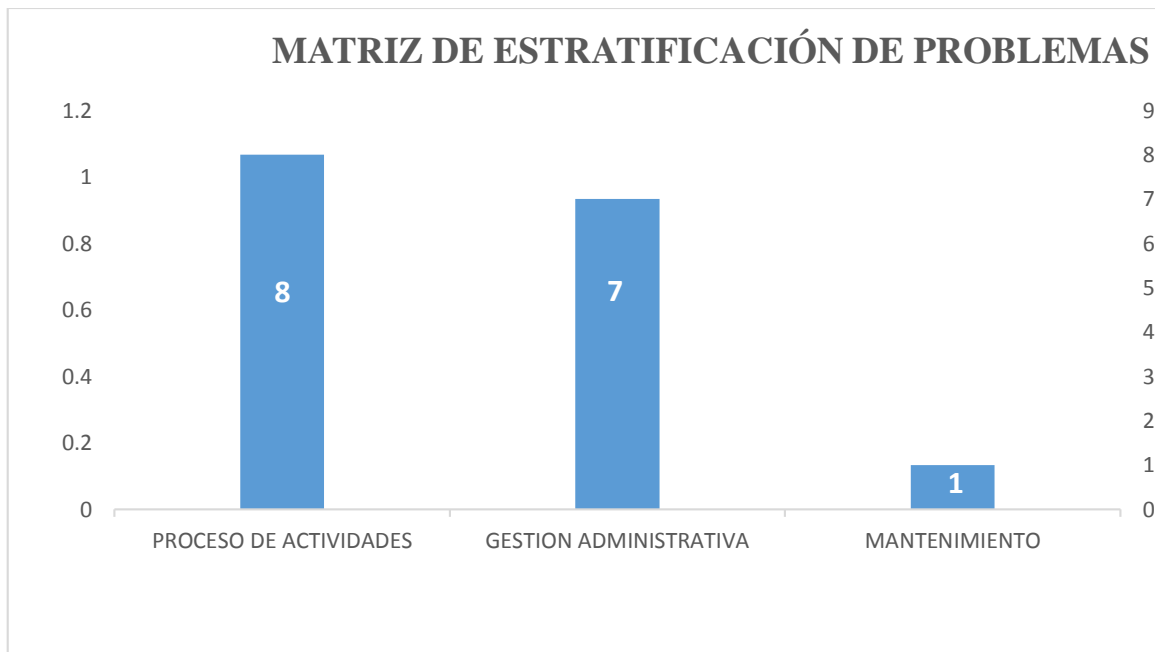
## Matriz de Estratificación

Tabla 3.

*Matriz de Estratificación de Problemas*

Identificación de problemas	ponderaciones
Proceso de actividades	8
Gestion administrativa	7
Mantenimiento	1

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 5.* Diagrama de estratificación de los problemas

Fuente: Elaboración Propia

## Matriz de priorización

Tabla 4.

Matriz de Priorización de los problemas a resolver

Consolidado de problemas por áreas	Medio Ambiente	Materiales	Mano De Obra	Medición	Maquinaria y Equipo	Metodos y Procedimientos	Nivel De Criticidad	Total De Problemas	Prioridad	Medidas a Tomar
Proceso de actividades	1	1	1	2	0	3	Medio	8	1	Aplicación AMFE
Gestion Administrativa	2	0	3	0	2	0	Medio	7	2	RCM
Mantenimiento	0	0	0	0	1	0		1	3	
Total de Problemas	3	1	4	2	3	3		16		

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de la tabla 4, se puede apreciar que dentro de la empresa en el área de producción del sistema de refrigeración existen más problemas en el proceso de actividades, para el cual se aplicara la herramienta AMFE

En referencia a la técnica para analizar el sistema de refrigeración, se recurrirá Modelo Análisis Modal de Fallos y Efectos. AMFE, el cual es una herramienta tradicional empleada en el ámbito de la calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, fundamentalmente en la fase de diseño. En esencia se trata de un método, que por presentar características relevantes, resulta apropiado y útil para la prevención de posibles riesgos incluidos los laborales (Bestratén, Orriols, and Mata, 2004a). En ese sentido, este estudio tiene como uno de sus propósitos, mejorar la productividad del sistema de refrigeración de los productos farmacéuticos, analizando sus efectos. Esto permitirá que la Empresa Salog, pueda elevar su productividad y reducir sus costos operativos.

En esta matriz se puede apreciar que dentro del proceso de congelamiento de productos farmaceuticos existen problemas con la temperatura esto a consecuencia de la baja eficiencia de los equipos de refrigeracion,para lo cual se aplicara la herramienta AMFE

## **Trabajos previos**

En referencia a los trabajos previos o fuentes consultadas para este estudio, se ha tenido acceso a tesis, artículos científicos en los cuales se ha investigado acerca de la variable independiente “Método AMFE” y también sobre la productividad de los sistemas de refrigeración. Al respecto se mencionan los resultados obtenidos tanto en el contexto Internacional, así como en el contexto nacional:

### **Trabajos previos internacionales.**

Entre los trabajos de investigación internacionales se tiene a (Hugo and Niño, 2017) quienes investigaron acerca del desarrollo de una aplicación transversal de la termodinámica de equilibrio, recurriendo al uso de conceptos sobre energía, generación de entropía y el análisis exergo económico como una herramienta para cuantificar irreversibilidades ocultas, medir la eficiencia racional y la productividad multifactorial, aplicada a un proceso termodinámico reversible producción de frío de tipo cíclico, nivel macroscópico y sin transformación molecular: cadena de frío. Concluyeron que la medición se validó con dos casos de estudio disímiles e independientes, y se obtuvo la eficiencia racional comparada y absoluta para una estructura productiva con cadena de frío por compresión de vapor y ultra congelación IQF, en cadena agroindustrial (pecuaria y agrícola) de empresas localizadas en Duitama, Colombia y León, Guanajuato (México). También, (Bravo, 2018) validó un sistema de cadena de frío para productos que requería temperaturas bajas en el proceso de refrigeración. Concluyo que dicho sistema funciona y conserva los productos con un rango de temperatura que está entre  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-25^{\circ}\text{C}$ . Asimismo, (Kabak and Özveri, 2018), quienes investigaron acerca del método AHP (Proceso de Jerarquía Analítica) y el PROMETHEE (Método de Clasificación por Preferencia para la Evaluación del Enriquecimiento), concluyeron que se obtuvieron resultados favorables y adecuados en la priorización de los modos falla. Asimismo, (Moreno, Bandarra y Guevara 2018, concluyeron que existen diferencias de temperatura de aproximadamente 8,6% entre la temperatura ambiente y la temperatura de la cámara de frío. También, (Ocampo y Rodríguez 2016, sostuvieron que la cadena de frío en el ámbito colombiano, no presenta las capacidades para asegurar las necesidades de los clientes sobre productos termolábiles transportados, existiendo además, cierta brecha en relación a los estándares mundiales.

## **Trabajos previos nacionales**

En referencia a los trabajos de investigación nacionales realizados, se tiene a (Aldonates, 2018), quien realizó una propuesta de mejora para el mantenimiento preventivo de los sistemas de refrigeración para optimizar el cumplimiento de los servicios en una empresa de refrigeración de productos, estudio de enfoque cuantitativo, y entre sus conclusiones indica que con la propuesta se logró codificar los equipos y materiales en un 100%. Asimismo, el tiempo en las actividades que presentaba inicialmente el manual, se redujo de 414.4 minutos a 335.5 minutos, disminuyendo en concreto 78.9 minutos por actividad de mantenimiento. También (Aramburu-Pardo, 2017) elaboró un modelo matemático con solución numérica en un programa de cálculo de compresión de vapor utilizado en procesos de conservación de productos en la industria agroalimentaria. Concluyó que al realizar el análisis de sensibilidad variando tanto el flujo másico del aire entregado por el ventilador, así como la velocidad de rotación del compresor. Dichas variables gobernarán el funcionamiento del sistema teniendo como variable de salida la temperatura del aire en la cámara de refrigeración. Asimismo, (Gago and Román, 2017) concluyeron que la temperatura de congelamiento desciende al evidenciarse cierta concentración de solutos inherentes a cada mezcla. También, (Tacca 2018), sostiene que el mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración reducen los costos totales en las dimensiones de costos, mano de obra y materiales, como se demuestra con la prueba estadística de Wilcoxon ( $p$  valor =  $0,020 < 0,05$ ). También, (Salazar 2015) concluyo, que la evaluación del sistema de refrigeración y el diseño de las mejoras, impulsan la productividad en la fábrica. Lo cual, es ideal para aumentar la demanda y la mejora de producción. Asimismo, esto permite brindar productos de calidad, y hace competitivos los productos de la empresa en el mercado.

## **Teorías relacionadas al tema**

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

El método AMFE es una técnica que se utiliza en las industrias para analizar los procesos y los productos en todas sus etapas. Es decir, se puede aplicar en cualquier tipo de proceso o aspecto, concibiendo que los procesos se ubican dentro de las empresas desde la fase de diseño y montaje hasta la fabricación matricial de productos, comercialización y hasta en la propia organización de la empresa y en todas las áreas que se tenga. Una de las razones principales por las cuales se aplica el AMFE, es precisamente la posibilidad de detectar los puntos llamados críticos, los cuales se tienen que eliminar o en todo caso, esto sirve para



elaborar y aplicar un sistema preventivo, que evite los fallos y minimice sus consecuencias, como lo sostiene (Bestratén, Orriols y Mata 2004b). En este sentido, el AMFE, permite integrar a la organización la cultura preventiva, teniéndose como premisa, además, que el trabajo en equipo permite la profundización del conocimiento, la mejora en la calidad de los productos y procesos, asociados a la reducción significativa de los costos. Por último, el método AMFE no considera los posibles errores humanos, sino las malas operaciones en el proceso de producción o fabricación y comercialización que se pueden presentar.

Este método ha sido utilizado en este estudio, con el propósito de analizar el proceso o vida del producto. Es un control cualitativo, que se aplica en todas las etapas de producción, que en nuestro caso está referido al sistema de refrigeración, el cual debe garantizar que los productos lleguen con ciertos controles en su calidad y conservación a cada uno de los usuarios. Uno de aspectos cruciales de este método, es que se tiene que asegurar la satisfacción de los usuarios, evitando los posibles fallos que se pueden generar en las instalaciones. Lo cual implica en la práctica, llevar un registro detallados que involucren a la satisfacción de los usuarios, y la comprobación de los resultados de los productos/procesos (Bestratén, Orriols y Mata 2004a). En ese sentido, las funciones prioritarias al aplicar el AMFE, son las denominadas funciones de servicio, las cuales no dependen solamente de la tecnología sino también del impacto que pueden generar en los usuarios.

Entre las funciones que desarrolla el AMFE, se pueden mencionar: (a) el producto que puede ser una pieza, o un conjunto de piezas o también el producto final, lo relevante de esta etapa es la revisión de las partes críticas para detectar los posibles fallos, (b) la seguridad de funcionamiento, que consiste en la fiabilidad de respuesta que incluye la conservación, la disponibilidad y seguridad ante posibles riesgos, (c) la detectabilidad, que permite detectar los posibles riesgos de accidentes en el proceso, (d) la frecuencia, que en la cual se puede medir la recurrencia o repetición o probabilidad de determinado fallo, (e) la gravedad en la cual se puede medir el daño esperado que provoca el fallo, según la percepción del cliente-usuario (Bestratén, Orriols y Mata 2004a).

Por otra parte, (Hervás, 2008) sostiene que las fases del método AMFE son dos fases: la fase inicial que incluye: (a) decisión de mejorar la calidad del producto que se desea diseñar (b) la formación del equipo de trabajo, con personas de experiencia y conocimiento (c) definición o identificación del producto o el proceso, delimitando con claridad el alcance, (d) recopilar información, el cual incluye diagrama de bloques, funciones y diagrama de

sistema, (e) recopilar datos de fallos potenciales y reales y clasificarlos. La segunda y última fase es la de mejora continua, que contiene (f) realizar el análisis AMFE por componentes y por función, (g) implantar acciones correctivas, (h) mejora continua y aumento de la calidad.

### **Términos y conceptos básicos asociados al AMFE**

La aplicación del método AMFE, implica conocer previamente un conjunto de términos y conceptos para su mejor comprensión. En ese sentido, se tiene: (a) cliente o usuario, que es entendido como la fase del proceso en la cual se aplica el método. En esta línea de pensamiento, uno de los aspectos más importantes es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, (b) el producto, que está constituido por una pieza o un conjunto de piezas. En este aspecto, uno de los propósitos es establecer ciertos límites a lo que se quiere analizar, así como también definir la función que se va a realizar, (c) la seguridad de funcionamiento, que implica la conservación, disposición y seguridad ante posibles daños, en condiciones normales, como frente a las contingencias, (d) detectabilidad, en el caso que se presenta un fallo en el proceso, que probabilidad se tiene de detectarlo, para actuar en la solución del problema, (e) frecuencia, lo cual se refiere a la medida de la repetitividad potencial de ocurrencia de un fallo, es decir, la probabilidad de aparición de un fallo en cualquier etapa del proceso, (f) gravedad, que es la medición del fallo, según la percepción del cliente o usuario, (Bestratén, Orriols y Mata 2004b. Asimismo, se entiende que la elaboración de un AMFE, requiere de la conjunción de esfuerzos de un equipo multidisciplinar de la empresa u organización.

### **Fases o etapas del método AMFE**

Las fases o etapas que define (Cuatrecasas 2005), son las siguientes: (1) la descripción detallada del proceso, que implica la elaboración de un diagrama para las actividades u operaciones a realizar (2) la delimitación de los modos de fallos potenciales, los cuales se atienden en función a la satisfacción y expectativas del cliente, (3) el establecimiento de los efectos de los fallos potenciales, identificando también las posibles consecuencias, (4) la determinación de las causas de los modos potenciales de fallos, (5) El establecimiento de los controles actuales, es decir, se tienen que detectar las causas de los modos de fallos y (6) la revisión o evaluación de los índices de los modos de fallos. En esta fase o etapa, se establecen, criterios de acuerdo a la gravedad y frecuencia con que se presentan, para lo cual se utiliza una escala numérica vigesimal de 1 hasta 10, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.

*Criterios de valorización de la gravedad de los 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 descontento.	4 - 5
Moderada	El modo de fallo afecta relativamente al cliente, genera insatisfacción	6 – 7
Elevada	El modo de fallo es de gravedad, ocasiona un grado moderado de insatisfacción, y reproceso	8 - 9
Muy elevada	Modo de fallo es crítico, genera problemas graves para el cliente, tanto de seguridad o de no conformidades	10

Fuente: (Cuatrecasas 2005)

En referencia a la gravedad que está asociada a cada fallo, se evidencia también los efectos del modo fallo, con las consecuencias que puede percibir el cliente o el costo que implica su reparación. En ese sentido, tal como lo sostiene (Cuatrecasas 2005), se ha establecido una escala vigesimal de 1 hasta 10, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6.

*Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia*

<b>Gravedad</b>	<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Remota	No existe fallos anteriormente o inexistente.	1- 2
Escasa	Pocos fallos aislados anteriormente	3 - 4
Baja	El fallo apareció ocasionalmente en el pasado	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 2005)

También, en relación a la frecuencia, se dice que está relacionada a la probabilidad de ocurrencia de las causas de los fallos, y su valoración se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.

*Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia*

<b>Gravedad</b>	<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
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 detectada y es percibida de manera elevada por el cliente	10

Fuente: (Cuatrecasas 2005)

Asimismo, la detectabilidad, también se define como la probabilidad de las detecciones de todas las causas que dan origen a los fallos que en la práctica son difíciles de detectar y evidencian gran impacto en la satisfacción de los clientes. A nivel de concreción se evalúan los controles para detectar las causas de modo de fallo, de manera que, si el resultado es menor, la capacidad calcular el índice de detección del índice será mayor. (7) en esta penúltima etapa, se calcula el índice de prioridad de riesgo (IPR), se entiende como el índice de probabilidad de ocurrencia y se define como el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, es decir:  $IPR = G \times O \times D$  y (8) la última fase, consiste en básicamente en la elaboración del AMFE

## **Dimensiones del Método AMFE**

### **Dimensión análisis de fallas**

En relación al análisis de fallas, Gutiérrez (2014), citado por (Eguilas 2018) sostiene que la calidad es la ausencia de deficiencias en las propiedades o características del producto que

se está utilizando. Asimismo, establece la siguiente fórmula para el cálculo de las fallas por materiales:

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

Dónde:

Fm: falla por materiales

#fm: número de fallas por materiales

n: Total de fallas reportadas

### **Dimensión análisis modal de efectos**

Para Cuatrecasas (2010) citado por C, las posibles pérdidas o averías, errores o fallos de los equipos, implican tiempos muertos en los cuales se paraliza las máquinas y ocurre el paro total, debido a problemas que impiden su funcionamiento. En ese sentido los modos de falla, están presentes dentro del proceso productivo. La falla por máquina se puede establecer mediante la siguiente fórmula:

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

Fuente: (Eguilas 2018)

FM: Falla por máquina

#FM: Número de fallas por máquina

n: Total de fallas reportadas

### **Características y ventajas de la metodología AMFE**

Las características y ventajas más relevantes que contiene el método AMFE, son las siguientes: (a) la identificación de todas las formas de fallos potenciales, (b) el proceso de evaluación de los modos de fallo, estableciendo la gravedad de los mismos y sus consecuencias, (c) el establecimiento de métodos que permitan la detección de los fallos, atendiendo a sus particularidades y (d) la identificación y control de acciones que puedan corregir el diseño, las acciones requeridas, minimizando el fallo y los riesgos asociados (Cuatrecasas 2005).

## **Sistemas de refrigeración**

Los sistemas de refrigeración en las empresas e industrias que se dedican a la conservación y comercialización de productos alimenticios, productos farmacéuticos, requieren estándares adecuados para que dichos productos conserven sus propiedades originales al llegar a los usuarios. Asimismo, por ejemplo, en la conservación de alimentos la congelación o conservación cumple tres etapas: primero la temperatura se reduce hasta el punto de congelación, el agua en el alimento se convierte en hielo (fase que es llamada calor latente): luego la temperatura se reduce hasta un punto de congelación final de  $-18^{\circ}\text{C}$ , lo cual sino es controlado o no se cuenta con equipos mejorados, un proceso lento de congelación puede dañar los productos alimenticios dado que el proceso destruye sus células (Linde, 2019). En ese sentido, se necesita que se mejoren los ambientes y maquinarias de los sistemas de refrigeración, haciéndolos más eficaces en términos de tiempo, producción y economía para las empresas. Por estas razones, el proceso de congelación debe ser en forma muy rápida para que se conserve la calidad elevada del producto.

Existen varios sistemas de refrigeración, entre ellos uno de los más utilizados es el sistema de compresión a vapor, para la generación de frío a escala doméstica, comercial o industrial, dado que la refrigeración supone un alto consumo energético y su impacto medioambiental está bien caracterizado por los especialistas. Por ejemplo, los supermercados consumen casi entre 2 a 3 millones de kw/h anuales y relativamente casi el 50% de esta energía es consumida entorno a los procesos de refrigeración (Bejarano et al. 2013). Asimismo, existen sistemas de refrigeración como el sistema por absorción, que es utilizado en la agricultura, como es el caso de enfriamiento de frutas a temperaturas de 3 a  $6^{\circ}\text{C}$ , lo cual garantiza un transporte seguro, dado que el enfriamiento de frutas con el aire frío es la practica más común (Isaza, Pilatowsky, Romero, & Cortes, 2010). Otra opción la constituyen los sistemas de refrigeración por adsorción solar, los cuales no emiten gases contaminantes a la atmosfera, y su elaboración es de fácil mantenimiento y algunos prototipos se pueden hacer con elementos de fácil adquisición (Moreno, Bandarra y Guevara 2017). También, el sistema de enfriamiento que se está utilizando en algunas empresas es el de absorción, el cual tiene la ventaja de trabajar con refrigerantes que no atentan contra la capa de ozono y se constituyen en la práctica, en energéticos y ambientalmente más sostenibles. En ese sentido, se puede utilizar la energía solar, energía de biocombustible entre otros (Trujillo y Lemaître 2012).

Por otro lado, (De Angelis, Saro y Truant 2017, sostienen que los sistemas de enfriamiento evaporativo directo e indirecto permiten un ahorro de energía de alrededor del 50% y 40% para todas las ubicaciones consideradas, respectivamente. Asimismo, en algunos contextos como el Reino Unido, los sistemas de refrigeración los cuales son esenciales para la conservación de los productos que consume la población, tienen en la práctica un impacto negativo para el medio ambiente por la emisión de gases de efecto invernadero, como lo son las emisiones indirectas, que están asociadas al consumo de electricidad.

Aproximadamente la mitad del consumo de energía en los supermercados está asociada con el sistema de refrigeración [1].

El sistema de refrigeración que es esencial para la conservación de los productos tiene un impacto ambiental negativo notable debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI): emisiones indirectas del consumo de electricidad y emisiones directas debido a fugas y tipo de refrigerante [2]. Las emisiones totales de GEI de la cadena de refrigeración de alimentos en el Reino Unido son 13,720 kT CO<sub>2</sub>, donde el 35% se crea a partir de

Las emisiones directas y el 65% de las emisiones indirectas. El sector minorista es responsable del 47% de las emisiones totales en el Reino Unido

### **Cadena de frío**

La cadena de frío es definida como un conjunto de procedimientos fundamentales o básicos para la administración, la preservación y procedimientos establecidos dentro naturalmente de un rango de temperaturas específicas predeterminadas, que puedan garantizar la calidad de los productos farmacéuticos desde los laboratorios de la empresa fabricante hasta que lleguen al paciente para el suministro correspondiente. En esta línea de pensamiento, (Vértiz 2011b, sostiene que existen familias de temperaturas que están siendo utilizadas para la conservación de los productos farmacéuticos, desde la salida del laboratorio fabricante hasta su administración al paciente en temperaturas ambiente de zonas climáticas: (a) Fresco: 8°C a 15°C, (b) Refrigerado: 2°C a 8°C, (c) No congelado: > 0°C, (d) congelado < -20°C y finalmente, (e) la congelación criogénica: -70 o -180°C

En referencia a las fallas que se evidencian en el proceso de producción. Estas pueden tener origen en diversas causas, que de alguna manera afectan algún modo de fallo, los cuales, a

su vez, pueden ser independientes entre sí. En ese sentido, es posible que exista una relación de dependencia entre las causas, tal como se muestra en la figura 3.

### **Productividad**

La productividad en estos últimos años en el Perú ha significado un permanente análisis y evaluación por parte de la comunidad empresarial y académica. El propósito es mejorarla, pero utilizando los recursos en forma adecuada. Por esta razón, la productividad es entendida como una medida de la eficiencia en el uso de los factores en el proceso productivo. En ese sentido, en el Perú en particular, la economía peruana ha registrado cierto crecimiento de aproximadamente 3.2% entre los años 1980 y 2014; y contribuyendo el factor trabajo con el 0.9%, el factor capital contribuyó con el 19% y un 0.4% está asociado o se debe a la productividad de estos factores (Céspedes, Lavado, and Ramírez, 2016). Por ello, la distribución adecuada por ejemplo de los recursos disponibles, implica que el componente de la productividad se mejore permanentemente, asociado a la transformación estructural de renovación y formalización. En esta línea de pensamiento, (Roberto, 2012) sostiene que es necesario sanear los procesos productivos en todas las áreas de la empresa para alcanzar una adecuada competitividad; pero concomitante a esta realidad dentro de la empresa, existen no pocas resistencias cuando se pretende incorporar ciertas innovaciones que involucran el incremento de la productividad y el ahorro de costos.

La productividad en estos últimos años ha tomado singular relevancia en las empresas, como también en las cadenas productivas, dado que se ha convertido en una condición necesaria analizar el desempeño de los trabajadores, la innovación tecnológica y la definición y reestructuración de estrategias que posicionen a la empresa dentro del mercado. En esta línea de pensamiento, (Morales and Masi, 2014) sostienen que la alta productividad asociada a una estrategia bien definida permiten el aumento de la competitividad y también la innovación en las empresas. Este aumento o incremento se convierte en un elemento diferenciador que posibilita el éxito a nivel nacional e internacional.

En el caso específico de la productividad en el campo de la refrigeración, se entiende que la misma está definida como la ciencia o técnica de producir y mantener temperaturas por debajo de la temperatura atmosférica local, aplicando esto a objetos y alimentos. En un sentido práctico, se trata del funcionamiento de las máquinas encargadas de producir estas temperaturas. En ese sentido, la temperatura de cualquier sistema de refrigeración se



mantiene básicamente por controladores de histéresis distribuidos en serie, y atendiéndose a un posible problema de configuración de control como lo es la sincronización como lo manifiestan (Wisniewski y Larsen 2008).

## **Dimensiones de la productividad**

### **Eficacia**

La eficacia es entendida como el grado en que se alcanzan los objetivos y metas propuestas en función de los resultados que se han obtenido. La eficacia implica en establecer estrategias y actividades direccionadas a los procesos para el cumplimiento de programado por la organización (Mejía, 2018).

### **Eficiencia**

Cuando se piensa en la eficiencia se asocia la idea del logro de cualquier objetivo al menor costo posible por unidad de producción. Se tienen que evidenciar también, el uso óptimo de todos los recurso que se disponen para alcanzar los objetivos propuestos (Mejía, 2018)

## **Formulación del problema**

En este estudio, se han formulado un

### **Problema general:**

¿Cómo la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao?

### **Problemas Específicos:**

(a) ¿Cómo la aplicación del Método AMFE en la mejora de la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao?,

(b) ¿Cuál es la aplicación del Método AMFE en la mejora de la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao?

### **Justificación del estudio.**

La investigación permitirá que la empresa Salog genere una eficiencia en su proceso productivo de sistema de refrigeración mediante el estudio del sistema AMFE. El modo de fallo y análisis de efectos (FMEA) es una herramienta estructurada que investiga los modos de fallo y sus efectos. El objetivo es identificar los posibles puntos débiles y mejorar la fiabilidad, disponibilidad o la seguridad. Un sistema o proceso se descompone

jerárquicamente en sus elementos básicos y luego se examinan los modos de fallo de los elementos para las causas y efectos (Schmittner et al. 2014)

Desde el punto de vista económico, este estudio se justifica porque la aplicación del método AMFE, Le permite a la empresa SALOG, reducir los costos de la productividad del sistema de refrigeración, dado que se aumenta la eficiencia y eficacia de las máquinas en el control y reducción de temperatura en todo el proceso. Asimismo, desde una perspectiva técnica el estudio se justifica, dado que en el diagnóstico de las máquinas y de los procesos antes y después de aplicar el método AMFE, se provee a la empresa de herramientas de control y evaluación, de la productividad del sistema de refrigeración. Finalmente, desde un enfoque social, la presente investigación se justifica, porque el control de la temperatura de los productos farmacéuticos, en todo el proceso hasta llegar a su consumo, garantiza su utilización en condiciones que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), como parte de una estrategia de las organizaciones de las ciencias de la salud, en aras de lograr una mejor calidad de vida de la población.

### **Hipótesis**

Las hipótesis son supuestos teóricos que el investigador formula y que a partir del recojo de datos y su posterior procesamiento, es necesario su prueba o contrastación. Al respecto, (Bernal 2010) sostiene, que una hipótesis es una suposición que el investigador formula por anticipado sobre el problema que será objeto de investigación. Por consiguiente, la tarea del investigador se tiene que orientar a la prueba de dicha suposición o hipótesis. En ese sentido, para este estudio se tiene una.

#### **Hipótesis general:**

La aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

#### **Hipótesis específicas:**

##### **Primera hipótesis específica**

La aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

### **Segunda hipótesis específica**

La aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

#### **Objetivo general**

Determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

#### **Objetivos específicos.**

##### **Primer objetivo específico**

Determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

##### **Segundo objetivo específico**

Determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

#### Enfoque

El enfoque de este estudio es cuantitativo, dado que se utiliza la estadística como una de sus herramientas y también el método científico el cual es sistemático y unitario (Anguera et al. 2010).

#### Tipo de estudio

Asimismo, en relación al fin que persigue la investigación, este estudio es aplicado, porque se pone especial esfuerzo en la solución del problema y además se ofrecen elementos con aplicaciones de carácter tecnológico que ayuden a la toma de decisiones (Müggenburg y Pérez 2019).

#### Diseño del estudio

También, este estudio es pre experimental puro (porque), dado que se trabaja con una sola muestra de datos, a la cual se le aplicó el método AMFE, para controlar los procesos de enfriamiento y la productividad. Asimismo, por los momentos en los cuales se miden los datos de la variable, esta investigación es longitudinal (Hernández, Fernández y Baptista 2014b).

$$G = O_1 - X - O_2$$

*Figura 6. Diseño de investigación pre-experimental*

G: Muestra de estudio

O<sub>1</sub>: Pre Test

X: Tratamiento

O<sub>2</sub>: Post - Test

### 2.2 Variables, Operacionalización

#### Variables

#### Definición conceptual de la variable independiente: método AMFE

Una de las razones principales por las cuales se aplica el AMFE, es precisamente la posibilidad de detectar los puntos llamados críticos, los cuales se tienen que eliminar o en

todo caso, esto sirve para elaborar y aplicar un sistema preventivo, que evite los fallos y minimice sus consecuencias, como lo sostiene (Bestratén et al., 2004b).

### **Definición Operacional de la variable independiente: método AMFE**

Operacionalmente el método AMFE opera mediante dos dimensiones: método de fallas de materiales y método de fallas de máquinas y procesos. Este método tiene como principales características que pueden controlar los elementos de función, la detección de las fallas, el modo de fallo, los efectos, el índice  $IPR = G \cdot O \cdot D$  y las acciones propuestas. Asimismo, para medir método de falla por materiales se utiliza el ratio:  $fm = \frac{\#fm}{n}$ , donde fm: falla por materiales, N: cantidad de número de fallas. Método de fallas por maquinas  $FM = \frac{\#FM}{n}$ , donde FM: falla por máquina, N: número de fallas

### **Definición conceptual de la variable dependiente: productividad**

En el caso específico de la productividad en el campo de la refrigeración, se entiende que la misma está definida como la ciencia o técnica de producir y mantener temperaturas por debajo de la temperatura atmosférica local, aplicando esto a objetos y alimentos. En un sentido práctico, se trata del funcionamiento de las máquinas encargadas de producir estas temperaturas. En ese sentido, la temperatura de cualquier sistema de refrigeración se mantiene básicamente por controladores de histéresis distribuidos en serie, y atendándose a un posible problema de configuración de control como lo es la sincronización como lo manifiestan (Wisniewski y Larsen 2008).

### **Definición operacional de la variable dependiente: productividad**

La variable dependiente productividad se define mediante dos dimensiones: eficacia (con indicadores RA/RE) , en donde RA: resultado alcanzado, RE: Resultado esperado.

Asimismo, la eficiencia se mide con la ratio:  $\frac{\frac{RA}{CA \cdot TA}}{\frac{RE}{CE \cdot TE}}$ , donde además CA: costo alcanzado,

TA: Tiempo alcanzado, CE: costo esperado y TE: tiempo esperado.

Asimismo, la escala de medición es de intervalo o razón y los niveles de medición establecidos son: Muy eficiente  $> 1$ , Eficiente  $= 1$ , Deficiente  $< 1$ .

## Operacionalización de variables

Tabla 8.

### Operacionalización de la variable dependiente Productividad

Aplicación del AMFE para la mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Productividad	En un sentido práctico, se trata del funcionamiento de las máquinas encargadas de producir estas temperaturas. En ese sentido, la temperatura de cualquier sistema de refrigeración se mantiene básicamente por controladores de histéresis distribuidos en serie, y atendándose a un posible problema de configuración de control como lo es la sincronización como lo manifiestan (Wisniewski & Larsen, 2008)	La variable dependiente productividad se define mediante dos dimensiones: eficacia (con indicadores RA/RE), eficiencia (con indicadores (RA/(CA*TA))/(RE/(CE*TE))) . Asimismo, la escala de medición es de intervalo o razón y los niveles de medición establecidos son: Muy eficiente > 1, Eficiente = 1, Deficiente < 1 (Mejia,2018)	Eficacia	Comparación entre lo alcanzado y lo esperado	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$\frac{RA}{RE}$ RA: Resultado alcanzado RE: Resultado esperado
			Eficiencia	El costo incurrido y el tiempo empleado para la ejecución de la meta deseada	Razón	Observación y registro	Ficha de registro	Porcentaje	$\frac{RA}{\frac{CA * TA}{RE}}$ $\frac{RE}{CE * TE}$ CA: Costo alcanzado TA: Tiempo alcanzado CE: Costo esperado TE: Tiempo esperado

Tabla 9.

*Operacionalización de la variable independiente método AMFE*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Método AMFE	Una de las razones principales por las cuales se aplica el AMFE, es precisamente la posibilidad de detectar los puntos llamados críticos, los cuales se tienen que eliminar o en todo caso, esto sirve para elaborar y aplicar un sistema preventivo, que evite los fallos y minimice sus consecuencias, como lo sostiene (Bestratén, Orriols y Mata 2004b).	El Método AMFE, operacionalmente pone en común todas las disconformidades o fallos posibles del producto o proceso que se pretende analizar. En ese sentido, (Lloréns y Fuentes, 2001) citados por (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006), sostienen que las etapas son: (a) fallo que se evidencia cuando produce una disfuncionalidad, es decir que el elemento analizado no funciona conforme a lo esperado, (b) modo de fallo, que es entendido como la forma en que se produce el fallo, (c) efecto del fallo, viene a constituir el resultado que se obtienen al producirse el fallo, (d) Efecto del fallo, viene a ser el resultado cuando se identifica el fallo, (e) causas del fallo, que son todas las fallas identificadas en cada modo de fallo.	Método de fallas por materiales	% modo de fallas por materiales	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$fm = \frac{\# fm}{n}$
			Métodos de fallas por máquinas	% de fallas por máquina	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	$FM = \frac{\# FM}{n}$

Tabla 10.

*Interpretación de los resultados de la eficacia y eficiencia*

Eficacia		Eficiencia	
RA/RE		$\frac{\frac{RA}{CA * TA}}{RE / CE * TE}$	
Rangos	Puntos	Rangos	Puntos
0 -20%	0	Muy eficiente > 1	5
21 – 40%	1	Eficiente = 1	3
41 -60%	2		
61 – 80%	3		
81 – 90%	4	Ineficiente < 1	1
➤ 91%			

Dónde: R = Resultado, E = Esperado, C= Costo, A = Alcanzado, T = Tiempo

### 2.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

La población de este estudio está constituida por el registro de temperatura en grados centígrados de la productividad del sistema de refrigeración de la empresa. SALOG, dichas mediciones expresan la valoración de la eficacia y eficiencia de la temperatura, en relación, a sus ratios de medición. Asimismo, la eficacia se mide mediante el indicador RA/RE con una escala de 0 hasta 5 puntos, la eficiencia tiene como indicador  $(RA/(CA*TA))/(RE/(CE*TE))$  y valoraciones para la medición son: 1, 3, 5. En este sentido, se entiende como población al conjunto de elementos que poseen las mismas características y propiedades (Hernández, Fernández y Baptista 2014a).

#### Muestra

La muestra es entendida como un subgrupo de la población. Para este estudio la muestra seleccionada está constituida por 60 mediciones de temperatura medida en los meses de Marzo y Abril de dos años consecutivos (2018 y 2019) que evidentemente, poseen las mismas características y propiedades que los demás elementos de la población (Hernández, Fernández y Baptista 2014b). Esta muestra es intencionada, y se trabajó con las mediciones a las cuales se ha tenido permiso y acceso para el recojo de datos. Asimismo, se excluyen los datos que por razones de tiempo y autorizaciones no fueron posibles registrarlos.



N= 60

## Muestreo

El muestreo de este estudio es no aleatorio, dado que la muestra es intencionada, y se trabajó con un solo grupo de datos de las mismas unidades de análisis.

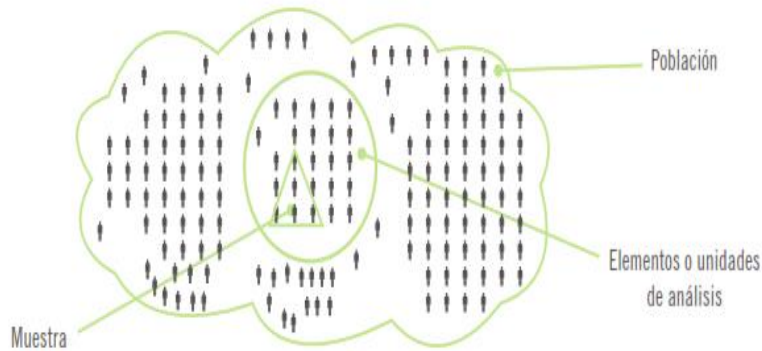


Figura 7. Población y muestra

Fuente : Hernández, Fernández y Baptista

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

### Técnica de observación y registro

La técnica utilizada en esta investigación es la observación y registro, la cual consiste en recoger los datos de las temperaturas en grados centígrados en un tiempo limitado, en una hoja de cálculo del programa Sitrad, generado a partir de la información que se recogió de la máquina compresor. Al respecto, (ramirez alberto 2008 sostiene que la observación es una técnica que es utilizada en la investigación científica como un proceso sistemático y riguroso, que permite registrar en forma directa los datos del objeto de estudio.

### Validez

En cuanto a la validez, el instrumento o ficha de observación y registro del método AMFE ya ha sido validado en otros estudios académicos anteriores. Por lo que, no se ha recurrido al juicio de expertos en esta investigación. Al respecto, (Hernandez y Mendoza 2018, sostienen que la validez es el grado en que un instrumento refleja la medición de los indicadores de acuerdo al constructo teórico de la variable.

### Confiabilidad

La confiabilidad no se verificará con estadísticos, dado que los puntajes de medición los asignará la máquina de medición en base a la escala de grados centígrados establecidos. En

este orden de ideas, se entiende la confiabilidad como el grado en que un instrumento expresa la medición de una variable, es decir, que si se mide el mismo instrumento en repetidas oportunidades y en situaciones relativamente similares, debe resultar aproximadamente el mismo valor del estadístico, tal como lo mencionan (Hernandez y Mendoza 2018).

### **Procedimiento**

En lo referente a los procedimientos realizados para desarrollar este estudio, se tiene que previamente hizo la descripción de la realidad problemática, de la Empresa SALOG, respecto a la eficacia y eficiencia de la productividad en el sistema de refrigeración de los productos médicos. Asimismo, se realizaron mediciones de diagnóstico de la temperatura, con el propósito de establecer una evaluación de las altas y bajas de temperatura, lo cual evidenció que se producía desequilibrios en el sistema lo cual acarrea, mayor consumo de energía y en otros aspectos la mercadería era devuelta, por no cumplir con los estándares establecidos en el sistema de conservación de temperatura de los productos médicos. También ante esta problemática, se buscaron estudios empíricos realizados en el contexto internacional como en el contexto nacional, fuentes teóricas referentes al Método AMFE y sobre el constructo de la variable productividad, desde el enfoque particular de un sistema de refrigeración.

Para la concreción de este estudio, previamente se consultó al docente asesor, acerca de la posibilidad de mejora, en la productividad de sistema de refrigeración de la empresa SALOG, tomando como marco de referencia que los dueños y gerentes de dicha empresa estaban interesados en mejorar la productividad en los procesos y productos. En ese sentido, el investigador con la autorización del docente asesor. Procedió a reunirse con los dueños y gerentes de la empresa SALOG, para explicarles acerca de las bondades que acarrea la aplicación del programa AMFE para la organización. Este método tiene como principales características que pueden controlar los elementos de función, la detección de las fallas, el modo de fallo, los efectos, el índice  $IPR = G \cdot O \cdot D$  y las acciones propuestas. Asimismo, para medir la eficacia se utiliza el ratio:  $RA/RE$ , en donde RA: resultado alcanzado, RE: Resultado esperado. Asimismo, la eficiencia se mide con la ratio:  $\frac{RA}{\frac{CA \cdot TA}{RE}}$ , donde además CA: costo alcanzado, TA: Tiempo alcanzado, CE: costo esperado y TE: tiempo esperado..

Tratándose de un estudio pre experimental, se trabajó con un solo grupo, y la medición de la variable independiente (productividad) se realizó antes de la aplicación de la herramienta

AMFE y al final de su aplicación, con la cual se demuestra que efectivamente se ha dado una mejora significativa.

## **2.5 Método de análisis de datos**

Los datos de la variable dependiente, se obtuvieron al medir la eficiencia y eficacia, así como la productividad del sistema de refrigeración. Para este propósito se partió de la idea que se aplica un método general asociado al enfoque cuantitativo. Es decir, el científico, el cual como se dijo anteriormente, es general y unitario. También se tiene que el método específico utilizado, dado que se tiene que contrastar hipótesis, se considera el método hipotético deductivo, el cual por su naturaleza va de lo general a lo particular. Para el recojo de los datos se utilizó una hoja electrónica en el programa Sitrad, luego se procesaron en el programa SPSS (Statistical package for the Social Sciences), en donde se generaron, tablas y figuras (diagramas de cajas) con su correspondiente análisis e interpretación descriptiva. Asimismo, para el análisis inferencial, se utilizaron la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov, para establecer si los datos de la productividad tienen distribución paramétrica o distribución no paramétrica. En esta línea de pensamiento, se determinó que la variable productividad tiene distribución no paramétrica, por lo cual se decidió utilizar el estadístico de prueba de hipótesis de rangos con signo de Wilcoxon, para probar la existencia de diferencias significativas entre el pre test y pos test de la productividad y de sus correspondientes dimensiones. Estas evidencias, implican que la aplicación del Método AMFE, mejora la productividad en el sistema de refrigeración de la empresa SALOG.

## **2.6 Aspectos éticos.**

En este estudio, se respeta la autoría de las fuentes de información, así como la fidelidad de los datos y el consentimiento de las autoridades de la empresa que generosamente han dado su consentimiento para aplicar el método AMFE. La publicación del informe de investigación es original, y no es copia de ningún otro estudio realizado por el investigador con anterioridad u otros investigadores. Asimismo, se consultaron artículos científicos de revistas indexadas revisados por pares, los cuales han servido para la elaboración de los antecedentes o trabajos previos como las teorías relacionadas a las variables de investigación.

## 2.7 Desarrollo de la propuesta.

### Descripción de la empresa

La empresa Salog, se ha constituido con capitales brasileños y fue creada en el Perú en el 2009, con el propósito de brindar servicios logísticos sobre: recepción, almacenamiento, distribución y entrega de medicamentos en el sector salud. Actualmente, tiene contrato vigente en este rubro, con ESSALUD, en el marco del contrato de Asociación pública privada (APP). La misión de esta empresa es, además, la de garantizar la conservación de los medicamentos y material médico, con la finalidad de beneficiar a más de 5 millones de peruanos

Tabla 11

*Datos de la empresa*

Datos de la empresa	
Razón social:	SALOG S.A
RUC:	20524114756
Dirección fiscal:	Av. Víctor Andrés Belaunde N°. 147 Urb. el Rosario Lima - Lima - San Isidro
Actividad comercial:	Almacenamiento, distribución y entrega de materiales en la red almacenes y farmacias Lima y Callao

Fuente: Elaboración propia

### Localización:

País: Perú

Provincia, ciudad y distrito: Callao

Dirección: Av. El Sol N°400 Callao

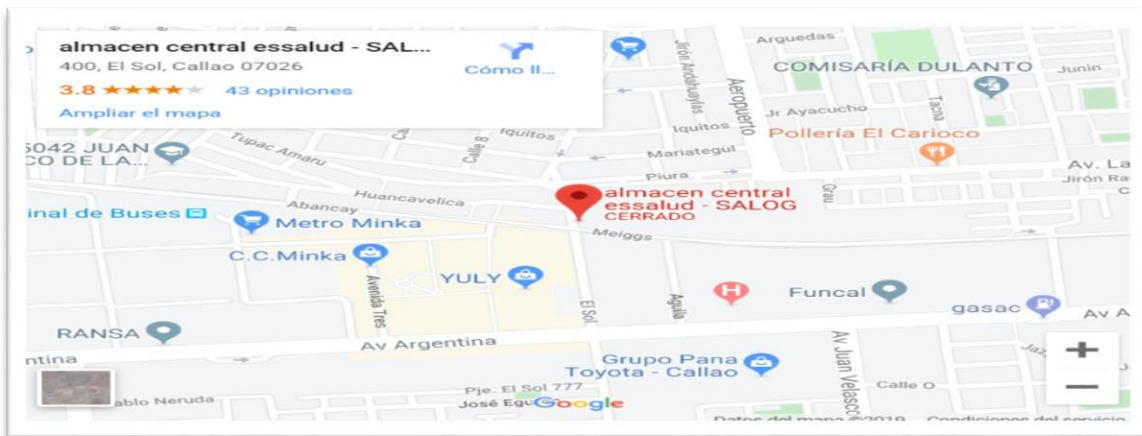


Figura 8. Ubicación de la planta

Fuente: Elaboración Propia

**Misión:**

Garantizar, mediante los mejores estándares de calidad y seguridad existentes, el suministro de medicinas y material médico de manera óptima, permanente y oportuna para los asegurados de EsSalud.

**Visión:**

Lograr que EsSalud sea la institución referente en América Latina en servicios de suministro de medicinas y material médico al servicio del asegurado.

**Situación actual de la empresa**

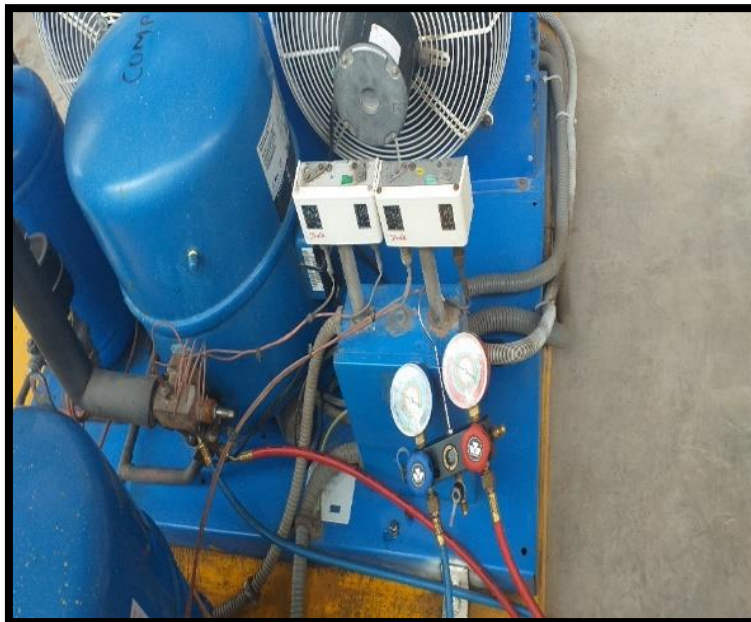
Durante el inicio del proyecto, se realizó una reunión con el encargado del área de mantenimiento, personal técnico del área y personal operario los cuales permitieron tener una mejor visión en relación del problema, identificando la baja producción del sistema de refrigeración, por las paradas inesperadas de las máquinas y la baja eficiencia del compresor modelo MTZ160HW3VE de marca Danfoss, el cual a su vez, es parte de la unidad condensadora. Esto implica, que las temperaturas de los productos lleguen al cliente con valores de temperatura arriba de los 0°C, ocasionando los rechazos de los productos farmacéuticos. Asimismo, para comprender la situación de la empresa en ese momento, se obtuvo información de los registros de temperatura del Software Sitrad, de la capacidad frigorífica de los equipos de refrigeración, como también, de los productos que ingresan para ser congelados y el nivel de porcentaje de los productos rechazados 17.14%, que se explica en la figura 3.

A continuación, se detalla el funcionamiento de la unidad condensadora MTZ160HW3VE, los cuales son modelos de tipo herméticos de pistón y están diseñados para temperatura media y baja. Este diseño, de compresor trabaja con un 100% de gas de aspiración.



Fuente: Elaboración propia

*Figura 9.* Unidad antes de la implementación



Fuente: Elaboración propia

*Figura 10.* Compresores antes de implementación

En la figura 9 y 10, se observa la unidad condensadora antes de la implementación de la herramienta AMFE. Asimismo, en la figura 11, se muestra el Layout de la empresa y en la figura 9, se observa el diagrama de recorrido del sistema de refrigeración de la cámara de congelado compuesto por dos compresores de capacidad de 23546 BTU/h / TE  $-31^{\circ}\text{C}$  / TC  $+45^{\circ}\text{C}$ , un condensador enfriado por aire, tanque separador de aceite, tanque receptor de

líquido, acumulador de succión, válvula de expansión termostática orificio 2 y un evaporador marca Guntner de 10kw/86207 Kc/h.

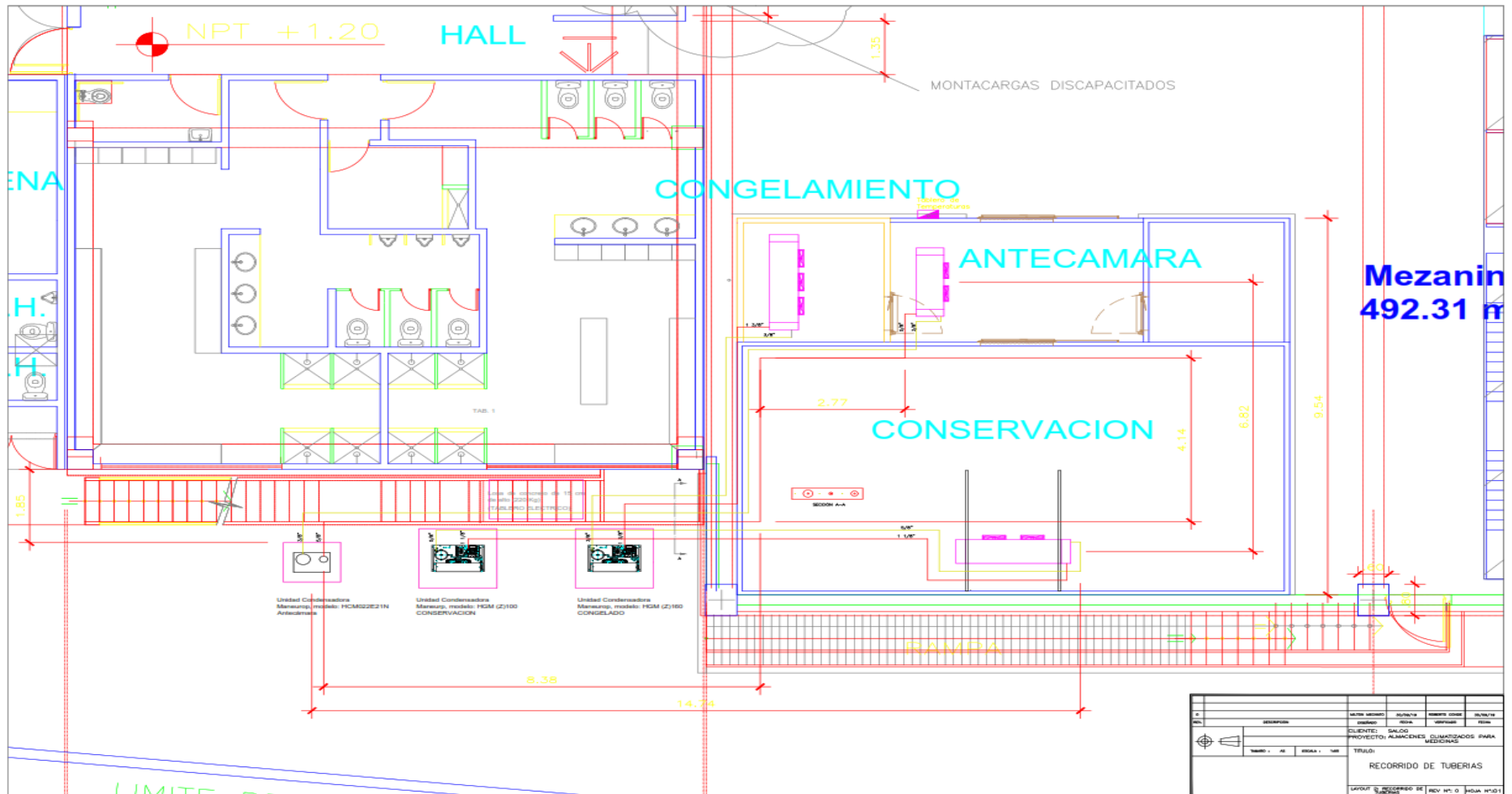


Figura 11. Diagrama de Layout empresa Salog

Fuente: Elaboración propia



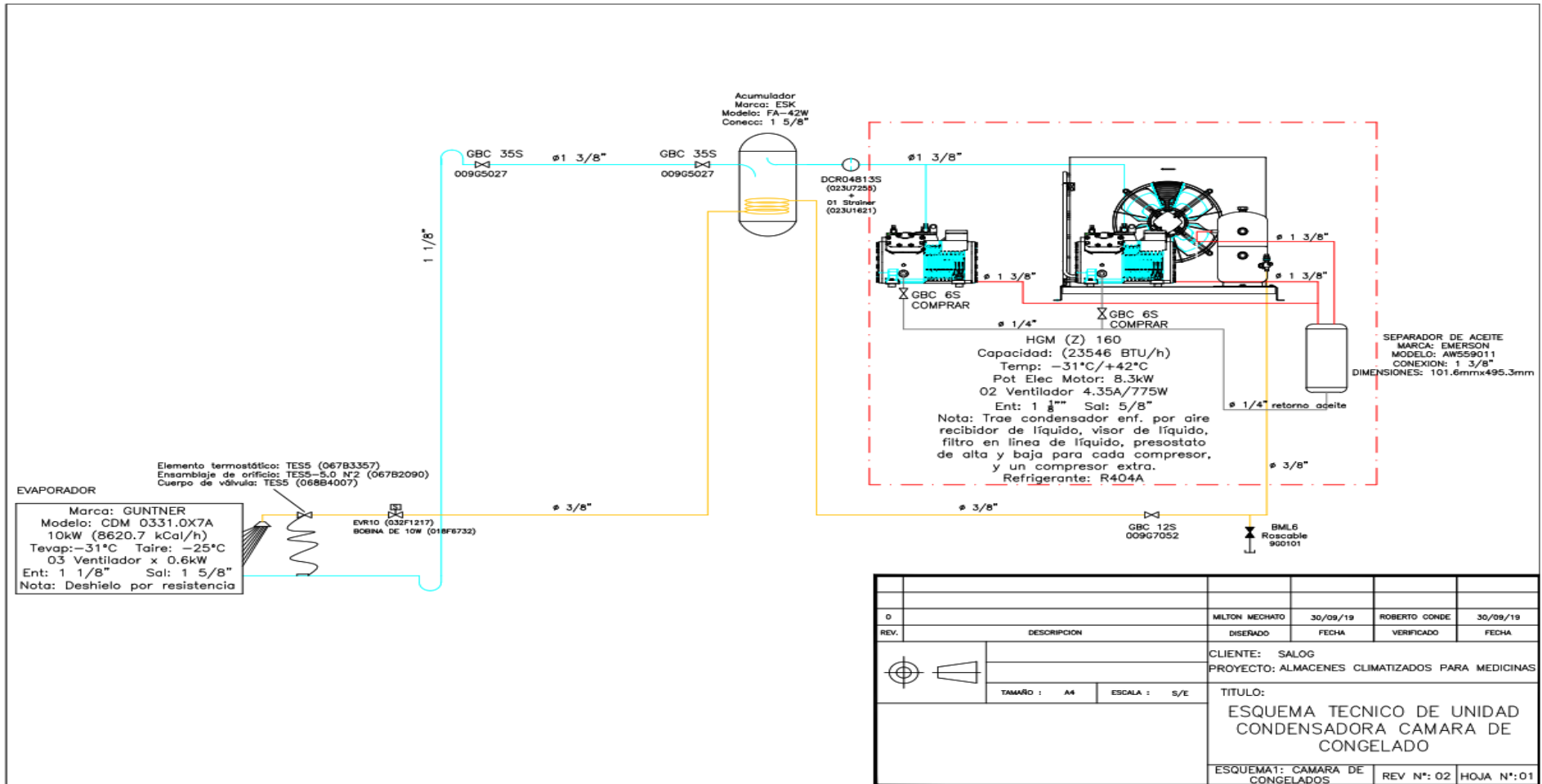
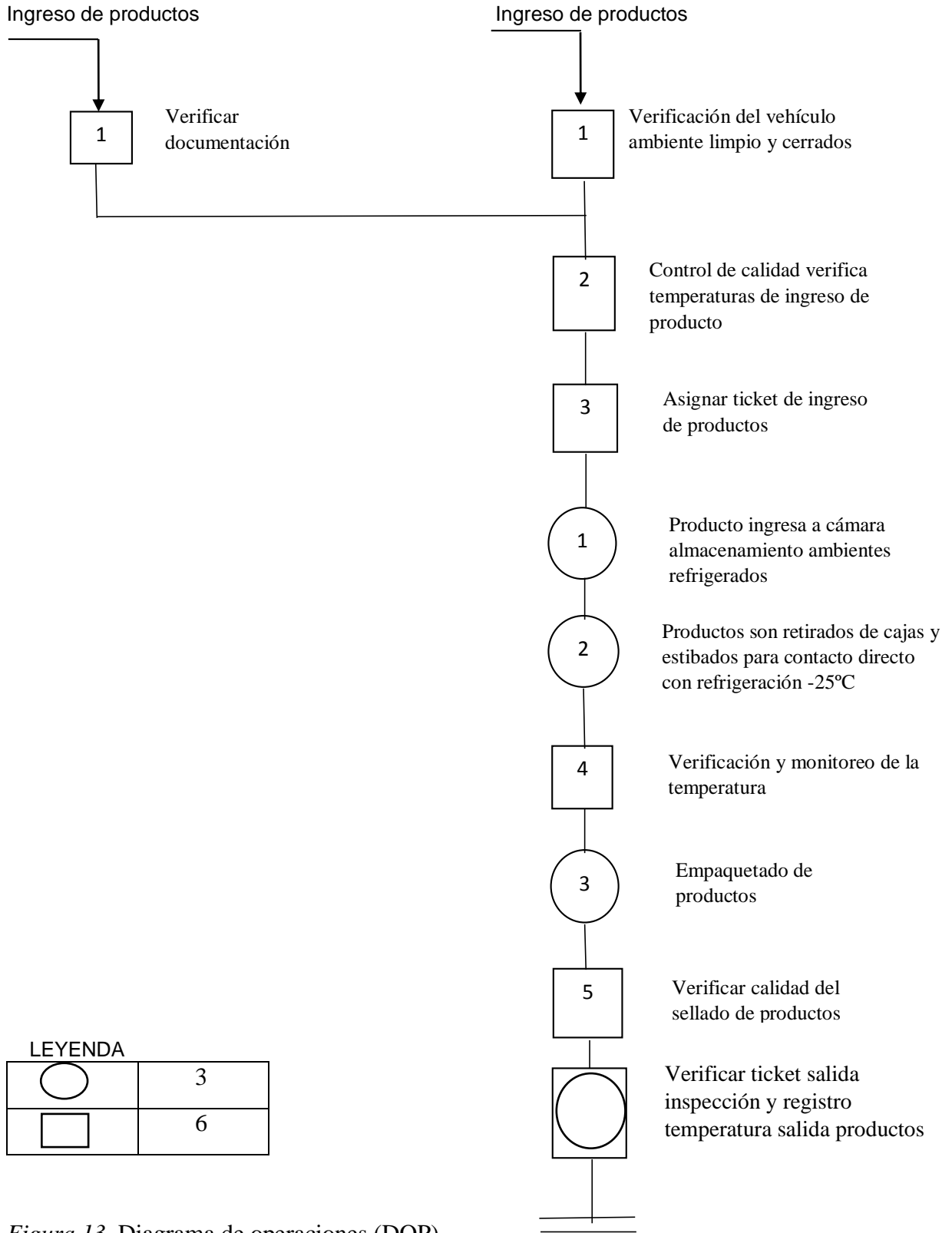


Figura 12. Esquema técnico diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia

### Diagrama de operación de procesos (DOP), SALOG



LEYENDA

○	3
□	6

Figura 13. Diagrama de operaciones (DOP)

Fuente: Elaboración propia

## **Interpretación del Diagrama de Procesos (DOP), Salog**

En el proceso de almacenamiento y distribución de los productos farmacéuticos, se realizan un conjunto de actividades que se detallan a continuación: (a) el ingreso de productos, donde el transportista presenta sus documentos de identificación, el expediente documentario, de los productos farmacéuticos sus implementos de seguridad SCTR, (seguro complementario de trabajo de riesgo), el personal debe de estar capacitado para la descarga y carga del vehículo, (b) la verificación del vehículo ambiente limpio y cerrado, (c) la comprobación sobre el vehículo, en el sentido que este cumpla con los requisitos en las normas de Buenas Prácticas de Distribución y Transporte establecidas en la R.M. N° 833-2015 MINSA, (d) el Control de calidad, en donde se verifica la temperatura de ingreso de productos: Personal de control de calidad revisa que los productos se encuentren bien embalados e identificado correctamente para asegurar que el producto que ingresa debe tener el símbolo de producto refrigerado para que no sea contaminado, (d) la asignación de un Ticket de ingreso: Personal asigna ticket de ingreso de los productos farmacéuticos para su identificación en los almacenes refrigerados de SALOG, (e) el ingreso de los productos a la cámara de almacenamiento ambientes refrigerados: Personal transporta los productos farmacéuticos en parihuelas hacia las cámaras de almacenamiento, (f) el retiro de los productos de las cajas para que tengan contacto directo con sistema de refrigeración temperatura -25°C: Personal estiba los productos dentro de los racks para que los productos tengan un buen contacto y distribución uniforme del sistema de refrigeración, (g) la verificación y monitoreo de la temperatura: La temperatura interna de la cámara se registra en el Software SITRAD y controles AKCC-210 danfoss, (h) el empaquetado de productos: Los productos farmacéuticos son empacados con sus respectivas identificaciones, (i) la verificación de la calidad del sellado de los productos: Personal de control de calidad verifica el correcto sellado y empaquetado de los productos farmacéuticos antes de ser transportadas a la rampa de despacho hacia los camiones de despacho y (j) la verificación del ticket de salida inspección y registro temperatura salida de productos: Personal de seguridad verifica y registra documentación de salida de productos farmacéuticos .

## Diagrama de análisis de procesos (DAP), Salog

Tabla 12.

### Diagrama de análisis de procesos (DAP)

Diagrama de análisis de procesos, SALOG								
Diagrama N°: 1 Hoja N°: 1			RESUMEN					
Objetivo: Explicar los procedimientos de almacenamiento de Productos Farmacéuticos.			Actividad		Actual	Prop	Econ	
			Operación	●	3			
Actividad: Almacenamiento, Distribución y Entrega productos Farmacéuticos			Transporte	➔	4			
			Espera	◐	1			
			Inspección	■	7			
Método: Actual/Propuesto			Almacena	▼	1			
			Distancia		131			
Lugar: Salog			Tiempo		4567			
Operario: A.C.R N° 1			Costo					
			M Obra					
Diseñado por M.C.M.A Fecha: 18/02/2019			Material					
Aprobado por: R.C.R Fecha: 25/02/2019			Total			16		
DESCRIPCIÓN	d. (m)	t. (m)	●	➔	◐	■	▼	Observación
Transporte refrigerados productos ingresan Salog	70	10		●				Ingreso productos
Verificación de documentación	0	5			●			
Verificación de vehículo ambientes limpios,cerreados y refrigerados	0	5			●			
Verificar calidad y temperatura de ingreso	0	5			●			Inspección
Traslado zona anden de descarga	9	12		●				
Asignación de ticket de ingreso	0	6			●			
Productos ingresan ambientes refrigerados para ser congelados	12	3 día 4320 Min					●	Inspección
Productos son retirados de cajas para ser estibados, y tener contacto directo sistema de refrigeración	0	60		●				
Verificación y monitoreo de temperatura	0	10			●			
Demora tiempo congelamiento	0				●			
Empaque de productos refrigerados para despacho	2	60		●				
Verificar calidad del sellado de productos	0	30		●		●		Tiempo 30 minutos
Transporte de productos zona anden despacho	8	14		●				
Verificar sellos de carga de alta seguridad y documentación salida productos	0	10				●		
Transporte productos / salida / despacho clientes	30	20		●				Producto final despacho clientes
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>	<b>4567</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración propia

## Interpretación del Diagrama de Análisis de Procesos (DAP), Salog

Como se observa en la Tabla 12, el proceso DAP necesita 4320 minutos. Tiempo excesivo, para que los productos que ingresan a la cámara puedan ser congelados. Esto ocurre porque, los compresores y condensador de la unidad condensadora de marca danfoss, se encuentran funcionando con baja eficiencia, trayendo como resultado final, que la temperatura de la cámara no llegue al valor requerido de  $-25^{\circ}\text{C}$ , tomando un tiempo total de 4567 minutos.

### Pre test de la productividad sistema de refrigeración.

Tabla 13.

*Indicadores de evaluación en el Pre – Test*

N	Mes	Fecha	Temperatura	Eficiencia	Eficacia	Productividad Pre - test
1	3	1/03/2018 10:00	-22.70	0.81	0.91	0.73
2	3	2/03/2018 10:00	-23.70	0.84	0.95	0.80
3	3	3/03/2018 10:01	-22.10	0.79	0.88	0.69
4	3	4/03/2018 10:01	-20.80	0.74	0.83	0.62
5	3	5/03/2018 10:02	-19.80	0.70	0.79	0.56
6	3	6/03/2018 10:02	-19.10	0.68	0.76	0.52
7	3	7/03/2018 10:03	-17.80	0.63	0.71	0.45
8	3	8/03/2018 10:03	-19.10	0.68	0.76	0.52
9	3	9/03/2018 10:04	-20.80	0.74	0.83	0.62
10	3	10/03/2018 10:04	-21.80	0.78	0.87	0.68
11	3	11/03/2018 10:05	-22.70	0.81	0.91	0.73
12	3	12/03/2018 10:05	-23.30	0.83	0.93	0.77
13	3	13/03/2018 10:06	-20.90	0.74	0.84	0.62
14	3	14/03/2018 10:06	-19.10	0.68	0.76	0.52
15	3	15/03/2018 10:07	-18.10	0.64	0.72	0.47
16	3	16/03/2018 10:07	-19.30	0.69	0.77	0.53
17	3	17/03/2018 10:08	-21.40	0.76	0.86	0.65
18	3	18/03/2018 10:08	-22.30	0.79	0.89	0.71
19	3	19/03/2018 10:09	-23.20	0.82	0.93	0.77
20	3	20/03/2018 10:10	-22.50	0.80	0.90	0.72
21	3	21/03/2018 10:10	-20.30	0.72	0.81	0.59
22	3	22/03/2018 10:11	-18.70	0.66	0.75	0.50
23	3	23/03/2018 10:11	-18.00	0.64	0.72	0.46
24	3	24/03/2018 10:12	-20.70	0.74	0.83	0.61
25	3	25/03/2018 10:12	-21.90	0.78	0.88	0.68
26	3	26/03/2018 10:13	-23.10	0.82	0.92	0.76
27	3	27/03/2018 10:13	-23.10	0.82	0.92	0.76
28	3	28/03/2018 10:14	-20.40	0.73	0.82	0.59
29	3	29/03/2018 10:14	-18.50	0.66	0.74	0.49
30	3	30/03/2018 10:15	-18.30	0.65	0.73	0.48

31	4	1/04/2018 10:00	-23.10	0.82	0.92	0.76
32	4	2/04/2018 10:00	-24.40	0.87	0.98	0.85
33	4	3/04/2018 10:01	-23.80	0.85	0.95	0.81
34	4	4/04/2018 10:01	-22.60	0.80	0.90	0.73
35	4	5/04/2018 10:02	-21.60	0.77	0.86	0.66
36	4	6/04/2018 10:03	-20.70	0.74	0.83	0.61
37	4	7/04/2018 10:03	-20.00	0.71	0.80	0.57
38	4	8/04/2018 10:04	-19.40	0.69	0.78	0.54
39	4	9/04/2018 10:04	-19.20	0.68	0.77	0.52
40	4	10/04/2018 10:05	-18.90	0.67	0.76	0.51
41	4	11/04/2018 10:05	-18.50	0.66	0.74	0.49
42	4	12/04/2018 10:06	-21.50	0.76	0.86	0.66
43	4	13/04/2018 10:06	-23.60	0.84	0.94	0.79
44	4	14/04/2018 10:07	-24.60	0.87	0.98	0.86
45	4	15/04/2018 10:07	-23.60	0.84	0.94	0.79
46	4	16/04/2018 10:08	-22.40	0.80	0.90	0.71
47	4	17/04/2018 10:08	-21.10	0.75	0.84	0.63
48	4	18/04/2018 10:09	-20.40	0.73	0.82	0.59
49	4	19/04/2018 10:09	-19.80	0.70	0.79	0.56
50	4	20/04/2018 10:10	-19.40	0.69	0.78	0.54
51	4	21/04/2018 10:11	-18.90	0.67	0.76	0.51
52	4	22/04/2018 10:11	-18.60	0.66	0.74	0.49
53	4	23/04/2018 10:12	-18.60	0.66	0.74	0.49
54	4	24/04/2018 10:12	-22.10	0.79	0.88	0.69
55	4	25/04/2018 10:13	-23.90	0.85	0.96	0.81
56	4	26/04/2018 10:13	-24.50	0.87	0.98	0.85
57	4	27/04/2018 10:14	-23.30	0.83	0.93	0.77
58	4	28/04/2018 10:15	-20.80	0.74	0.83	0.62
59	4	29/04/2018 10:15	-20.20	0.72	0.81	0.58
60	4	30/04/2018 10:16	-19.70	0.70	0.79	0.55

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se muestran las 60 mediciones de temperatura del pre test, en el sistema de refrigeración en la empresa Salog.

### **Propuesta de mejora.**

La propuesta de la mejora consiste en la aplicación del Método AMFE, donde además se requiere seguir con rigurosidad los procesos, de dicho método, para obtener mejoras, estos procedimientos, van desde escoger el grupo de trabajo, seguidamente la identificación de las fallas, posterior a ello evaluar y clasificar las fallas por el equipo responsable y su evaluación final para definir acciones correctoras. Para ello se realizó un cronograma de actividades para la implementación de la herramienta (método AMFE), y así lograr identificar las

máquinas que presentaban baja eficiencia y la reducción de fallas en el sistema de refrigeración y como consecuencia de ello incrementar la productividad.

El análisis de los problemas ha sido detallado en la realidad problemática, de la presente investigación, del cual se rescata a manera de conclusión que el problema principal son los rechazos de productos farmacéuticos (ver figura 3), luego de haber realizado la evaluación del sistema de refrigeración, se encontró que los equipos eran obsoletos, con baja eficiencia, lo cual se convertía en el principal factor que afectaba a la variable de estudio en la medición de la temperatura en grados centígrados. Dentro de las fases que se siguen en la propuesta de este estudio se tienen básicamente cuatro, las cuales en coherencia con el Método AMFE para el aumento de la productividad del sistema de refrigeración de la Empresa Salog se detallan a continuación:

### **Fase 1: Escoger el grupo de trabajo.**

Según (Chiavenato 2009], señala que los equipos alcanzan un excelente desempeño teniendo claro los siguientes aspectos : (a) ¿Quiénes somos? Los integrantes son capaces de evaluarse en forma objetiva conociendo e identificando los aspectos de fuerza o virtud, así como el de las debilidades, (b) ¿Dónde estamos?, En este aspecto el grupo su contexto con objetividad, (c) ¿Hacia dónde nos dirigimos? Los integrantes precisan sus metas y la finalidad que desean llegar como el análisis del resultado final, (d) ¿Cómo llegaremos ahí?, En base a la definición de las metas el grupo especializado elabora proyectos con acciones estratégicas, (e) ¿Qué se espera de nosotros?, En este aspecto se denota las obligaciones en base a normas establecidas, con el cual se espera lograr un mayor grado de confiabilidad, (f) ¿Qué apoyo necesitamos?, Los integrantes analizan sus debilidades en las capacitaciones, así como el propio desarrollo del aprendizaje, (g) ¿Qué tan eficaces somos?, El grupo especializado evalúa permanentemente sus habilidades y virtudes que faltan complementar, direccionando en la culminación de los objetivos planteados; buscando aspectos referidos a la llamada técnica o evaluación comparativa, con la finalidad de cumplir con las metas del grupo especializado, (h) ¿Qué reconocimiento deseamos? Los integrantes del grupo especializado (equipo), buscan constantemente el reconocer mediante acciones permanentes por medio de agradecimiento, escritos, bonos, reconocimiento y ascensos entre otros más y (i) ¿Quiénes somos?, Cuando los integrantes del grupo especializado inician en base al desempeño un nuevo ciclo para ir mejorando durante el proceso de aprendizaje adquirido.

## **Fase 2: Identificación de las fallas.**

En referencia a la identificación de las fallas (Camisón y Cruz ], sostuvieron que en esta fase, se pone en común todas las disconformidades y fallos posibles del producto proceso, que se está analizando. Se trataría, de analizar los posibles fallos que puedan surgir en alguna etapa del proyecto o proceso, con sus correspondientes efectos y causas. Los conceptos fundamentales que se definen en esta etapa son cuatro: (a) ¿Fallo?, se produce cuando el elemento analizado no funciona conforme a lo esperado o especificado (disfuncionalidad), (b) ¿Modo de fallo?, Es la forma en la que se produce el fallo, se expresa en términos físicos y suele responder a la pregunta ¿cómo se produjo el fallo?, (c) ¿Efecto del fallo?, es el resultado que se obtiene cuando ocurre el fallo y (d) ¿Causa de fallos?, Son todas las causas imputables a cada modo de fallo, hay que tener en cuenta que cada modo de fallo puede ser ocasionado por varias causas, por lo que será necesario establecer las posibles relaciones entre ellas.

## **Fase 3: Evaluar y clasificar las fallas.**

Una vez determinados los modos de fallos y sus causas, así como los efectos, se diseña una tabla para recoger la información y se procede a cualquier probabilidad de ocurrencia de los fallos y el índice de criticidad, que nos indica la importancia o gravedad asignada a los fallos y permite clasificarlos por orden de prioridad a la hora de emprender acciones correctoras. El índice de criticidad o índice de prioridad del riesgo, sirve para clasificar por orden de importancia los distintos fallos posibles e indicar en cuales es prioritario establecer acciones correctoras, como lo podemos visualizar en los anexos (ver anexo 2)

## **Fase 4: Definir acciones correctoras**

Las líneas de actuación después del AMFE están dirigidas a disminuir el índice de criticidad entre las acciones a desarrollar para reducir la posibilidad de aparición de fallos se encuentran. En ese sentido se consideran las acciones siguientes: (a) Rediseñar el producto, (b) Cambiar el proceso de fabricación y (c) Aumentar el proceso de inspección para detectar fallos. Asimismo, el desarrollo de las acciones correctoras que se establezcan estará bajo la responsabilidad de los departamentos afectados, que deberán ejecutarlas en los plazos establecidos una vez realizada las acciones se debe calcular nuevamente el índice de criticidad para evaluar sus efectos, como se indica en anexos (ver anexo 3). También, el AMFE es una herramienta de uso continuo y por lo tanto, necesita constantes



actualizaciones. Por esta razón, en esta propuesta de mejora se ha identificado las siguientes metodologías.

### Mejora continua (Kaizen)

La mejora continua es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta la calidad total. Procede del término japonés Kaizen, que quiere decir "hacer pequeñas cosas mejor"

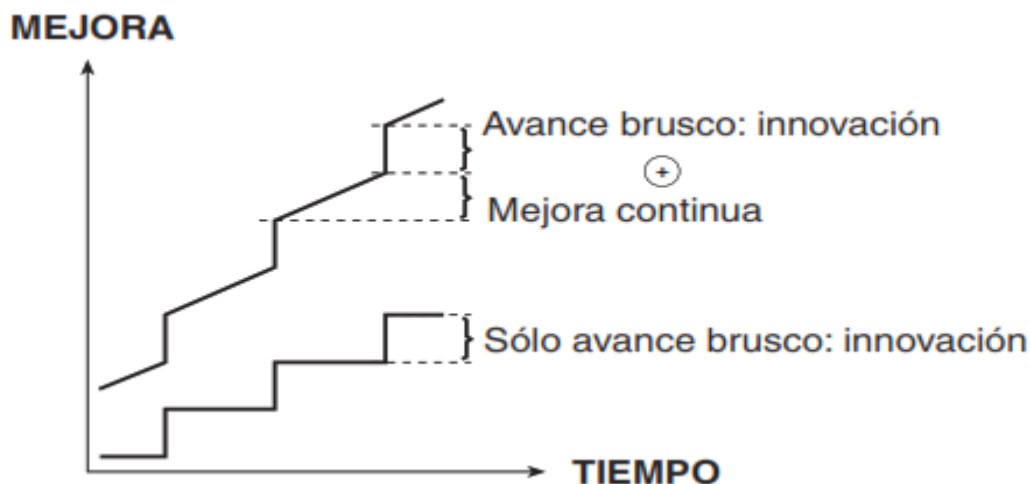


Figura 14. Niveles de mejora continua Fuente : (Cuatrecasas 2005)

En la mejora genérica (figura 14), presenta dos niveles posibles de avance: avance brusco y avance continuo. El avance por mejora brusca será consecuencia de la innovación a nivel de la tecnología de las inversiones en I+D, en equipos etc., y supone un avance muy grande en poco tiempo. El avance por mejora continua constituye la mejora lenta pero constante del entorno que nos rodea, del ambiente del puesto de trabajo y logro de pequeñas mejoras en procesos, departamentos, personas etc. Es una evolución que no aporta grandes cambios, pero que resuelve constantemente pequeños problemas, marcando y consiguiendo hitos cada vez más altos. Esta idea es la que persiguen los círculos de calidad, en busca de la resolución de los problemas del entorno del trabajo por los propios operarios (Cuatrecasas 2005)

### El ciclo de Deming y el ciclo PDCA.

El ciclo de Deming o ciclo de mejora (figura 22), actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas. Está constituido básicamente por cuatro actividades: planificar, realizar, comprobar y actuar que forman un ciclo que se repite de forma continua. También se le conoce como ciclo PDCA,

siglas en ingles de Plan, Do, Check, Act, dentro de cada fase básica pueden diferenciarse distintas subactividades

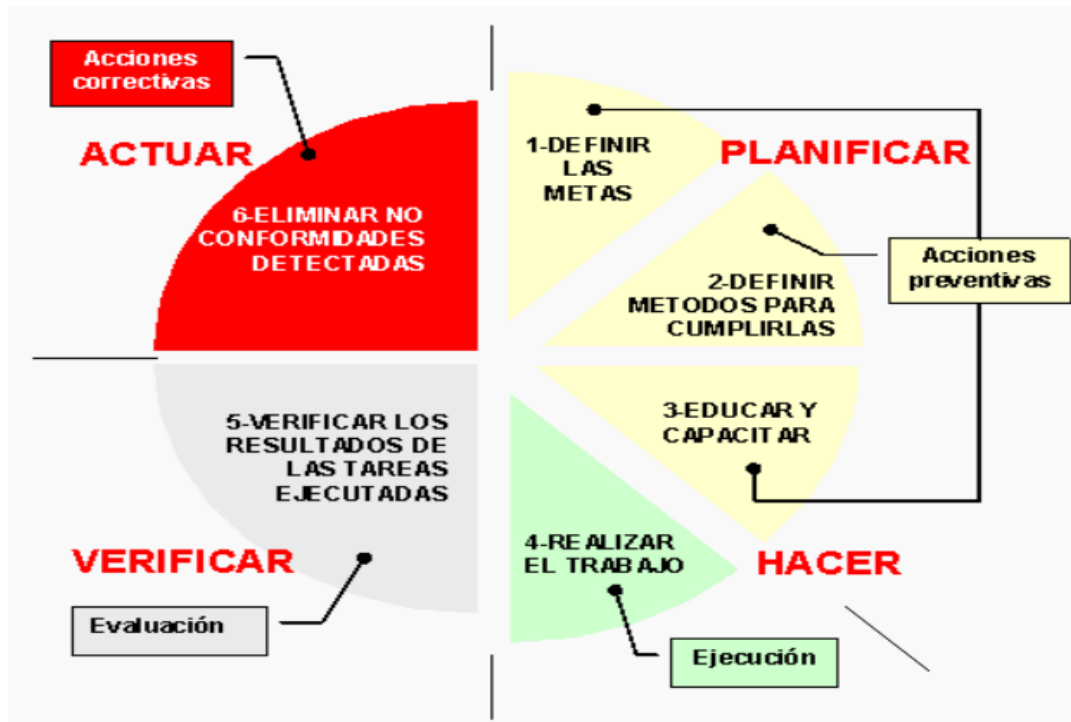


Figura 15. Fases del ciclo Deming

Fuente: <http://www.blog-top.com/el-ciclo-phva-planear-hacer-verificar-actuar/>

### **Planificar (plan):**

En esta primera fase cabe preguntarse cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar y la elección de los métodos adecuados para lograrlos. Conocer previamente la situación de la empresa mediante recopilación de todos los datos e información necesaria será fundamental para establecer los objetivos. La planificación debe incluir el estudio de causas y los correspondientes efectos para prevenir los fallos potenciales y los problemas de la situación sometida a estudio, aportando soluciones y medidas correctivas.

### **Realizar (Do):**

Consiste en llevar a cabo el trabajo y las acciones es correctivas planeadas en la fase anterior. Corresponde a esta fase la formación y educación de las personas y empleados para que adquieran un adiestramiento en las actividades y actitudes que han de realizar. Es importante comenzar el trabajo de manera experimental, para una vez que se haya comprobado su eficacia en la fase siguiente, formalizar la acción de mejora en la última etapa.

### **Comprobar (check):**

Es el momento de verificar y controlar los efectos y resultados que surjan de aplicar las mejoras planificadas. Se ha de comprobar si los objetivos marcados se han logrado o, si no es así planificar, de nuevo para tratar de superarlos.

### **Actuar (Act):**

Una vez que se compruebe que las acciones emprendidas dan el resultado apetecido, es necesario realizar su normalización mediante una documentación adecuada, describiendo lo aprendido, como se ha efectuado, etc. Se trata, al fin y al cabo, de formalizar el cambio o acción de mejora de forma generalizada introduciéndolo en los procesos o actividades.

El ciclo de Deming se utiliza en la actualidad en una versión más completa, la versión actual del ciclo PDCA (plan, Do, Check, Act.), en la que cada una de estas cuatro fases, las básicas de Deming, están constituidas a su vez en varias sub etapa: (a) Planificar: Seleccionar la oportunidad de mejora, registrar la situación de partida, estudiar y elegir las acciones correctivas más adecuadas y observar (a nivel de ensayo o simulación) el resultado, (b) Realizar: Llevar a cabo la acción correctora aprobada, (c) Comprobar: Diagnosticar a partir de los resultados, de no ser los deseados volver a la etapa 1, (d) Actuar: Confirmar y normalizar la acción de mejora y emprender una nueva mejora (o abandonar),(Cuatrecasas 2005.

### **Implementación ejecución de la propuesta de la mejora**

Previo a la propuesta de la mejora se realizó un diagnóstico a todos los equipos de refrigeración de la cámara de congelado, donde se encontraron los problemas de cada uno de ellos, la planificación se realiza de manera detallada en la tabla 15, describiendo las actividades a realizar, los resultados muestran una mejora significativa en los registros de temperatura de SITRAD, gracias a la implementación de la herramienta AMFE. También, una vez desarrollado el análisis de la situación actual de la empresa Salog, se da paso a la siguiente etapa, que es la más importante de la investigación: la aplicación de la herramienta AMFE, para la mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la empresa, Salog Callao. Asimismo, seguidamente se propuso a empresa Salog, un cronograma de mantenimiento. Para lograr los cinco principales valores de mantenimiento vitales para la satisfacción, operación de los equipos de la cámara de congelados.

Tabla 14.  
Cronograma de mantenimiento

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO SALOG	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>												
Revisión - Calibración de parámetros de Control	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión de Alarmas	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Revisión visual de Fugas de refrigerante y Aceite	X	X		X	X	X	X	X		X	X	
Revisión de Ruidos y Vibraciones Anormales	X	X	X	X	X		X	X			X	X
Revisión Sistema de Retorno de Aceite	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X
Cambio de Aceite (*)	<b>SEGÚN PRUEBA DE ACIDEZ</b>											
Análisis del Aceite - Prueba de acidez	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
Reemplazo de Filtro de Aceite (*) (**)	X				X			X		X		X
Limpieza de Evaporador (*)	X	X	X	X		X	X		X	X		
Revisión de solenoide y de la válvula termostática (*)	X	X		X	X		X	X		X	X	X
Reemplazo de Filtros línea líquido (*)	X		X			X		X	X	X		X
Revisión y Limpieza de Condensadores (*)	X	X		X	X		X		X		X	
Revisión de ventiladores	X	X	X	X		X	X		X			X
Revisión de ajustes de pernos de hélices	X		X	X	X		X	X		X	X	X
Revisión de sistema de Arranque	X	X	X	X		X	X	X	X			X
Revisión de conexiones eléctricas	X	X		X	X		X		X	X		X
Revisión / Calibración de dispositivo de control y protección	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Lubricación (aplicación de grasa en graseras) (*)	X		X	X		X	X					X
Revisión de presos tato	X	X		X		X	X		X	X	X	
Limpieza de tinas del evaporador,verificación de resistencias	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X

\* No incluye provisión del suministro

\*\* Sujeto a la lectura diferencial de presión y/o al análisis de aceite

Fuente : Elaboración propia



*Figura 16. Trabajos de instalación*



*Figura 15. Instalacion nueva unidad*



*Figura 17. Implementación mejora*



*Figura 14. Instalación de filtro, visor liquido*

Las figuras 14, 15, 16 y 17 son producciones de la implementación de la propuesta de la mejora de la aplicación de la herramienta AMFE, reemplazo de la unidad condensadora incluido compresor, condensador, motor ventiladores.



*Figura 18. Mantenimiento de evaporadores*



*Figura 19. Nueva unidad instalada*

En las figuras 18 y 19, se muestra la implementación de la propuesta, previo mantenimiento del evaporador de la cámara de congelado y cambio de filtro secador, así como el cambio del visor de línea de líquido.

## Pos Test Para la productividad del sistema de refrigeración

Tabla 15. Indicadores de evaluación en el Pos – Test

N	Mes	Fecha	Temperatura	Eficiencia	Eficacia	Productividad Pos - test
1	3	1/03/2019 10:07	-22.30	0.79	0.89	0.71
2	3	2/03/2019 10:07	-24.00	0.85	0.96	0.82
3	3	3/03/2019 10:08	-24.30	0.86	0.97	0.84
4	3	4/03/2019 10:14	-22.50	0.80	0.90	0.72
5	3	5/03/2019 10:14	-23.80	0.85	0.95	0.81
6	3	6/03/2019 10:15	-24.10	0.86	0.96	0.83
7	3	7/03/2019 10:15	-23.50	0.84	0.94	0.79
8	3	8/03/2019 10:21	-24.10	0.86	0.96	0.83
9	3	9/03/2019 10:22	-24.10	0.86	0.96	0.83
10	3	10/03/2019 10:22	-23.10	0.82	0.92	0.76
11	3	11/03/2019 10:29	-24.10	0.86	0.96	0.83
12	3	12/03/2019 10:29	-23.80	0.85	0.95	0.81
13	3	13/03/2019 10:30	-22.90	0.81	0.92	0.75
14	3	14/03/2019 10:36	-24.40	0.87	0.98	0.85
15	3	15/03/2019 10:36	-24.10	0.86	0.96	0.83
16	3	16/03/2019 10:43	-24.10	0.86	0.96	0.83
17	3	16/03/2019 10:44	-24.10	0.86	0.96	0.83
18	3	17/03/2019 10:44	-23.20	0.82	0.93	0.77
19	3	18/03/2019 10:51	-23.90	0.85	0.96	0.81
20	3	19/03/2019 10:51	-24.50	0.87	0.98	0.85
21	3	20/03/2019 10:52	-23.60	0.84	0.94	0.79
22	3	21/03/2019 10:58	-24.50	0.87	0.98	0.85
23	3	22/03/2019 10:59	-23.80	0.85	0.95	0.81
24	3	24/03/2019 10:06	-24.40	0.87	0.98	0.85
25	3	25/03/2019 10:07	-23.40	0.83	0.94	0.78
26	3	26/03/2019 10:14	-23.90	0.85	0.96	0.81
27	3	27/03/2019 10:14	-24.20	0.86	0.97	0.83
28	3	28/03/2019 10:21	-24.40	0.87	0.98	0.85
29	3	29/03/2019 10:22	-24.00	0.85	0.96	0.82
30	3	30/03/2019 10:29	-24.50	0.87	0.98	0.85
31	4	1/04/2019 10:13	-23.80	0.85	0.95	0.81
32	4	2/04/2019 10:13	-24.40	0.87	0.98	0.85
33	4	3/04/2019 10:14	-23.40	0.83	0.94	0.78
34	4	4/04/2019 10:21	-24.00	0.85	0.96	0.82
35	4	5/04/2019 10:21	-24.30	0.86	0.97	0.84
36	4	6/04/2019 10:36	-23.40	0.83	0.94	0.78
37	4	7/04/2019 10:37	-24.40	0.87	0.98	0.85
38	4	8/04/2019 10:44	-24.50	0.87	0.98	0.85
39	4	9/04/2019 10:45	-23.50	0.84	0.94	0.79
40	4	10/04/2019 10:52	-24.60	0.87	0.98	0.86

41	4	11/04/2019 10:52	-23.60	0.84	0.94	0.79
42	4	12/04/2019 10:59	-23.30	0.83	0.93	0.77
43	4	13/04/2019 10:00	-24.60	0.87	0.98	0.86
44	4	14/04/2019 10:00	-23.90	0.85	0.96	0.81
45	4	15/04/2019 10:07	-24.40	0.87	0.98	0.85
46	4	16/04/2019 10:08	-23.40	0.83	0.94	0.78
47	4	17/04/2019 10:59	-23.50	0.84	0.94	0.79
48	4	18/04/2019 10:00	-24.10	0.86	0.96	0.83
49	4	19/04/2019 10:15	-24.10	0.86	0.96	0.83
50	4	20/04/2019 10:15	-24.00	0.85	0.96	0.82
51	4	21/04/2019 10:22	-24.40	0.87	0.98	0.85
52	4	22/04/2019 10:23	-23.80	0.85	0.95	0.81
53	4	23/04/2019 10:30	-24.40	0.87	0.98	0.85
54	4	24/04/2019 10:30	-23.80	0.85	0.95	0.81
55	4	25/04/2019 10:38	-24.40	0.87	0.98	0.85
56	4	26/04/2019 10:38	-24.00	0.85	0.96	0.82
57	4	27/04/2019 10:09	-22.70	0.81	0.91	0.73
58	4	28/04/2019 10:10	-24.00	0.85	0.96	0.82
59	4	29/04/2019 10:10	-23.40	0.83	0.94	0.78
60	4	30/04/2019 10:23	-24.20	0.86	0.97	0.83

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se muestra las mediciones de temperatura del Pos test en el sistema de refrigeración de productos farmacéuticos, de la empresa Salog, después de haber aplicado del Método MAFE.



Área / Empresa / Organización que Recibió la Capacitación:	Mantenimiento / Salog / 02 octubre 2019
Material Entregado:	Procedimiento para la operación y mantenimiento de equipos de refrigeración
Persona que Dirigió la Capacitación:	Milton Cesar Mechato Alcas

N.	Nombre del participante	No. de identificación	Cargo	Correo electrónico	Firma del participante
1	JHON TABUJILA GONZALEZ	41237555	Técnico	JHONTE1866MAIL	
2	ELIAS TORRES ZAVALTA	46740512	TEC. HERR	ELIAS2003@GMAIL.COM	
3	CARLOS ZAVALTA FIGUEROA	10159992	Analista SST	CAF.756@hotmail.com	
4	DANIELA MURPHY BOSSIS	43925011	tec. HERR	dmurphy030627@GMAIL.COM	
5	Raúl Sánchez Neira	48039338	Princ. Mant.	raul.sanchez.11.25.06@GMAIL.COM	
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					



Figura 20. Lista de asistencia personal charla capacitación

En la figura 20, se muestran las firmas del personal que participo en la capacitación sobre la aplicación de la herramienta AMFE. Esta capacitación, se realizó, con la participación de todo el personal técnico y operadores de la Empresa Salog.

## Cronograma de actividades

Tabla 16.

*Cronograma de actividades aplicación del método AMFE*

ETAPAS	Feb-18				Mar-18				Abr-18				Feb-19				Mar-19				Abr-19			
	SEMI	SEM2	SEM3	SEM4	SEMI	SEM2	SEM3	SEM4	SEMI	SEM2	SEM3	SEM4	SEMI	SEM2	SEM3	SEM4	SEMI	SEM2	SEM3	SEM4	SEMI	SEM2	SEM3	SEM4
1 Reunion con el encargado de mantenimiento	X																							
2 Reunion con personal tecnico y operadores de camara congelado		X	X																					
3 Identificacion de los problemas			X	X	X	X	X																	
4 Elaboracion listado de fallas y problemas								X																
5 Determnar el modo de fallo									X															
6 Determnar efectos de las fallas										X														
7 Determnar 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 deteccion de las fallas														X										
11 Indicar los controles que se tienen para detectar fallas y evaluarlas															X									
12 Evaluar el numero de prioridad de cada fallo y tomar decisiones																X								
13 Cambio de unidad condensadora																X								
14 Ejecutar acciones recomendadas																	X	X	X	X	X	X	X	X
15 Capacitacion del personal tecnico y operario																	X	X	X	X				
14 Seguimiento de las implementaciones de las acciones recomendadas																	X	X	X	X	X	X	X	X
15 Evaluacion de plan de mejoras																				X	X			
16 Evaluacion de los resultados																						X	X	

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de Beneficio / Costo

Se realiza la relación beneficio / costo con la finalidad de medir la rentabilidad del proyecto, esta relación también se conoce como índice neto de rentabilidad y se determina con la siguiente fórmula.

$$\text{Beneficio} = \frac{\text{Flujo total de los ingresos}}{\text{Costo Flujo total de los egresos}}$$

Tabla 17.

### Relación Costo Beneficio

Valor de B/C	Interpretación	Decisión
$B / C > 1$	Los beneficios superan los costos, por lo tanto resulta rentable para la empresa	Se considera rentable
$B / C = 1$	No hay ganancia, pues los beneficios son iguales a los costos, no resulta rentable para la empresa	Debe ser reevaluado
$B / C < 1$	Los costos son mayores a los beneficios, no resulta rentable	Es rechazado

Fuente: Elaboración propia

### Beneficios:

En la siguiente tabla observamos los beneficios que se obtendrán, en 2 meses luego de aplicación de la herramienta AMFE

Tabla 18.

### Tabla de beneficios

Ingresos	Mes 1	Mes 2	Total
Menos rechazos de productos	S/ 15,000.00	S/ 15,000.00	S/ 30,000.00
Menos consumo de energía	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 6,000.00
Menos gastos de mantenimiento preventivo	S/ 10,200.00	S/ 10,200.00	S/ 20,400.00
Menos paradas de maquinas	S/ 8,000.00		S/ 8,000.00
		Total	S/ 64,400.00

Fuente: Elaboración propia

### Costo:

Para la implementación del AMFE donde se diagnosticó que el compresor y la unidad condensadora de marca Danfoss se encontraba con baja eficiencia se requiere de una inversión de \$ 10.645.00.

Tabla 19.

De costos de implementación

EGRESOS COTIZACIÓN DOLARES	\$ 10,645.00
Tipo de cambio a moneda nacional	3.4
Total moneda nacional	S/ 36,193.00

Fuente: Elaboración propia

**Beneficio – Costo:**

Tabla 20.

*Cálculo del Beneficio / Costo*

Factor	Monto (s/.)	Resultado
Beneficio	S/ 64,400.00	1.78
Costo	S/ 36,193.00	

Fuente: Elaboración propia

El beneficio costo se midió en 2 meses dividiendo el beneficio total con el costo de la inversión obtenido. Es decir,  $\text{Beneficio} / \text{Costo} = \text{S/ } 64.400.00 / \text{S/ } 39.193.00 = 1.78$

**Calculando:**

$B / C = 1.78$  se considera que el proyecto de mejora es rentable ya que el valor obtenido es mayor a 1. Esto quiere decir, que por cada sol invertido para mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la empresa Salog, Callao se obtendrá S/.1.78 soles de beneficio, lo cual hace viable el proyecto de mejora.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis descriptivo de los resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico a nivel descriptivo e inferencial de la Aplicación del método AMFE para la mejora de la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa Salog - Callao.

##### 3.1.1 Análisis de la Productividad

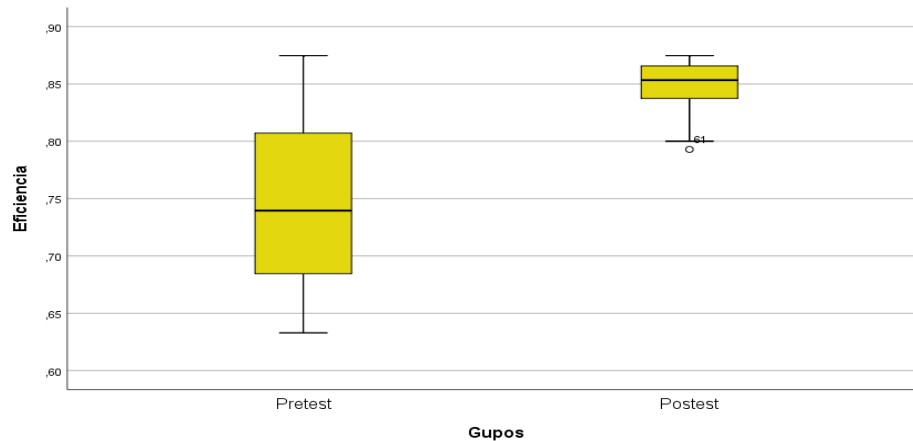
Estadísticos descriptivos del pre-test y pos-test de la productividad y dimensiones

Tabla 21.

*Estadísticos descriptivos de la productividad*

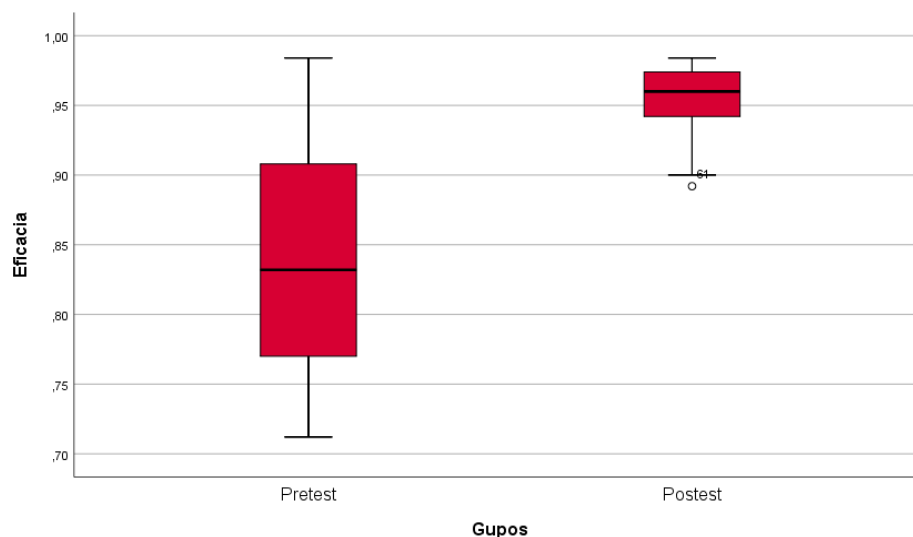
Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Maximo	Media	Desv. Desviación
Eficiencia pre-test	60	,63	,87	,7483	,06930
Eficacia pre-test	60	,71	,98	,8418	,07796
Productividad pre-test	60	,45	,86	,6352	,11736
Eficiencia pos-test	60	,79	,87	,8497	,01852
Eficacia pos-test	60	,89	,98	,9559	,02084
Productividad pos-test	60	,71	,86	,8127	,03502
N válido (por lista)	60				

En la tabla 21, se muestran los estadísticos descriptivos de la productividad y sus correspondientes dimensiones. En referencia, al pre-test de la dimensión eficiencia, la media aritmética en el 2018 fue igual a 0,7483, en cambio, en el pos-test 2019, fue de 0,8497, existiendo una diferencia de 0,1014. Asimismo, en relación a la dimensión eficacia, los resultados de los estadísticos descriptivos en el pre-test del año 2018, evidencian que la media fue igual a 0,8418 y en el pos-test del 2019, equivale a 0,9559, lo cual arroja una diferencia de 0,1141. También, el pre-test de la productividad en el año 2018, arrojó una media de 0,6352, frente al pos test del año 2019, cuya media fue igual a 0,8127, lo cual implica un incremento de 0,1775. En todos los casos descritos, se evidencia que la media aritmética del pos-test, aumentó en referencia al pre-test. Por lo tanto, se puede afirmar que la aplicación del Método AMFE, mejora la productividad.



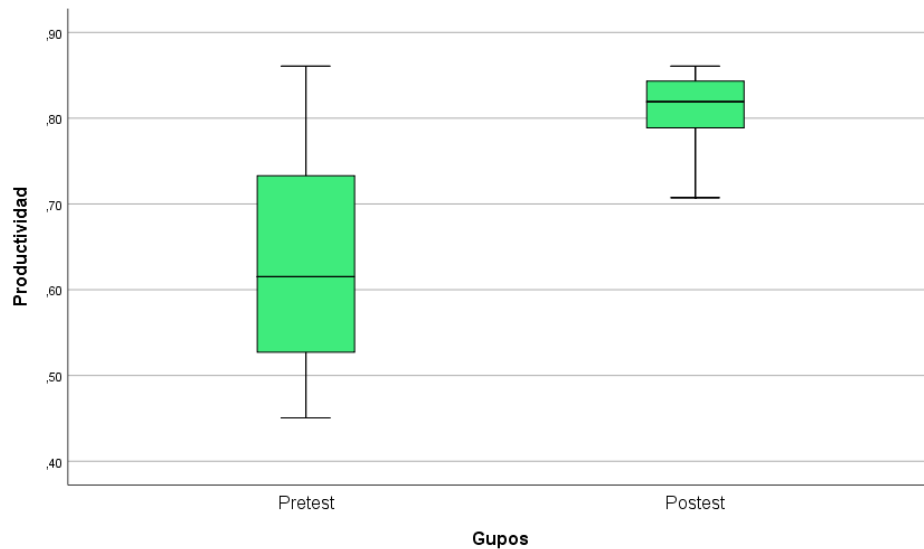
*Figura 21.* Pre-Test 2018 y pos-test 2019 de la dimensión eficacia

En la figura 21, se muestran los resultados del pre-test 2018 y pos-test 2019, de la dimensión eficiencia. Se observa, además, el incremento de la media aritmética en 0.1014 el año 2019, con respecto al año anterior. Lo cual permite inferir, que la eficiencia en la Empresa Salog, mejoró con la aplicación del Método AMFE.



*Figura 22.* Pre- test 2018 y pos-test 2019 de la dimensión eficacia

En la figura 22, se muestran los resultados del pre-test 2018 y pos-test 2019, de la dimensión eficacia. Se observa, además, el incremento de 0,1141 en la media aritmética el año 2019, con respecto al año anterior. Lo cual permite inferir, que la eficacia en la Empresa Salog, mejoró con la aplicación del Método AMFE.



*Figura 23.* Pre-test 2018 y pos-test 2019 de la productividad

En la figura 23, se muestran los resultados del pre-test 2018 y pos-test 2019, de la productividad. Se observa, además, el incremento de la media aritmética en 0,1775 en el año 2019, con respecto al año anterior. Lo cual permite inferir, que la productividad mejoró con la aplicación del Método AMFE.

### **Prueba de hipótesis**

#### **Hipótesis general**

$H_0$ : La aplicación del Método AMFE no mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

$H_1$ : La aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

Regla de decisión:

Si  $p\_valor < 0,05$ ; rechazar  $H_0$

Si  $p\_valor \geq 0,05$ ; aceptar  $H_0$

Tabla 22.

*Rangos promedios de la productividad en el pre-test 2018 y pos-test 2019*

	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Productividad	Pre-test 2018	60	35,50	2130,00
	Pos-test 2019	60	85,50	5130,00
	Total	120		

En la tabla 22, se muestran los rangos promedios de la productividad en el pre-test 2018 y pos-test 2019. La productividad según el pre-test 2018 tuvo un rango de 35,50, mientras que en el pos-test de 2019 fue de 85,50. Existiendo una diferencia de 50.00 Este resultado implica, que se existen diferencias entre el pre-test 2018 y el pos-test 2019.

Tabla 23.

*Resultados de los estadísticos de prueba de la productividad*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	Productividad
U de Mann-Whitney	300,000
W de Wilcoxon	2130,000
Z	-7,880
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: Gupos

La tabla 23, muestra los resultados del estadístico de prueba, donde el estadístico de Wilcoxon es igual a 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ . Esto demuestra, que existen diferencias significativas en la productividad entre el pre-test 2018 y pos-test 2019. Asimismo, estos resultados permiten rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, La aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

### **Primera hipótesis específica**

$H_0$ : La aplicación del Método AMFE no mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

$H_1$ : La aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.



Regla de decisión:

Si  $p\_valor < 0,05$ ; rechazar  $H_0$

Si  $p\_valor \geq 0,05$ ; aceptar  $H_0$

Tabla 24.

*Rangos promedios de la eficiencia en el pre-test 2018 y pos-test 2019*

	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia	Pre-test 2018	60	35,52	2131,00
	Pos-test 2019	60	85,48	5130,00
	Total	120		

En la tabla 24, se muestran los rangos promedios de la eficiencia en el pre-test 2018 y pos-test 2019. La eficiencia según el pre-test 2018 tuvo un rango de 35,52, mientras que en el pos-test de 2019 fue de 85,48. Existiendo una diferencia de 49,96. Este resultado implica, que se existen diferencias entre el pre-test 2018 y el pos-test 2019.

Tabla 25.

*Resultados de los estadísticos de prueba de la eficiencia*

	Eficiencia
U de Mann-Whitney	301,000
W de Wilcoxon	2130,000
Z	-7,880
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: Gupos

La tabla 25, muestra los resultados del estadístico de prueba, donde el estadístico de Wilcoxon es igual a 2131,000;  $Z = -7,884$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ . Esto demuestra, que existen diferencias significativas en la eficiencia entre el pre-test 2018 y pos-test 2019. Asimismo, estos resultados permiten rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, la aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

### **Segunda hipótesis específica**

$H_0$ : La aplicación del Método AMFE no mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

H<sub>1</sub>: La aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

Regla de decisión:

Si  $p\_valor < 0,05$ ; rechazar H<sub>0</sub>

Si  $p\_valor \geq 0,05$ ; aceptar H<sub>0</sub>

Tabla 26.

*Rangos promedios de la eficacia en el pre-test 2018 y pos-test 2019*

	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficacia	Pre-test 2018	60	35,50	2130,00
	Pos-test 2019	60	85,50	5130,00
	Total	120		

En la tabla 26, se muestran los rangos promedios de la eficacia en el pre-test 2018 y pos-test 2019. La eficacia según el pre-test 2018 tuvo un rango de 35,50, mientras que en el pos-test de 2019 fue de 85,50. Existiendo una diferencia de 50,00. Este resultado implica, que se existen diferencias entre el pre-test 2018 y el pos-test 2019.

Tabla 27.

*Resultados de los estadísticos de prueba de la eficacia*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	Eficacia
U de Mann-Whitney	300,000
W de Wilcoxon	2130,000
Z	-7,880
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: Gupos

La tabla 27, muestra los resultados del estadístico de prueba, donde el estadístico de Wilcoxon es igual a 2130,00; Z = -7,880 y sig. bilateral = 0,000 < 0,05. Esto demuestra, que existen diferencias significativas en la eficiencia eficacia entre el pre-test 2018 y pos-test 2019. Asimismo, estos resultados permiten rechazar H<sub>0</sub>. Por lo tanto, la aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.

#### IV. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo general: determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. En ese sentido, se establecieron mediciones de la productividad en el sistema de refrigeración en los meses de marzo y abril del 2018 y 2019 respectivamente. Los resultados se discuten a continuación:

En referencia al objetivo general, los resultados descriptivos indican que, la productividad según el pre-test 2018 tuvo un rango de 35,50, mientras que en el pos-test de 2019 fue de 85,50. Existiendo una diferencia de 50,00. Este resultado implica, que se existen diferencias entre el pre-test 2018 y el pos-test 2019. Asimismo, los resultados inferenciales evidencia que el estadístico de Wilcoxon es igual a 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ . Esto demuestra, que existen diferencias significativas en la productividad entre el pre-test 2018 y pos-test 2019. Asimismo, estos resultados permiten rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, La aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. Estos resultados, son coincidentes con los obtenidos por (Bravo, 2018), quién validó un sistema de cadena de frío para productos que requería temperaturas bajas en el proceso de refrigeración. Concluyo que dicho sistema funciona y conserva los productos con un rango de temperatura que está entre  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-25^{\circ}\text{C}$ . También, (Kabak and Özveri, 2018), investigaron acerca del método AHP (Proceso de Jerarquía Analítica) y el PROMETHEE (Método de Clasificación por Preferencia para la Evaluación del Enriquecimiento), concluyeron que se obtuvieron resultados favorables y adecuados en la priorización de los modos falla.

Sobre el primer objetivo específico, los resultados descriptivos evidencian que la eficiencia según el pre-test 2018 tuvo un rango de 35,52. Mientras que en el pos-test de 2019 fue de 85,48. Existiendo una diferencia de 49,96. Este resultado implica, que se existen diferencias entre el pre-test 2018 y el pos-test 2019. También, en los resultados inferenciales, el estadístico de Wilcoxon es igual a 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ . Esto demuestra, que existen diferencias significativas en la eficiencia entre el pre-test 2018 y pos-test 2019. Asimismo, estos resultados permiten rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, la aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. Estos resultados, son similares a los que obtuvieron (Moreno, Bandarra y Guevara 2018, concluyeron que existen diferencias de

temperatura de aproximadamente 8,6% entre la temperatura ambiente y la temperatura de la cámara de frío. También, (Ocampo y Rodríguez 2016, sostuvieron que la cadena de frío en el ámbito colombiano, no presenta las capacidades para asegurar las necesidades de los clientes sobre productos termolábiles transportados, existiendo además, cierta brecha en relación a los estándares mundiales.

En relación al segundo objetivo específico, los resultados descriptivos indican que la eficacia, según el pre-test 2018 tuvo un rango de 35,50, mientras que en el pos-test de 2019 fue de 85,50. Existiendo una diferencia de 50,00. Este resultado implica, que se existen diferencias entre el pre-test 2018 y el pos-test 2019. Por otra parte, en los resultados inferenciales el estadístico de Wilcoxon es igual a 2130,00;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ . Esto demuestra, que existen diferencias significativas en la eficiencia eficacia entre el pre-test 2018 y pos-test 2019. También, estos resultados permiten rechazar  $H_0$ . Por lo tanto, la aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. En este sentido, se tienen los resultados similares de a (Aldonates, 2018), quien realizó una propuesta de mejora para el mantenimiento preventivo de los sistemas de refrigeración para optimizar el cumplimiento de los servicios en una empresa de refrigeración de productos, estudio de enfoque cuantitativo, y entre sus conclusiones indica que con la propuesta se logró codificar los equipos y materiales en un 100%. Asimismo, el tiempo en las actividades que presentaba inicialmente el manual, se redujo de 414.4 minutos a 335.5 minutos, disminuyendo en concreto 78.9 minutos por actividad de mantenimiento.

Otros resultados similares son los de (Aramburu-Pardo, 2017) elaboró un modelo matemático con solución numérica en un programa de cálculo de compresión de vapor utilizado en procesos de conservación de productos en la industria agroalimentaria. Concluyó que al realizar el análisis de sensibilidad variando tanto el flujo másico del aire entregado por el ventilador, así como la velocidad de rotación del compresor. Dichas variables gobernarán el funcionamiento del sistema teniendo como variable de salida la temperatura del aire en la cámara de refrigeración. Asimismo, (Gago and Román, 2017) concluyeron que la temperatura de congelamiento desciende al evidenciarse cierta concentración de solutos inherentes a cada mezcla. También, (Tacca 2018), sostiene que el mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración reducen los costos totales en las dimensiones de costos, mano de obra y materiales, como se demuestra con la prueba

estadística de Wilcoxon ( $p$  valor =  $0,020 < 0,05$ ). También, (Salazar 2015) concluyo, que la evaluación del sistema de refrigeración y el diseño de las mejoras, impulsan la productividad en la fábrica. Lo cual, es ideal para aumentar la demanda y la mejora de producción. Asimismo, esto permite brindar productos de calidad, y hace competitivos los productos de la empresa en el mercado.

## V. CONCLUSIONES

1. En relación al objetivo general se concluye que la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao, lo cual se demuestra con el estadístico de Wilcoxon = 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ .
2. En referencia al primer objetivo específico se concluye que la aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao, Lo cual se prueba con el estadístico de Wilcoxon = 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ .
3. Sobre el segundo objetivo específico, se concluye que la aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao, lo cual se demuestra con el estadístico de Wilcoxon = 2130,000;  $Z = -7,880$  y sig. bilateral =  $0,000 < 0,05$ .

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda implementar el método AMFE, en otras empresas del sector productivo de refrigeración de productos médicos, para detectar las fallas no solamente en el proceso/producto, sino además para la mejora en la metodología de trabajo de las empresas.
2. Se recomienda a las empresas del sector productivo de refrigeración de productos médicos, aprovechar las experiencias exitosas de otras organizaciones, para que sean incorporadas y se puedan mejorar los métodos de trabajo y el sistema de refrigeración.
3. Se recomienda a las gerencias de las empresas del sector productivo de refrigeración, establecer estrategias para capacitar al personal encargado, con el propósito que se engañen cuenta todos los protocolos establecidos y se puedan detectar las fallas en el proceso/producto y además en la metodología de trabajo.

## REFERENCIAS

- ALDONATES, R.D., 2018. *Propuesta de mejora en el mantenimiento preventivo de sistemas de refrigeración para optimizar el cumplimiento de los servicios realizados en la Empresa Frío Global S.R.L en el 2018*. S.l.: Universidad Privada del Norte.
- ANGUERA, M.T., ARNAU, J., ATO, M., MARTÍNEZ, R., PASCUAL, J. y VALLEJO, G., 2010. *Métodos de investigación en psicología*. Madrid: Síntesis. ISBN 9788477382713.
- ARAMBURU-PARDO, A., 2017. *Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria*. S.l.: Universidad de Piura.
- BEJARANO, G., ORTEGA, M.G., RUBIO, F.R. y MORILLA, F., 2013. Modelado simplificado y orientado al control de sistemas de refrigeración. *XXXIV Jornadas de Automática*, pp. 506–513.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la Investigación*. 3ra. Colombia: s.n. ISBN 9789586991285.
- BESTRATÉN, M., ORRIOLS, R. y MATA, C., 2004a. Análisis modal de fallos y efectos . *AMFE. English*. S.l.:
- BESTRATÉN, M., ORRIOLS, R. y MATA, C., 2004b. *Análisis modal de fallos y efectos . AMFE* [en línea]. 2004. S.l.: s.n. Disponible en:  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_679.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf).
- BRAVO, A.I., 2018. *Validación del sistema de cadena de frío para dispositivos médicos que requieren temperatura de congelación entre -18°C y -25°C en Nipro Medical Corporation Ecuador*. S.l.: Universidad Central de Ecuador.
- CAMISÓN, C. y CRUZ, S., [sin fecha]. *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. S.l.: s.n. ISBN 9788420542621.
- CÉSPEDES, N., LAVADO, P. y RAMÍREZ, N., 2016. *Productividad en el Perú*. S.l.: Universidad del Pacífico.
- CHIAVENATO, I., [sin fecha]. Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones. [en línea]. S.l.: [Consulta: 27 diciembre 2019]. Disponible en: [www.FreeLibros.me](http://www.FreeLibros.me).



- CUATRECASAS ARBÓS, L., 2007. *Gestión de la calidad total*. [en línea]. S.l.: Ediciones Díaz de Santos. [Consulta: 16 junio 2019]. ISBN 9788499693538. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=W\\_kh5TLr7uAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=W_kh5TLr7uAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false).
- CUATRECASAS, L., 2005. *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: s.n. ISBN 8496426386.
- DE ANGELIS, A., SARO, O. y TRUANT, M., 2017. Evaporative cooling systems to improve internal comfort in industrial buildings. *Energy Procedia*, vol. 126, pp. 313-320. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2017.08.245.
- EGUILAS, C.A., 2018. *Aplicación del método AMFE en el área de pistoleado para incrementar la productividad de la empresa Industrias Katroc S.A.C, Santa Anita - 2018*. S.l.: s.n.
- GAGO, S.M. y ROMÁN, R., 2017. *Estudio termodinámico de la temperatura de congelación de mezclas refrigerantes Etanol - Agua y Propilenglicol - Agua*. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014a. *Metodología de la investigación*. 6ª. México, D.F: s.n. ISBN 9788578110796.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014b. Summary for Policymakers. *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis* [en línea]. 6ª. México, D.F: s.n., pp. 1-30. ISBN 9788578110796. Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9781107415324A009/type/book\\_part](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9781107415324A009/type/book_part).
- HERNANDEZ, R. y MENDOZA, C.P., 2018. *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. 1ra. México, D.F: s.n. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HERVÁS LÁZARO, M., 2008. El método AMFE como Herramienta de Prevención. *El CNIC Informa*, pp. 26-27.
- HUGO, V. y NIÑO, C., 2017. *Medición de la productividad en procesos industriales que integren cadena de frío, basada en evaluaciones de exergoeconomía y ecoeficiencia*. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.
- ISAZA, C.A., PILATOWSKY, I., ROMERO, R.J. y CORTES CORREA, F.B., 2010.

Análisis termodinámico de un sistema de refrigeración solar por absorción usando soluciones de Monometilamina – Agua para la conservación de alimentos.

*Rev.Bio.Agro,*

KABAK, M. y ÖZVERI, O., 2018. THE USAGE OF MCDM TECHNIQUES IN FAILURE MODE AND EFFECT. *Journal of Economics and Management Research*, vol. 4, no. 2, pp. 94-108.

LINDE, A., 2019. Tecnología de congelación y refrigeración para la industria alimentaria. . S.l.:

MARTÍN, E., GARCÍA, L.A., TORBAY, Á. y RODRÍGUEZ, T., 2008. Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, ISSN 15777057. DOI 10.1109/ICORR.2009.5209623.

MEJÍA, C.A., 2018. Indicadores de efectividad y eficacia. . Medellin:

MORALES, C. y MASIS, A., 2014. La Medición de la Productividad del Valor Agregado. *Tec Empresarial*, vol. 8, pp. 41-49.

MORENO, F.E., BANDARRA, E.P. y GUEVARA, D., 2017. Diseño y evaluación de un sistema de refrigeración experimental trabajando por adsorción solar. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 26, no. 4, pp. 622-630.

MORENO, F.E., BANDARRA, E.P. y GUEVARA, D., 2018. Diseño y evaluación de un sistema de refrigeración experimental trabajando por absorción solar. *Ingeniare: Revista Chilena de ingeniería*, vol. 26, no. 4. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000400622>.

MÜGGENBURG, M.C. y PÉREZ, I., 2019. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria*, vol. 4, no. 1, pp. 35-38. ISSN 1665-7063. DOI 10.22201/eneo.23958421e.2007.1.469.

OCAMPO, P.C. y RODRÍGUEZ, L., 2016. Estrategias de mejoramiento en la logística de cadena de frío, para productos farmacéuticos. *Contexto*, vol. 5, pp. 105. ISSN 2346-0784.

OCAMPO VÉLEZ, P.C. y RODRÍGUEZ, L., 2016. Estrategias de mejoramiento en la logística de cadena de frío para productos farmacéuticos. *Contexto*, vol. 5, pp. 105.

ISSN 2339-3084. DOI 10.18634/ctxj.5v.0i.654.

RAMIREZ ALBERTO, 2008. *Metodología de la investigación científica*. 2008. 3ra. Colombia: s.n. ISBN 9789586991285.

ROBERTO GONZÁLEZ, D.C., 2012. Productividad y Competitividad. *Universidad Nacional de Mar del Plata*, pp. 18.

SALAZAR, karla M.A., 2015. *Mejora de la producción de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia S.A.C.* S.l.: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

SCHMITTNER, C., GRUBER, T., PUSCHNER, P.P. y SCHOITSCH, E., 2014. Computer Safety, Reliability, and Security. [en línea], vol. 8696, no. February 2017. DOI 10.1007/978-3-319-10557-4. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-10557-4>.

TACCA, R., 2018. *Mejora del mantenimiento preventivo en equipos de refrigeración para reducir los costos operativos de la empresa candy market campoy, 2018*. S.l.: (Tesis de pregrado) Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, D. y LEMAÎTRE, S., 2012. Diseño de un Absorbedor para un Sistema de Refrigeración por Absorción. *Revista Investigaciones Aplicadas*, vol. 6, no. 2, pp. 70-92.

VÉRTIZ, Ú., 2011a. La cadena de frío en la industria farmacéutica: Del fabricante al paciente. *Ingeniería Industrial*, vol. 29, pp. 11-34. ISSN 1025-9929. DOI 10.26439/ing.ind2011.n029.226.

VÉRTIZ, Ú., 2011b. La cadena de frío en la industria farmacéutica: Del fabricante al paciente. *Ingeniería Industrial*, vol. 29, pp. 11-34. ISSN 1025-9929.

WISNIEWSKI, R. y LARSEN, L.F.S., 2008. *Method for Analysis of Synchronization Applied to Supermarket Refrigeration System* [en línea]. S.l.: IFAC. ISBN 9783902661005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3182/20080706-5-KR-1001.00619>.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**Título:** APLICACIÓN DEL AMFE PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS DE LA EMPRESA SALOG, CALLAO  
**Autor:** MILTON CESAR MECHATO ALCAS

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores				
<p><b>Problema General:</b> ¿Cómo la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cómo la aplicación del Método AMFE mejora de la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao? ¿Cómo la aplicación del Método AMFE mejora de la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. Determinar como la aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La aplicación del Método AMFE mejora la productividad del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> La aplicación del Método AMFE mejora la eficacia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao. La aplicación del Método AMFE mejora la eficiencia del sistema de refrigeración de productos farmacéuticos de la Empresa SALOG, Callao.</p>	<b>Variable dependiente: Productividad del sistema de refrigeración</b>				
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Niveles y rangos</b>
			<b>Eficacia</b>	RA/RE	Puntos: 0 - 5	Intervalos	Muy eficiente > 1 Eficiente = 1 Deficiente < 1
<b>Eficiencia</b>	$\frac{RA}{\frac{CA * TA}{RE}}$ $\frac{RE}{CE * TE}$	Puntos: 1, 3, 5					
<b>Tipo y diseño de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>		<b>Estadística a utilizar</b>			
<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de estudio:</b> Aplicado</p> <p><b>Diseño:</b> Pre- experimental, longitudinal.</p> <p><b>Método:</b> Hipotético deductivo</p>	<p><b>Población:</b> Registro de temperatura en grados centígrados de la productividad del sistema de refrigeración de la empresa SALOG,</p> <p><b>Tipo de muestreo:</b> No aleatorio</p> <p><b>Tamaño de muestra:</b> 60 mediciones de temperatura medida en los meses de marzo y abril de dos años consecutivos (2018 y 2019)</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Programa AMFE</p> <p><b>Contenido del programa AMFE</b></p> <p><b>Variable dependiente:</b> productividad</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de registro de datos</p> <p>Autor: Milton César Mechato Alcas Años: 2018 y 2019 Ámbito de Aplicación: Empresa SALOG, Callao.</p>	<p><b>DESCRIPTIVA:</b></p> <p>Análisis descriptivo de los datos y de los procesos de la productividad del sistema de refrigeración de la empresa SALOG. Contiene tablas y figuras.</p> <p><b>INFERENCIAL:</b></p> <p>Previo a la prueba de las hipótesis, se aplicó el estadístico de Kolmogórov-Smirnov, para verificar si los datos de la variable dependiente (productividad) se aproximan a la distribución normal. Seguidamente se utilizó el estadístico de Wilcoxon, para establecer la existencia de diferencias significativas entre las temperaturas en el pre tes y pos test.</p>				

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Método AMFE ANTES

Nombre del sistema(titulo) :		PR-AMFE-001			Fecha AMFE				
Responsable (Dpto. / Área) :		Mantenimiento equipos de refrigeracion			Fecha Revision				
Responsable de AMFE (persona)		ing Roberto Conde							
Funcion o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Control actual del proceso	G Gravedad	O Ocurrencia	D Deteccion	I P R Inicial (G+O+D)	Acciones recomendadas
Equipos de sistema de refrigeracion	Falla por alta temperatura EKC-202A	Deficiencia de la temperatura	Equipos de refrigeracion baja eficiencia compresion	Mantenimiento / prueba de estanquedad	7	6	4	168	Cambio de unidad condensadora
	Alta presion de descarga	Alta temperatura de camara equipo fuera de servicio	Condensador sucio	Mantenimiento	6	6	4	144	Limpiza de condensador
	Fallo motor compresor	Incremento del consumo de amperaje	presiones de trabajo succion y descarga muy altas	Mantenimiento	4	6	5	120	Limpieza evaporadores y condensador
	Bajo nivel de aceite compresores	Alta temperatura de camara equipo fuera de servicio	Evaporadores saturados de hielo	Inspeccion revisar niveles mirillas	4	7	4	112	Realizar deshielo de evaporadores
	Baja presion de succion	Alta temperatura de camara equipo fuera de servicio	Fuga de refrigerante R-404A	Inspeccion visor de nivel de liquido	4	6	4	96	Ubicar posibles fugas de refrigerante
	EKC-202A alta temperatura	Incremento de la presion de succion y temperatura interna de camara	Fisura por los paneles, ingreso de aire caliente	Mantenimiento	3	6	3	54	Corregir ingreso de aire caliente
	Alta vibracion	Alta temperatura de camara por equipo fuera de servicio	Pernos de anclaje y base flojos	Mantenimiento	3	5	2	30	Ajuste y torque respectivo de pernos de anclaje

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Método AMFE DESPUÉS

Nombre del sistema(titulo) :		PR-AMFE-001			Fecha AMFE				
Responsable (Dpto. / Área) :		Mantenimiento equipos de refrigeracion			Fecha Revision				
Responsable de AMFE (persona)		ing Roberto Conde							
Funcion o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Control actual del proceso	G Gravedad	O Ocurrencia	D Deteccion	I P R Inicial (G*O*D)	Acciones recomendadas
Equipos de sistema de refrigeracion	Falla por alta temperatura EKC-202A	Deficiencia de la temperatura	Evaporadores saturados de hielo	Deshielo manual / evitar que ingrese aire caliente	3	4	4	48	Instalacion cortina de aire
	Alta presion de descarga	Alta temperatura de camara equipo fuera de servicio	Condensador sucio	Mantenimiento	3	4	3	36	Limpiza de condensador
	Fallo motor compresor	Incremento del consumo de amperaje	presiones de trabajo succion y descarga muy altas	Mantenimiento	3	3	3	27	Limpieza evaporadores y condensador
	Bajo nivel de aceite compresores	Alta temperatura de camara equipo fuera de servicio	Evaporadores saturados de hielo	Inspeccion revisar niveles mirillas	3	3	3	27	Realizar deshielo de evaporadores
	Baja presion de succion	Alta temperatura de camara equipo fuera de servicio	Fuga de refrigerante R-404A	Inspeccion visor de nivel de liquido	3	3	2	18	Ubicar posibles fugas de refrigerante
	EKC-202A alta temperatura	Incremento de la presion de succion y temperatura interna de camara	Fisura por los paneles,ingreso de aire caliente	Mantenimiento	3	2	3	18	Corregir ingreso de aire caliente
	Alta vibracion	Alta temperatura de camara por equipo fuera de servicio	Pernos de anclaje y base flojos	Mantenimiento	3	3	1	9	Ajuste y torque respectivo de pernos de anclaje

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 4. Certificado validación de instrumentos

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....**

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSION 1 EFICACIA</b>							
	RA / RE RA : RESULTADO ALCANSADO RE : RESULTADO ESPERADO	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSION 2 EFICIENCIA</b>							
	RA CA-TA RE CE-TE CA : COSTO ALCANSADO TA : TIEMPO ALCANSADO CE : COSTO ESPERADO TE : TIEMPO ESPERADO	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/Mg: Dr. Carlos Rodríguez   DNI: 05335017

Especialidad del validador: Dr. Ing. en Mecánica

...23...de...del 2019

  
Firma del Experto Informante.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....**

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSION 1 METODO DE FALLAS POR MATERIALES</b>							
	$fm = \frac{\#fm}{n}$ fm : Falla por materiales #fm : Numero de fallas por materiales n : Total de fallas reportadas	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSION 2 METODO DE FALLA POR MAQUINA</b>							
	$FM = \frac{\#FM}{n}$ FM : Falla por maquina #FM : Numero de falla por maquina n : Total de fallas reportadas	✓		✓		✓		


Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/Mg: Dr. Carlos Rodríguez   DNI: 05335017

Especialidad del validador: Dr. Ing. en Mecánica

...23...de...del 2019

  
Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1 EFICACIA							
	RA / RE	✓		✓		✓		
	RA : RESULTADO ALCANSADO RE : RESULTADO ESPERADO							
	DIMENSION 2 EFICIENCIA							
	RA CA*TA RE CE*TE			✓		✓		
	CA : COSTO ALCANSADO TA : TIEMPO ALCANZADO CE : COSTO ESPERADO TE : TIEMPO ESPERADO	✓						

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Montoya Córdova Gustavo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

<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

20 de 11 del 2019

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1 EFICACIA							
	RA / RE	✓		✓		✓		
	RA : RESULTADO ALCANSADO RE : RESULTADO ESPERADO							
	DIMENSION 2 EFICIENCIA							
	RA CA*TA RE CE*TE			✓		✓		
	CA : COSTO ALCANSADO TA : TIEMPO ALCANZADO CE : COSTO ESPERADO TE : TIEMPO ESPERADO	✓						

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Montoya Córdova Gustavo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

<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

20 de 11 del 2019

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.


CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSION 1 EFICACIA</b>							
	RA / RE RA : RESULTADO ALCANSADO RE : RESULTADO ESPERADO	/		/		/		
	<b>DIMENSION 2 EFICIENCIA</b>							
	RA CA+TA RE CE+TE CA : COSTO ALCANSADO TA : TIEMPO ALCANSADO CE : COSTO ESPERADO TE : TIEMPO ESPERADO	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable [ X ]     Aplicable después de corregir [ ]     No aplicable [ ]  
 Apellidos y nombres del juez validador, Dr/Mg: AUGUSTO PÉREZ CAMPANA    DNI: 07945812  
 Especialidad del validador: TIC. INDUSTRIAL

<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

24 de 11 del 2019  
  
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSION 1 METODO DE FALLAS POR MATERIALES</b>							
	fm = # fm / n fm : Falla por materiales #fm : Numero de fallas por materiales n : Total de fallas reportadas	/		/		/		
	<b>DIMENSION 2 METODO DE FALLA POR MAQUINA</b>							
	FM = #FM / n FM : Falla por maquina #FM : Numero de falla por maquina n : Total de fallas reportadas	/		/		/		

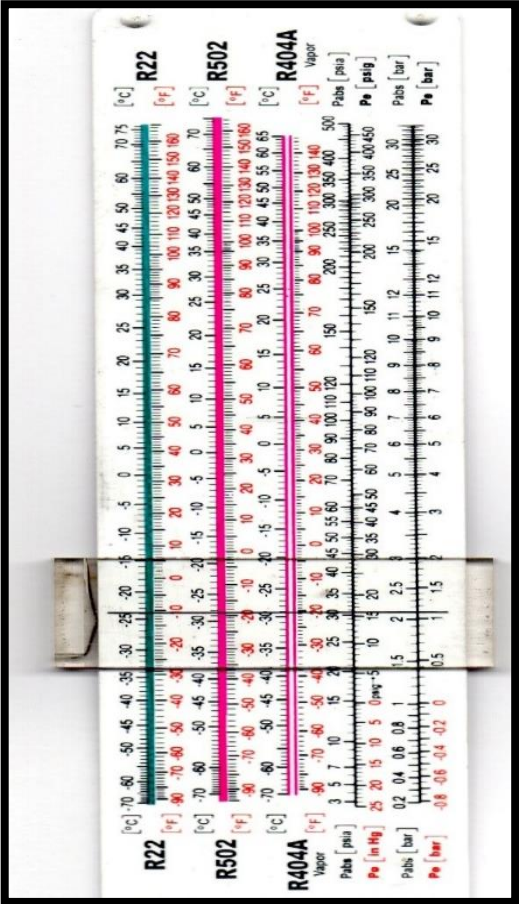
Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable [ X ]     Aplicable después de corregir [ ]     No aplicable [ ]  
 Apellidos y nombres del juez validador, Dr/Mg: AUGUSTO PÉREZ CAMPANA    DNI: 07945812  
 Especialidad del validador: TIC. INDUSTRIAL

<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

24 de 11 del 2019  
  
 Firma del Experto Informante.

Anexo 5. Evidencias de la implementación de la mejora herramienta AMFE




## Anexo 6. Costo de la propuesta de la mejora

YS 015885-18

Señores: **SALOG**

Atención: [Sra. Talía Meneses/Sr. Roberto Coate](#)

Referencia: **Correctivo Post Mantenimiento preventivo PLANTA SALOG CALLAO**

  
 14 de Diciembre de 2018

**"En sus servicios de reparación y mantenimiento Johnson Controls Peru S.R.L. sólo utiliza repuestos originales que cuentan con garantía de fábrica Johnson Controls"**

Estimados señores:

De acuerdo a su solicitud, mediante la presente, le alcanzamos nuestra mejor oferta por lo referido:

Item	Cant	Stock	Descripción	P.Unid \$	Subtotal \$
1	1		CAMARA DE CONGELADOS CONDENSADOR 3/8X085 1B/2-LLM CON TRATAMIENTO EPOXICO	\$ 6,406.91	\$ 6,406.91
4	1		VALVULA DE SERVICIO ROTLOCK	\$ 91.91	\$ 91.91
5	3		GAS REFRIGERANTE FREON R-404A CHEMOURS X 10.896 KG	\$ 182.81	\$ 548.44
6	1		LABOR CORRECTIVO CAMBIO DE CONDENSADOR Y MANOMETROS. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA, MATERIALES.(05-06 DIAS)	\$ 2,842.05	\$ 2,842.05
			CAMARA DE CONSERVA		
9	1		LABOR CORRECTIVO CAMBIO DE VISOR LINEA LIQUIDA.	\$ 755.69	\$ 755.69
				<b>Valor dicto final</b>	<b>\$ 10,845.09</b>

**Observaciones:**  
 La oferta tiene una validez hasta el 18 de Diciembre 2018.  
 Los repuestos originales tiene un tiempo de importación de 3-4 semanas contadas a partir de la colocación de la Orden de Compra firmada por el cliente.  
 El condensador tiene un tiempo de entrega de 5-8 semanas.  
 El presente presupuesto no contempla trabajos eléctricos, obra civil, ni pintura.  
 Cualquier repuesto no detallado en este presupuesto será cotizado de manera separada.

**Horario de Atención :** Trabajos en horario normal de Lunes a viernes de 8:30 a 5:00pm y sábados de 8:30 a 1:30pm.

**Condiciones Generales:**  
 Precios expresados en Dólares Americanos y no incluyen IGV  
 Tiempo de ejecución : EN COORDINACION CON EL CLIENTE.

Validez de la oferta: Los precios son validos por 15 días.  
 Forma de pago: Emisión de una Orden de Servicio. El cliente realizará el pago de la detección correspondiente.

Cuenta en dólares BBVA : 0011 0586 58 0100024281 / CCI 011 586 000100024281 58  
 Cuenta en Soles BBVA: 0011 0586 53 0100024273 / CCI 011 586 000100024273 53  
 Cuenta Detracción B.Nación: 00-000-458276

**Enviar la Orden de Compra a Nombre JOHNSON CONTROLS PERU S.R.L. / RUC 20377294778**  
 Indicar en la orden de compra el número de cotización.  
 Enviar el voucher de abono junto con la orden de compra.

**Nuestra propuesta no incluye:**  
 En general, nada que no este mencionado en esta propuesta

Sin más por el momento quedamos atentos a cualquier consulta que estimen conveniente

Cordialmente,

Daniel Flores González  
 E-mail: [daniel.f.flores@jci.com](mailto:daniel.f.flores@jci.com)  
 Teléfono: 411 4040 / Celular: 988603133

# MANUAL DE INSTRUCCIONES DE USO

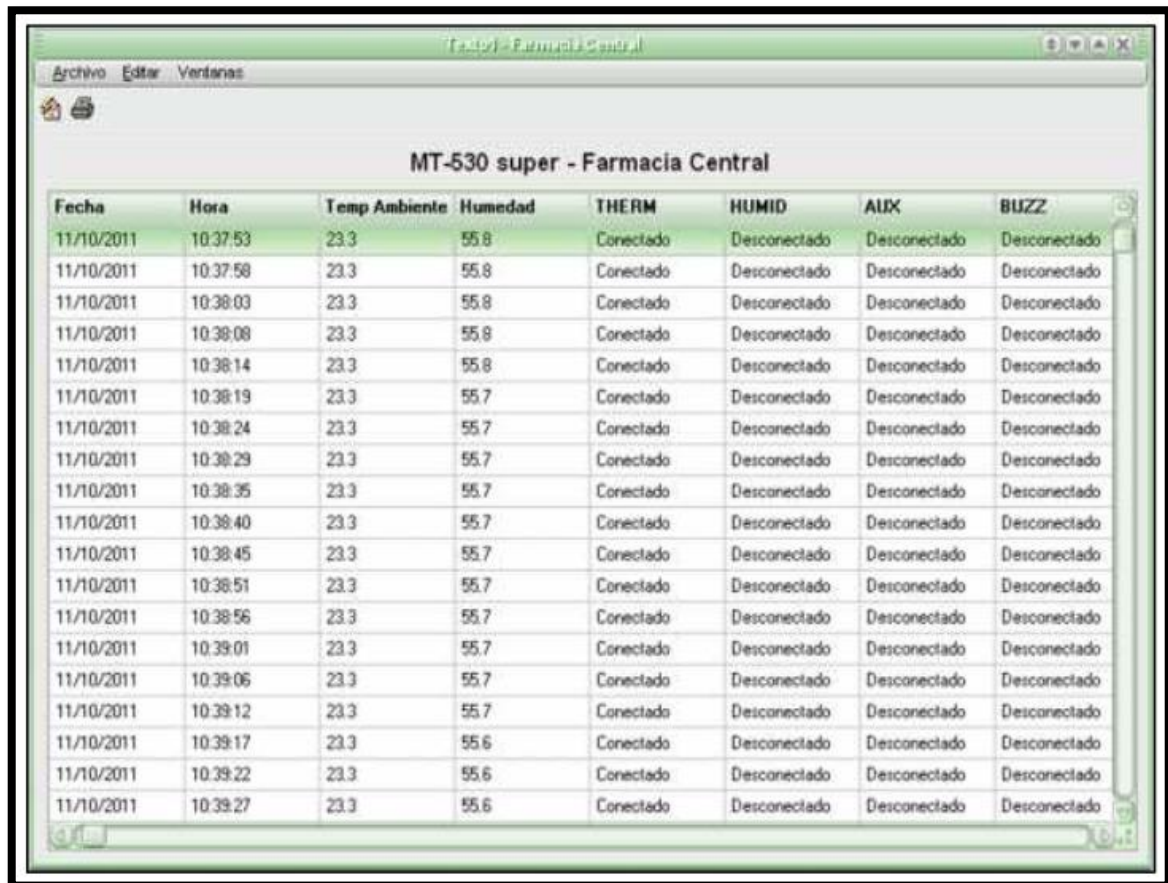
# SITRAD

SITRAD LOCAL



Asesoramiento: [mantenimiento@salog.com.pe](mailto:mantenimiento@salog.com.pe), [Lineadirecta@salog.com.pe](mailto:Lineadirecta@salog.com.pe)

## Anexo 8. Software Sitrad registro de temperaturas



The screenshot displays the Sitrad software interface for 'Farmacia Central'. The window title is 'Sitrad - Farmacia Central'. The menu bar includes 'Archivo', 'Editar', and 'Ventanas'. The main title of the data view is 'MT-530 super - Farmacia Central'. Below this is a table with the following columns: Fecha, Hora, Temp Ambiente, Humedad, THERM, HUMID, AUX, and BUZZ. The table contains 20 rows of data, all recorded on 11/10/2011. The temperature (Temp Ambiente) is consistently 23.3, and humidity (Humedad) fluctuates between 55.6 and 55.8. The THERM status is 'Conectado', while HUMID, AUX, and BUZZ are all 'Desconectado'.

Fecha	Hora	Temp Ambiente	Humedad	THERM	HUMID	AUX	BUZZ
11/10/2011	10:37:53	23.3	55.8	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:37:58	23.3	55.8	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:03	23.3	55.8	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:08	23.3	55.8	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:14	23.3	55.8	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:19	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:24	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:29	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:35	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:40	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:45	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:51	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:38:56	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:39:01	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:39:06	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:39:12	23.3	55.7	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:39:17	23.3	55.6	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:39:22	23.3	55.6	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado
11/10/2011	10:39:27	23.3	55.6	Conectado	Desconectado	Desconectado	Desconectado